



HAL
open science

L'astronomie nautique au XVIIIe siècle en France : tables de la Lune et longitudes en mer

Guy Boistel

► **To cite this version:**

Guy Boistel. L'astronomie nautique au XVIIIe siècle en France : tables de la Lune et longitudes en mer. Histoire, Philosophie et Sociologie des sciences. Université de Nantes, Faculté des sciences et des techniques.; Centre François Viète, 2001. Français. NNT : 2001NANT2042 . tel-01340554

HAL Id: tel-01340554

<https://shs.hal.science/tel-01340554>

Submitted on 1 Jul 2016

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

UNIVERSITÉ DE NANTES
FACULTÉ DES SCIENCES ET DES TECHNIQUES
CENTRE FRANÇOIS VIÈTE

L'ASTRONOMIE NAUTIQUE AU XVIIIème SIÈCLE
EN FRANCE :
TABLES DE LA LUNE ET LONGITUDES EN MER

TOME I
(Introduction, Parties I et II)

THÈSE DE DOCTORAT

Ecole doctorale : Connaissances, Langages, Cultures
Discipline : Histoire des sciences et des techniques

Présentée et soutenue publiquement par

Guy BOISTEL

Le jeudi 25 octobre 2001 devant le jury ci-dessous

<i>Président</i>	M. Patrice BAILHACHE • Professeur • Nantes
<i>Rapporteurs</i>	M ^{me} Michelle CHAPRONT-TOUZÉ • Astronome • Observatoire de Paris M. Philippe HAUDRÈRE • Professeur • Angers
<i>Examineurs</i>	Dr. Michael HOSKIN • Professeur • Cambridge M ^{me} Danielle FAUQUE • Chercheur associé • Orsay, Paris M. Jacques GAPAILLARD • Professeur • Nantes

Directeur de thèse : M. Jacques GAPAILLARD

Cette thèse a été soutenue le jeudi 25 octobre 2001, au Centre François Viète, à la Faculté des Sciences et des Techniques de l'Université de Nantes, devant le jury suivant :

Président du Jury : **M. le professeur Patrice BAILHACHE**

Docteur d'Etat en philosophie (logique) et docteur de 3^e cycle en Histoire des sciences. Professeur à l'Université de Nantes et Directeur du Centre François Viète, équipe de recherche en Histoire des sciences et des techniques (EA 1161). Membre du Conseil National des Universités (72^e section). *Spécialités* : Logique, Histoire de la mécanique, Histoire de l'acoustique musicale.

Rapporteurs :

M. le Professeur Philippe HAUDRÈRE

Membre de l'Académie de Marine. Professeur à l'Université d'Angers et Directeur de l'année de maîtrise d'histoire. Président de la Commission des spécialistes d'histoire (21^e et 22^e sections). Vice-président du jury de l'agrégation externe d'histoire. *Spécialité* : Histoire de la Marine au XVIII^e siècle, histoire de la Compagnie (française) des Indes au XVIII^e siècle.

M^{me} Michelle CHAPRONT-TOUZÉ

Docteur d'Etat, astronome à l'Observatoire de Paris, chargée de recherches au CNRS, au Laboratoire d'Astronomie Fondamentale (DANOF - UMR 8630) et plus particulièrement de l'équipe « Centre d'analyse des données laser-Lune ». Mme Chapront œuvre aussi au sein du « Comité d'Alembert pour l'édition des œuvres complètes et la recherche sur d'Alembert et son temps ». *Spécialités* : mécanique céleste et dynamique du système Terre-Lune.

Examineurs :

M. le Dr. Michael HOSKIN

Membre du Churchill College à Cambridge. Ancien Directeur du Département d'Histoire et de Philosophie des Sciences de l'Université de Cambridge. Editeur du *Journal for the History of Astronomy*, qu'il a fondé en 1970, et de son supplément concernant l'archéoastronomie. M. Hoskin est l'éditeur de *The General History of Astronomy*, de *The Cambridge Illustrated History of Astronomy*, et de *The Cambridge Concise History of Astronomy*. *Spécialité* : archéoastronomie.

M^{me} Danielle FAUQUE

Professeur agrégée hors classe de sciences physiques. Docteur en Histoire des sciences et chercheur associé au Groupe d'Histoire des Sciences d'Orsay (GHDSO). *Spécialités* : Recherches sur les instruments astronomiques au XVIII^e siècle ; recherches sur les travaux du savant Pierre Bouguer ; enseignement de l'histoire des sciences à l'Université et formation continue des enseignants.

M. le Professeur Jacques GAPAILLARD (*Directeur de Thèse*)

Docteur d'Etat ès sciences mathématiques, Professeur à l'Université de Nantes, enseignant et chercheur associé au Centre François Viète (EA 1161). *Spécialités* : Théorie de l'intégration et des probabilités ; Histoire de l'astronomie et de la mécanique céleste.

SOMMAIRE

TOME I

Remerciements.....	7
Note sur les renvois dans le texte.....	8
Avant-propos	9
Préambule : <i>Déterminer sa position en mer : latitude, longitude et estime de la route</i>	11
INTRODUCTION GÉNÉRALE	18
Abréviations.....	22
Index des planches hors-texte.....	25

PREMIÈRE PARTIE - L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES ET LA MARINE : UN ENGAGEMENT FORCÉ ?

CHAPITRE I.1 - Gloire et Fortune : de l'utilité des prix pour l'« invention du secret des longitudes ».

- | | | |
|-----|--|----|
| I. | De l'utilité des prix : importance du <i>Longitude Act</i> de 1714 et du prix Rouillé de Meslay (1720-1787)..... | 32 |
| II. | Esquisse d'un inventaire des mémoires sur la longitude déposés auprès des institutions françaises (1720-1795). | 64 |

CHAPITRE I.2 - De Maupertuis (1698-1759) à Lalande (1732-1807) : les académiciens « préposés au perfectionnement de la navigation ».

- | | | |
|------|--|-----|
| I. | Un poste créé spécialement pour Maupertuis : la Marine comme accès aux honneurs. | 79 |
| II. | Antoine-Louis Rouillé, l'essor des sciences et Pierre Bouguer. | 90 |
| III. | Clairaut, Le Monnier et Lalande : l'astronomie nautique lunaire à l'honneur.. | 101 |
| IV. | Lalande et le perfectionnement de la navigation : une charge bien encombrante pour un autre opportuniste. | 113 |

**SECONDE PARTIE - VERS UN ALMANACH NAUTIQUE : TABLES, ÉPHÉMÉRIDES
ASTRONOMIQUES ET *INSTRUCTIONS NAUTIQUES* AU XVIII^E SIÈCLE**

**CHAPITRE II.1 - Tables, éphémérides et *Etrennes* astronomiques au XVIII^e siècle en
France : quelles tables pour quels usages ? 124**

- I. Tables astronomiques et pratiques maritimes : quelles tables pour quels usages dans un almanach nautique au XVIII^e siècle ? 128
- II. Une petite histoire des tables astronomiques et nautiques au XVIII^e siècle. 148

**CHAPITRE II.2 - Une petite histoire de la *Connaissance des Temps* (CDT) au XVIII^e
siècle (1679-1795)..... 174**

- I. Première époque (1678-1702) – La CDT de sa création jusqu’à sa reprise en main par l’Académie royale des sciences. 177
- II. Seconde époque (1702-1758) – Les académiciens rédacteurs de la CDT. 189
- III. Troisième époque (1758-1785) – De Jérôme Lalande à Pierre Méchain. 192
- IV. Quatrième époque (1785-1795) – De la refonte de la CDT en 1785 à la création du Bureau des Longitudes..... 207
- V. Les variations de titre : *Connaissance des Temps* ou *Connaissance des Mouvements Célestes* ? 215
- VI. Les calculateurs de l’ombre. 222

**CHAPITRE II.3 - Un exemple de diffusion de la *Connaissance des Temps* (1774-1793) :
Lalande, l’Académie de Marine à Brest et le Bureau du Dépôt des journaux, cartes et plans
de la Marine à Paris. 249**

- I. Quelles sont les éphémérides en usage à l’Académie de Marine (A.R.M.) à Brest ? 253
- II. L’A.R.M. et Lalande. Discussions autour de la nécessité de disposer d’éphémérides nautiques : traduire ou innover ?..... 255
- III. Le ministre et l’Académie brestoise : la traduction n’est pas conforme aux termes du privilège d’impression. 268
- IV. La diffusion de la CDT et le Dépôt de la Marine à Paris..... 270

TOME II

TROISIÈME PARTIE - DU CHOIX DE LA MEILLEURE MÉTHODE ASTRONOMIQUE DE « DÉTERMINATION DE LA LONGITUDE À LA MER » (1749-1776) : DISTANCES LUNAIRES OU ANGLE HORAIRE ?

CHAPITRE III.1 - Lacaille (1713-1762), « père » des distances lunaires ? Développement et diffusion de la méthode des distances lunaires dans la seconde moitié du XVIII^e siècle.	281
I. Origine(s) et « inventeurs » de la méthode des distances lunaires.	286
II. L'expérience des marins : les premiers essais de Chabert et de d'Après de Mannevillette.	303
III. Le voyage de Lacaille au cap de Bonne-Espérance et ses résultats.	315
IV. La codification d'une méthode pour les élites : la méthode de Borda.	359
CHAPITRE III.2 - Distances lunaires et angle horaire : débats et polémiques.	383
I. Le Monnier et Pingré promoteurs du calcul de l'angle horaire.	386
II. Les critiques de Lacaille à l'encontre de la méthode de l'angle horaire.	407
III. Le regard critique du père Pezenas sur les longitudes en mer.	413
CHAPITRE III.3 - En quête de méthodes simplifiées à destination du « commun des navigateurs ».	441
I. La résistance de Borda aux méthodes simplifiées : l'épisode du prix de l'abbé Raynal (1790-1791).	448
II. La détermination de l'heure locale à la mer : du P. Hoste (1692) à Lalande (1793).	458
III. La méthode graphique de Lacaille pour les distances lunaires.	479

QUATRIÈME PARTIE - QUELLES TABLES DE LA LUNE POUR LA NAVIGATION ? DE L'OBSERVATION DU SAROS AUX THÉORIES ANALYTIQUES DE LA LUNE

CHAPITRE IV.1 - Halley et le *Saros* : une perpétuelle source d'inspiration pour l'astronome Pierre-Charles Le Monnier (1715-1799). 503

- I. Bref regard sur l'histoire des tables astronomiques et de la Lune en particulier 508
- II. Halley, le *saros* et les longitudes en mer. 526
- III. La quête vaine et obstinée de Le Monnier. 553
- IV. Exemples d'une pratique : Chabert, Vaussenville et les erreurs des tables. 564

CHAPITRE IV.2 - Parallaxe horizontale et tables analytiques de la Lune : les travaux d'Alexis Clairaut (1713-1765) sur la théorie de la Lune. 571

- I. La réponse de Clairaut aux insuffisances de la théorie newtonienne du mouvement des apsides de l'orbite de la Lune. 582
- II. Les tables de la Lune de Clairaut. 596
- III. Les tables de la parallaxe horizontale de la Lune. 642
- IV. Le difficile problème du calcul du mouvement horaire de la Lune. 676

CHAPITRE IV.3 - Alexis Clairaut et les longitudes : un rendez-vous manqué ? 690

- I. Tobias Mayer, lauréat du prix britannique des longitudes en 1765. 692
- II. Les astronomes et les tables de Clairaut : tests ponctuels, succès et oubli. 706
- III. Jeaurat et Lémery, 1764-1787 : 23 années de comparaisons quasi-ininterrompues de tables de la Lune. 718

CONCLUSION ET PERSPECTIVES 733

INDEX général des personnes citées et des principales matières traitées 739

TOME III

BIBLIOGRAPHIE GÉNÉRALE	742-839
Bibliographie I. Sources primaires imprimées	742
1. Ouvrages de références : journaux, almanachs, éphémérides.....	743
2. Sources primaires imprimées classées par nom d’auteur....	745
Bibliographie II. Sources primaires manuscrites	772
1. Classement par auteur.....	772
2. Classement par fonds d’archives.....	776
Bibliographie III. Sources secondaires	787
1. Biographies et bibliographies générales.....	788
2. Classement par ordre alphabétique de nom d’auteur : astronomie, sciences et navigation astronomique.....	795
3. Instruments scientifiques, histoire de la Marine et de l’instruction des marins (ouvrages généraux).....	830
ANNEXES	840-992
Table, pagination et descriptions des quinze annexes de la thèse	840

REMERCIEMENTS

Je remercie M. le professeur Jacques Gapaillard pour la confiance qu'il a toujours manifestée dans l'orientation de mes recherches durant toutes ces années, ainsi que pour ses précieuses et constructives remarques.

Ce travail a bénéficié de l'aide de nombreuses personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à la clarté de l'exposé, soit par leur lecture totale ou partielle, leurs remarques et leurs suggestions, leur insistance à me faire reformuler mes idées, soit par leur aide apportée dans la collecte de sources primaires manuscrites ou imprimées.

Je tiens à remercier vivement, et par ordre alphabétique,

M^{me} Elisabeth Badinter (Paris), M. Loïc Barbo (Nantes), M. Jim Caplan (Marseille), M. Hugues Chabot (Nantes), M. Olivier Courcelle (Palaiseau), M^{me} Catherine Dautry (Rezé), M^{me} Anne-Claire Déré (Nantes), M. le capitaine Clet Donnart (Nantes), M^{me} Danielle Fauque (Paris), M^{me} Manonmani Filliozat (Saint-Malo), M. Jacques Gapaillard (Nantes), M. Michel Hamy (Nantes), M^{me} Colette Lelay (Nantes), M^{me} Patricia Radelet-de-Grave (Louvain-Bâle, Bernoulli-Edition), M. Bernard Rouxel (Brest), M. Pasquale Tucci (Milan-Brera), M. Daniel Woehrling (Nantes).

Je tiens à remercier également les responsables et personnels de diverses bibliothèques et fonds d'archives qui ont contribué, par leur gentillesse et leur disponibilité, à des recherches et des études fructueuses :

1 En France,

Archives de l'Académie des Sciences de l'Institut de France (Paris), Archives Départementales de l'Hérault (Montpellier), Bibliothèque de l'Observatoire de Paris (Paris), Bibliothèque de l'Observatoire de Marseille (Marseille), Médiathèque de la Ville de Nantes (Nantes), les Services Historiques de la Marine (S.H.M.) de Brest, de Vincennes et de Toulon.

Et en particulier, M^{me} Josette Alexandre (Paris), M^{me} Catherine Junges (Brest), M^{me} Marie-Julie Meynent (Marseille), M^{me} Marie-Joseph Mine (Paris), M^{me} Martine Sainte-Marie (Montpellier), M. Valette (Frontignan-La Peyrade), sans oublier M. Vincent Mollet et M^{me} Carries au port de Toulon.

□ A l'étranger,

M^{me} Maria Asp (Royal Swedish Academy of Sciences, Stockholm), M^{elle} Joanna Corden (Royal Society, Londres), M^{me} Kristina Eriksson (Bibliothèque Royale de Suède, Stockholm), M^{me} Nijole Giniotiene (Université de Vilnius), M. Håkan Hallberg (Université d'Uppsala), M. Adam Perkins (Royal Greenwich Observatory Archives, Cambridge University), M^{elle} Fiona Ward (House of Common, Londres), ainsi que M. le professeur Gleb Mikhailov (Moscou et Bâle ; Bernoulli-Editions), pour ses interventions décisives qui m'ont permis d'avoir accès aux Archives de l'Académie des Sciences de Russie à Saint-Petersbourg, techniquement fermées aujourd'hui, et d'obtenir de précieux inédits d'Alexis Clairaut.

Je n'oublie pas toutes les personnes qui m'ont accompagné tout au long de ces longues années de travail et tout particulièrement ma compagne Catherine Dautry.

Note sur les renvois dans le texte

Pour éviter l'emploi de lourdes et fastidieuses notes, les renvois ont été limités aux seuls chapitres. Ainsi, un renvoi noté **Chap. II.2** signifie : **Seconde partie, chapitre deuxième**.

Un renvoi aux annexes, sauf exception et mention d'une annexe particulière, renvoie à la *Table des annexes* située dans le troisième tome de la thèse.

Avant-propos

Lorsque ce travail fut entrepris en 1995, il devait essentiellement être consacré à la théorie de la Lune d'Alexis Clairaut (1713-1765), dans la continuité de mon mémoire pour l'obtention du Diplôme d'Etudes Approfondies en Histoire des sciences et des techniques¹, et soutenu au Centre François Viète, à l'Université de Nantes. Ces premiers travaux m'avaient conduit à étudier comment Clairaut avait abordé la recherche d'une solution au célèbre problème des trois corps², avait ainsi techniquement développé sa théorie des mouvements de la Lune, — l'un des mouvements des plus compliqués de la mécanique céleste — entre 1743 et 1751, et appliqué cette même théorie au premier retour calculé de la comète de Halley le 13 mars 1759, réussissant ainsi à prévoir ce retour à environ un mois près. J'avais consacré une grande partie de ce travail aux polémiques et longues querelles qui s'étaient développées au sein de l'Académie Royale des Sciences, entre le mathématicien Jean-le-Rond d'Alembert (1717-1783), l'astronome Pierre-Charles Le Monnier (1715-1799), tous deux s'opposant à Alexis Clairaut : querelles de fond, de forme, de priorité, d'autorité, où sciences et passions sont étroitement mêlées³. Ce mémoire m'avait permis de mettre en évidence un certain nombre de questions restées sans réponses, telles que des problèmes de chronologie pure sur les travaux des deux grands rivaux, Clairaut et d'Alembert. La nature de la formation astronomique de ce dernier devait être éclaircie, ainsi que les véritables motivations de ces deux géomètres considérant l'astronomie de manières très différentes, comme leurs relations respectives avec les astronomes professionnels. Ainsi, le projet d'une mise à jour biographique de la vie et de l'œuvre de Clairaut se dessinait et, initialement, ma thèse prenait cette orientation. Il n'existe pas en effet de biographie complète de Clairaut, la seule disponible étant l'œuvre de Pierre Brunet publiée de manière posthume par René Taton en 1952. Ce dernier a largement contribué à une meilleure connaissance du personnage Clairaut en publiant des inventaires quasi-complets de ses œuvres et de sa correspondance⁴. Récemment, plusieurs chercheurs ont apporté d'importantes précisions sur tel ou tel aspect de l'œuvre ou de la vie sociale et mondaine de Clairaut (Waff, 1975 ; Chandler, 1975 ; Wilson, 1986, 1993, 1995 ; Greenberg, 1995 ; Passeron, 1995 ; Badinter, 1999 ; Courcelle, 1999, 2000).

¹. [Boistel, 1995].

². Ce problème est plus complètement traité dans la partie IV de cette thèse. Il s'agit de traiter le mouvement de la Lune en tenant compte de l'attraction perturbatrice qu'exerce le Soleil sur la Lune. La Terre et le Soleil ayant une masse non négligeable, l'orbite de la Lune s'écarte notablement de l'ellipse képlérienne et la description de son mouvement s'en trouve singulièrement compliquée.

³. Voir à ce sujet, l'excellent ouvrage de M^{me} Elisabeth Badinter (1999), *Les Passions intellectuelles*, Paris, Fayard.

⁴. Voir la bibliographie.

Cherchant à approfondir ma perception de l'implication de Clairaut dans les progrès de l'astronomie au milieu du XVIII^e siècle, j'ai ainsi pris connaissance d'une lettre qu'il avait écrite environ un mois avant son décès brutal survenu le 17 mai 1765. Cette lettre datée du 11 avril 1765, est écrite en anglais, de Paris, adressée à l'astronome anglais John Bevis (1695-1771), et publiée dans le *Gentleman's Magazine* du mois d'avril 1765. Qu'apprend-on dans cette lettre ? Que Clairaut réclame sa part du *prix britannique des longitudes* qui vient alors d'être attribué en partie⁵ à la veuve de l'astronome de Göttingen, Tobias Mayer (1723-1762)⁶. Influencé par les travaux de l'autre grand rival de Clairaut, le mathématicien suisse Leonhardt Euler (1707-1783), Mayer est l'auteur, en 1753, de tables de la Lune très précises qui entretenaient l'espoir dans la communauté savante, de voir enfin réglé le problème important de la détermination purement astronomique des longitudes en mer.

Ainsi, je n'ai pu éviter d'aborder la manière dont mathématiciens et astronomes étaient impliqués dans la recherche d'une solution lunaire au problème de la détermination des longitudes en mer au milieu du XVIII^e siècle.

Plutôt que de me limiter à une étude ne s'intéressant que de manière trop interne au développement technique de la théorie de la Lune de Clairaut, il me semblait plus passionnant de mettre en évidence les réseaux, les influences, et d'éclairer le contexte dans lequel ces savants travaillaient et vivaient, ouvrant ainsi une page méconnue de l'astronomie nautique au XVIII^e siècle.

⁵. La même année, en 1765, l'Amirauté britannique récompense l'horloger John Harrison (1693-1776) pour avoir conçu la première montre marine de l'histoire. Voir infra, chap. I.1.

⁶. Voir infra, chap. IV.3 pour une discussion plus approfondie du contenu de cette lettre.

Préambule

Déterminer sa position en mer : latitude, longitude et... estime de la route⁷

Tout observateur, pour se situer sur la Terre, doit déterminer deux coordonnées géographiques bien connues depuis Hipparque (190-125 av JC), puis Ptolémée (87-168 ap JC) qui a développé les principes de la géographie et de la cartographie :

- la LATITUDE : elle est déterminée par l'angle au centre de la Terre (supposée sphérique), entre deux points situés, l'un sur tout cercle parallèle à l'équateur terrestre, l'autre sur l'équateur qui sert de référence. Pour les géographes, la latitude vaut 0° sur l'équateur, est positive dans l'hémisphère boréal, vaut +90° au pôle nord ; elle est négative dans l'hémisphère austral, et vaut -90° au pôle sud.

Pour les astronomes du XVIII^e siècle, la latitude est appelée **hauteur du pôle** ; c'est effectivement ce qui est déterminé par l'observation. La hauteur du pôle n'a pas de signe mais elle peut être boréale (ou nord pour les navigateurs) ou australe (sud pour les marins). Lorsqu'ils s'interrogeront sur la figure de la Terre dans les années trente et quarante du XVIII^e siècle (la regardant comme un ellipsoïde de révolution), les astronomes chercheront aussi à redéfinir la latitude. On trouve ainsi quelques ouvrages ou traités sur la latitude : l'*Astronomie nautique* que Maupertuis publie en 1743 en est un bon exemple⁸.

- la LONGITUDE : c'est l'angle entre un méridien (cercle passant par les deux pôles géographiques) de référence et celui du lieu où se trouve l'observateur. Elle est comptée à partir du méridien de l'Observatoire Royal de Greenwich depuis la fin du XIX^e siècle. Si elle est actuellement comptée par les géographes positivement vers l'ouest (jusqu'à +180°) et négativement vers l'est (jusqu'à -180°), pour les astronomes du XVIII^e siècle et les navigateurs, la longitude est ouest ou est.

⁷. Une excellente entrée en matière peut se faire à travers la lecture de deux ouvrages de vulgarisation qui ont le mérite d'être simples et clairs : Gillet, 2000, *Une histoire du point en mer*, Paris, Belin-Pour la Science ; le numéro des *Cahiers de Science & Vie*, avril 1998, *1000 ans de sciences. II-Renaissance. Nouveaux mondes, nouvelles sciences*, Paris. On pourra aussi consulter le manuel de navigation de Patrick Brassier, 1998, pp.17 et suiv.

⁸. Voir infra, Chap. I.2 pour d'autres considérations sur cet ouvrage et l'œuvre nautique de Maupertuis.

1. Détermination de la latitude en mer

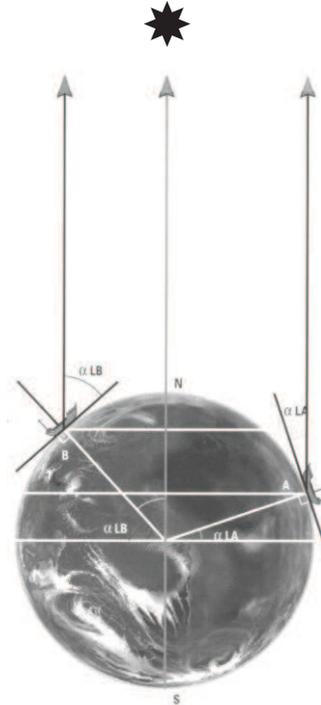
La détermination de la latitude est un problème assez simple, connu et employé très tôt en mer. La latitude s'obtient par des observations de hauteur. Dans sa version de base, la méthode consiste à mesurer la hauteur de l'étoile polaire sur l'horizon, comme l'indique la figure suivante⁹. Sous réserve de corrections qui seront expliquées dans le chapitre II.1, l'angle entre la direction de l'astre et l'horizon est identique à la latitude. Evidemment, l'étoile polaire ne se situe pas vraiment au pôle et il faut tenir de sa position réelle. De même, en raison de la précession des équinoxes, il n'y a pas toujours eu, dans l'histoire de l'astronomie, une étoile brillante à proximité du pôle nord céleste !

Une version plus avancée consiste à mesurer la hauteur du Soleil sur l'horizon à midi, ou lors de son passage par le méridien local. La connaissance de la déclinaison du Soleil permet alors de déduire la latitude après un calcul astronomique simple. Aux XVII^e et XVIII^e siècles, c'est souvent cette dernière méthode qui sera le plus souvent suivie (voir infra, deuxième partie). De manière générale, du XVI^e au XVIII^e siècle, de nombreuses méthodes seront proposées afin que les navigateurs puissent dans n'importe quelles circonstances, mesurer la latitude du lieu où ils se trouvent. Les progrès dépendront en grande partie de l'amélioration des instruments d'observations employés en mer¹⁰.

⁹. Extraite des *Cahiers de Science & Vie*, op. cit., p. 29.

¹⁰. Voir notre annexe sur les instruments employés au XVIII^e siècle pour la mesure de la hauteur des astres sur mer. Voir aussi Marguet, 1931, « La latitude et l'heure locale », pp. 104-126 pour un exposé détaillé des instruments employés pour la mesure de la hauteur des astres.

Etoile polaire



Détermination de la latitude à l'aide de l'étoile polaire
[d'après *Cahiers de Science & Vie*, avril 1998, p. 29]

2. Détermination de la longitude en mer¹¹

Plus complexe est cette mesure. La Terre tournant sur son axe en 24 heures et effectuant ainsi une rotation de 360° (en longitude), il est possible de déterminer une équivalence entre mesure du temps et mesure d'une différence de longitude : $360^\circ/24^h = 15^\circ$ pour une heure. Ainsi, la mesure d'une longitude ou plutôt d'une différence de longitude, revient à mesurer une différence de temps. Deux observateurs distants de 15° en longitude, observent le même phénomène astronomique avec une heure de différence, par exemple, le passage du Soleil par leur méridien (le méridien local) à midi. Les observateurs étant distants de 30° , ce phénomène sera observé avec une différence de deux heures, etc.

En résumé, la différence de longitude entre deux lieux sur le globe terrestre correspond à la différence des heures locales de ces deux lieux.

La détermination des longitudes réclame alors certaines dispositions qui sont détaillées ci-après.

① Avoir un moyen d'obtenir l'heure du lieu d'observation

La détermination de l'heure locale par des méthodes astronomiques ne pose pas trop de problèmes.

¹¹. Voir notamment Gillet, 2000 ; Boistel, 1999 ; Guyot, 1955 ; Marguet, 1931.

On peut,

- mesurer la hauteur de n'importe quel astre, Lune, Soleil, étoile ou planète. On peut alors connaître l'angle horaire local (voir infra, partie III) par le biais de la résolution de triangles sphériques ;

- observer le passage du Soleil ou de la Lune au méridien du lieu ;

- mesurer des « hauteurs correspondantes », groupes de hauteurs d'un astre égales avant et après le passage au méridien ;

- observer des distances angulaires, appelés encore **distances lunaires**, entre la Lune et le Soleil (**distances luni-solaires**), ou entre la Lune et des étoiles brillantes choisies (**distances luni-astroales**). Ces techniques constituent le principal objet d'étude de cette thèse (voir partie III).

Disposant de quelques tables astronomiques et au prix d'un peu de calcul de trigonométrie sphérique, qui peut toutefois s'avérer délicat selon le phénomène choisi — et ce sera le cas pour des observations de la Lune —, l'observateur obtient l'heure locale. Certaines de ces procédures exigent l'emploi de montres marines dont la marche est réglée et corrigée à l'aide des observations astronomiques.

② Choisir et prédire des phénomènes astronomiques appropriés

Toute la difficulté réside en fait à calculer, au moment où l'observation est effectuée, l'heure qu'il est en un méridien de référence. Ce méridien est souvent celui pour lequel les tables ont été calculées. Au XVIII^e siècle, ce seront les méridiens des deux grands observatoires royaux, de Paris et de Greenwich. Si le navigateur dispose d'une montre de marine en bon état de fonctionnement, il peut conserver avec lui l'heure du méridien de départ, la montre étant généralement réglée au moment où le vaisseau appareille. Mais, rares et chers, les chronomètres de marine ne seront vraiment répandus dans la Marine française qu'au milieu du XIX^e siècle, vers les années 1840-50.

Avant cette époque bénie par les navigateurs, il fallut se résoudre à employer des phénomènes astronomiques particuliers servant d'horloges. Les phénomènes retenus dans un premier temps, pour lesquels des tables de prédictions pouvaient être calculées au méridien de référence furent : les éclipses de Soleil et de Lune¹², les occultations d'étoiles par la Lune, les émergences et immersions des satellites de Jupiter¹³, les conjonctions particulières de la Lune et de planètes, ou de la Lune et de quelque étoile

¹². Phénomènes trop rares. Les éclipses de Soleil exigent de longs calculs, inabordables par le commun des navigateurs. Elles ne furent employées que par les astronomes.

¹³. Ils nécessitent de longues lunettes astronomiques et des grossissements importants. L'instabilité d'un navire rend ce procédé impraticable en mer.

brillante¹⁴. Mais la plupart de ces phénomènes, s'ils rendirent des services ponctuellement, ne pouvaient être d'un usage fréquent en mer. La solution qui devait être retenue à partir du XVI^e siècle, était constituée par les mouvements de la Lune. Souvent visible, se déplaçant rapidement dans le ciel, elle offrait la permanence d'une horloge céleste (voir infra, chap. II.1, chap. III.1 et chap. IV.1). Les méthodes dites lunaires (voir infra, partie III) consistent à déduire la longitude terrestre de l'observateur,

- de l'observation des passages de la Lune au méridien ;
- de l'observation de la distance de la Lune au méridien du lieu ;
- de l'observation des hauteurs de la Lune sur l'horizon qui lui permettent le calcul de l'angle horaire de la Lune ;
- de l'observation des distances lunaires, luni-solaires ou luni-astroles.

Dans tous les cas, la réduction des observations à la longitude terrestre impose de passer des positions apparentes des astres dans le ciel aux positions vraies, en tenant compte de la réfraction atmosphérique (voir infra, chap. II.1) et de la parallaxe de la Lune (voir infra, chap. II.1 et chap. IV.2), ces deux phénomènes faisant l'objet de recherches intensives au cours du XVIII^e siècle. De même, toutes ces méthodes exigent l'élaboration de tables astronomiques donnant la position de la Lune dans le ciel avec une précision de l'ordre de la minute d'arc (voir infra, chap. I.1 et IV.1). A la suite des travaux de Newton, les astronomes et les mathématiciens prennent conscience de la complexité du mouvement de la Lune, due aux attractions combinées de la Terre et du Soleil. La quête de tables de la Lune toujours plus précises se concrétisent dans les années 1750 avec l'émergence des premières solutions au fameux problème des trois corps et des premières tables analytiques de la Lune (voir infra, chap. IV.2 et IV.3). C'est le principal enjeu du développement scientifique de l'astronomie nautique au XVIII^e siècle.

③ Disposer d'instruments de mesures des hauteurs (des angles)

Accompagnant les progrès théoriques, navigateurs, astronomes et artisans s'attacheront à inventer de nouveaux instruments d'observations nautiques toujours plus précis : arbalestrille, quartier de Davis, octant, sextant¹⁵.

④ Elaborer des méthodes simples, efficaces pour le « commun des navigateurs »

Destinées à une utilisation quotidienne par les « gens de mer », les méthodes lunaires se devront

¹⁴. Phénomènes rares et très souvent délicats à observer sans matériel adéquat, donc spécialisé.

¹⁵. Voir infra, annexe V.

d'être abordables par les marins. Se superposant à l'enjeu scientifique, la diffusion des méthodes et des connaissances vers le plus grand nombre constitue un débat qui anime astronomes et géomètres de l'Académie des sciences (voir infra, parties I et III).

La corrélation entre le développement des méthodes d'observations et l'amélioration des instruments nautiques permettant de mesurer des angles, est évidemment très forte au XVIII^e siècle. Mais nous n'aborderons pas ce sujet dans cette étude qui s'intéresse surtout aux aspects astronomiques purs.

3. La navigation à « l'estime »

Jusqu'à une époque avancée du XIX^e siècle, la plupart des navigateurs étant dans l'incapacité ou l'impossibilité d'effectuer les observations astronomiques et les longs calculs exigés par les méthodes lunaires de détermination des longitudes en mer, seront réduits à estimer le chemin suivi par le navire à la surface de la mer : c'est « l'estime ». Tous les manuels de navigation la décrivent¹⁶. Elle repose : 1°. Sur la connaissance du « rhumb ou rumb de vent » que tient le vaisseau, c'est-à-dire le cap suivi déterminé par la boussole ; 2°. De l'évaluation du chemin parcouru par le navire, le plus souvent à l'aide du « loch »¹⁷ pour déterminer la vitesse du navire ; 3°. De la différence en latitude des lieux de départ et d'arrivée ; 4°. De la différence en longitude de ces mêmes lieux.

Ces quatre quantités combinées deux à deux permirent d'établir six règles pour la navigation, dont l'une au moins est considérée comme impossible à suivre au XVIII^e siècle. Elle s'énonce ainsi : *la différence en longitude étant donnée avec le rhumb de vent, trouver la différence en latitude et le chemin parcouru*. Dans l'impossibilité où se trouvent la plupart des navigateurs de déterminer leur longitude en mer et donc la différence en longitude, cette règle sera le plus souvent ignorée dans les manuels de navigation¹⁸.

¹⁶. [Boistel, 1999]. Voir aussi Marguet, 1931, « Le point estimé », pp. 28-75.

¹⁷. Dans sa version de base, il s'agit d'une planche immergée au bout d'une ligne marquée de divisions régulières.

¹⁸. [Boistel, 1999]. Pierre Bouguer écrira en 1753, « *Au surplus, ce problème, vû l'état actuel de la navigation, & la privation où nous nous trouvons de méthode immédiate & commode pour déterminer la longitude en mer, n'est pas d'une utilité présente* » [Bouguer, 1753, p. 131].

Introduction générale



Se basant notamment sur un vaste ensemble d'archives, souvent méconnues, parfois inédites — provenant du fonds Marine conservé aux Archives Nationales, des manuscrits du Service Historique de la Marine (Vincennes, Brest, Toulon), des Archives de l'Académie des Sciences et de l'Observatoire de Paris —, cette étude se propose d'examiner la question suivante sous de nombreux aspects, tant institutionnels, que scientifiques : **quelles sont les relations qu'entretiennent certains astronomes et géomètres de l'Académie Royale des Sciences (ARS) avec la Marine au milieu du XVIII^e siècle ?** Et par suite, **quelles sont leurs contributions respectives aux progrès de l'astronomie nautique à cette époque ?**

Le fil rouge qui sous-tend cette étude est donc de suivre une poignée de savants, astronomes et géomètres de l'Académie des sciences, réputés sensibles aux progrès des sciences nautiques au milieu du XVIII^e siècle¹⁹ (Jérôme Lalande, l'abbé Nicolas-Louis de Lacaille, Pierre-Charles Le Monnier, le père Alexandre-Guy Pingré, Alexis Clairaut, Pierre Bouguer), et d'examiner leur production scientifique en regard de leur engagement officiel ou non au « *perfectionnement de la navigation sous toutes ses formes* ».

Si pour certains d'entre eux (Bouguer, Lacaille), quelques études existent, leurs relations avec la Marine avérées, il n'en va pas de même pour les autres dont l'implication dans les progrès de l'astronomie nautique est bien mal connue.

Un premier examen de cette question, en étudiant les travaux de ces savants et leurs relations mutuelles, m'a conduit à envisager le problème sous un autre angle, complémentaire du premier : comment, l'ARS se trouve-t-elle presque obligée d'une part, de répondre aux pressions conjointes des ministres de la Marine successifs et de quelques officiers savants (individuellement ou regroupés au sein de l'Académie [royale] de Marine à Brest) et d'autre part, de faire évoluer les sciences nautiques (en particulier l'astronomie nautique), dans une direction peut-être moins théorique qu'elle ne l'aurait souhaitée au départ, en prenant davantage en compte des compétences extérieures à l'institution.

¹⁹. D'après les travaux des historiens de la Marine et de la navigation, notamment, Marguet (1931) ; Vergé-Franceschi (1986 ; 1996) ; Chapuis (1997 ; 2000). Il faut aussi lire les travaux de Doneaud du Plan, l'abbé Anthiaume, Hahn, Russo etc..



La thèse s'articule autour de quatre parties, dont voici une courte présentation.

La première partie examine les prix de navigation proposés par l'ARS depuis 1720. On est alors amené à s'interroger sur l'utilité de ce prix en comparaison avec le *Longitude Act* britannique. Cette comparaison conduit à dresser une ébauche d'inventaire des mémoires d'astronomie nautique déposés auprès du département de la Marine, inventaire inédit jusqu'à présent.

L'étude de l'engagement de divers savants appointés par la Marine au poste de « *préposé au perfectionnement de la navigation* » est l'occasion de retracer l'histoire de cette charge officielle méconnue et de replacer la production scientifique de ces savants dans un cadre institutionnel plus large que celui de l'Académie des sciences et du travail du savant isolé. On s'interroge aussi sur la cohérence de leur œuvre scientifique en regard de leur implication dans les développements de l'astronomie nautique.

L'implication des académiciens dans la révision de l'enseignement de l'hydrographie engagée dans les années 1760 sous l'impulsion du ministre Etienne-François de Choiseul (voir annexe I), n'est ici que très peu abordée. Elle a déjà fait l'objet de nombreux travaux, notamment de la part de Boistel (1999), Vergé-Franceschi (1986, 1996), Lutun (1995), Julia (1989), Henwood (1987), Taillemite (1986), Russo (1958, 1964). D'autre part, cette question s'écarte un peu de l'angle sous lequel cette étude examine les progrès de l'astronomie nautique entre 1740 et 1780.

La seconde partie s'intéresse plus particulièrement aux publications astronomiques, telles que les tables, *Almanachs* et *Etrennes*, outils quotidiens des astronomes et des marins, propres à la navigation astronomique. On est alors conduit à inventorier les publications officielles académiques et celles privées ou semi-privées. Cet inventaire conduit à établir une histoire inédite de la *Connaissance des temps* — la plus ancienne de toutes les éphémérides astronomiques, qui paraît sans interruption depuis 1679 —, en cherchant en particulier à identifier ses auteurs et à examiner sa diffusion auprès des navigateurs.

La troisième partie s'intéresse aux débats entre astronomes et marins concernant le choix de la meilleure méthode de détermination des longitudes en mer à l'aide des méthodes lunaires concurrentes au milieu du XVIII^e siècle : distances lunaires et angle horaire. Ce genre d'étude a déjà été entrepris en partie par d'autres auteurs (Marguet, 1931 ; Guyot, 1955, 1968). Bien que précieuses, et restant des références incontournables dans l'historiographie de l'histoire de la navigation, ces études sont parfois trop anachroniques. En effet ces deux auteurs présentent souvent des explications et des calculs dans un

style trop moderne, assez différent de celui employé par les astronomes travaillant au milieu du XVIII^e siècle, masquant ainsi d'importantes difficultés que ces astronomes ont à résoudre. Par-là même, des débats sont occultés et la manière dont se développe l'astronomie nautique au XVIII^e siècle apparaît conditionnée par le progrès inéluctable des mathématiques qui dicterait sa loi.

Cette troisième partie (et les annexes qui y sont liées) s'attache donc à rétablir autant que possible les procédures et les pratiques proposées et/ou suivies dans les années 1740-1770. On examine alors les influences, les échanges, les emprunts, les éventuelles filiations, les querelles et polémiques entre certains de ces savants, et principalement celle qui oppose Lacaille et Le Monnier. Cette partie examine aussi l'émergence des propositions de méthodes simplifiées allant dans le sens souhaité par quelques astronomes, navigateurs et ministres de la Marine.

Enfin, la quatrième et dernière partie compare deux modes concurrents de construction des tables de la Lune au milieu du XVIII^e siècle : un premier consistant en un ajustement des tables de la Lune sur un cycle de 223 lunaisons appelé peut-être de manière erronée *saros* par l'astronome anglais Edmond Halley, et défendu pied à pied par Le Monnier ; le second, basé sur la résolution analytique du mouvement de la Lune par Clairaut. L'étude approfondie du contexte dans lequel Clairaut élabore les deux versions de ses tables de la Lune (1751-1754 puis 1763-65), réputées généralement moins bonnes que celles de Tobias Mayer (1753) parce que méconnues, montre qu'à une certaine époque critique de l'avènement de la méthode des distances lunaires, ce n'était pas tout à fait le cas. Un examen des circonstances dans lesquelles Clairaut revendique sa part du prix britannique des longitudes conduit à mettre en lumière les activités d'astronomes moins connus de l'Académie des sciences : Edme-Sébastien Jaurat, Achille-Pierre Dionis Dusejour et Louis-Robert Cornelier-Léméry. En effet, s'engageant volontairement dans vingt-cinq années de comparaison des tables de la Lune de divers auteurs (Clairaut, Mayer, Euler), ils contribuent entre 1759 et 1783 environ, à entretenir la postérité des travaux de Clairaut, montrant que ses tables étaient au moins aussi précises que celles de Mayer, les seules que retiendra l'histoire des sciences.

Les travaux de d'Alembert ne sont ici qu'évoqués. En effet, d'Alembert est peu soucieux des problèmes de la navigation et *a fortiori* peu impliqué dans le perfectionnement de la Marine.



Citations et méthodologie

Les citations ont été maintenues dans leur orthographe originale. Une modernisation de ces écrits aurait parfois masqué les syntaxes incertaines et hésitantes qui distinguent marins ou savants provinciaux, des savants de l'Académie royale des sciences — ainsi que leurs correspondants — et des secrétaires d'Etat à la Marine.

Entre crochets [] figurent mes ajouts ou mes éventuelles précisions sur tel ou tel mot, ou telle ou telle expression.

ABRÉVIATIONS

Tout au long de cette étude, l'abréviation **DLM** désignera la **D**étermination des **L**ongitudes en **M**er.

Archives, bibliothèques et références bibliographiques

Les publications sont indiquées en italique.

Les abréviations les plus employées dans le texte principal sont soulignées et mises en caractères gras.

A.A.N. = Archives de l'Académie des Sciences de l'URSS (Saint-Petersbourg, Russie).

A.A.S. = Archives de l'Académie des sciences de l'Institut de France (Paris).

AD = Archives Départementales

ADBR = Archives Départementales des Bouches-du-Rhône.

ADC = Archives Départementales du Calvados.

ADH = Archives Départementales de l'Hérault.

ADLA = Archives Départementales de Loire-Atlantique.

A.F.A.S. = *Association Française pour l'Avancement des Sciences.*

A.I.H.S. = Archives Internationales d'Histoire des Sciences.

A.H.E.S. = *Archives for the History of Exact Sciences.*

AN, MAR = Archives Nationales, fonds Marine (CARAN, Paris).

Ann. Sci. = *Annals of Science.*

ARM = Académie [Royale] de Marine (Brest).

ARS = Académie Royale des Sciences de Paris.

ASPb = Académie Impériale des Sciences de Saint-Petersbourg.

BA = *Bibliographie Astronomique* (Jérôme Lalande, Paris, 1803).

B.D.L. = Bureau des Longitudes (Paris).

BM = Bibliothèque municipale.

BN ou BNF = Bibliothèque Nationale de France.

BSG = Bibliothèque Sainte-Geneviève, Paris. Papiers de Guy Pingré.

CARAN = Centre d'Accueil et de Recherche des Archives Nationales (Paris).

C.D.H.M. = *Chroniques d'Histoire Maritime* (Paris, A.N.).

C.H.E.M. = *Contribution à une approche Historique de l'Enseignement des Mathématiques* (Nantes, IREM).

C.R.C.S.S. = *Comptes Rendus du Congrès des Sociétés Savantes.*

C.T.H.S. = Comité des Travaux Historiques et Scientifiques.

CDT = *Connaissance des Temps.*

D.S.B. = *Dictionary of Scientific Biography* (C. Gillispie ed., New-York, 1970).

EMC = *Ephémérides des mouvemen[t]s célestes* (ARS, Paris).

F.R.S. = Fellow of the Royal Society of London.

HA 18 = *Histoire de l'Astronomie au XVIII^e siècle* (Jean-Baptiste Delambre, Paris, 1827).

HARS = *Histoire de l'Académie Royale des Sciences : avec les mémoires de mathématiques et de physique, pour la même année tirés des registres de cette académie* (Paris).

HASB = *Histoire de l'Académie des Sciences et Belles-Lettres de Berlin.*

Hist. = Partie Histoire des HARS.

JDS = *Journal des Sçavans* (Paris).

J.H.A. = *Journal for the History of Astronomy.*

J.I.N. = *The Journal of the Institute of Navigation.*

Mém. = Partie *Mémoires* des HARS.

OP = Bibliothèque de l'Observatoire de Paris (Paris).

OO IV A, 5 = *L. Euleri Opera Omnia, Correspondance vol. V.* [Juskevic et al., 1980].

OO IV A, 6 = *L. Euler Opera Omnia, Correspondance vol. VI.* [Juskevic et al., 1986].

Ph.Tra. = *Philosophical Transactions* [of the Royal Society of London] (Londres).

P.V. = Procès-verbaux.

PV ARS = *Registres manuscrits des procès-verbaux des séances de l'Académie Royale des Sciences* (Paris, AAS).

R.H.M.= *Revue d'Histoire des Mathématiques.*

R.H.S.= *Revue d'Histoire des Sciences.*

R.H.S.A.= *Revue d'Histoire des Sciences et de leurs Applications.*

R.M. = *Revue Maritime.*

R.M.C. = *Revue Maritime et Coloniale.*

R.S. = Royal Society of London.

SAV ETR = *Mémoires de mathématiques et de physique présentés à l'Académie Royale des Sciences, par divers Sçavans & lus dans ses assemblées, dits « Mémoires des Savants Etrangers ».* On emploie le raccourci SAVants ETRangers.

SHM = Service Historique de la Marine.

SHM B = Service historique de la Marine à Brest.

SHM T = Service historique de la Marine à Toulon.

SHM V = Service historique de la Marine à Vincennes (Pavillon de la Reine au Château de Vincennes).

S.T.P.= *Sciences et Techniques en Perspective.*

S&T= *Sky and Telescope.*

S.V.E.C.= *Studies on Voltaire and the Eighteenth-Century.*

Vis. Astr.= *Vistas in Astronomy.*

Notes bibliographiques

Chap. ou chap. = chapitre.	p. = page (simple).
Dir. ou dir. = dirigé par ou, directeur de l'édition...	pp. = renvoi aux pages...
div. = division.	pl. = planche.
Ed. = Editions...	R. = Rapport.
ed. = édité par...	rééd. = réédité en ou réédité par...
Fig. ou fig. = figure.	s.d. = sans date.
fol. = folio ou feuillet	s.l.n.d. = sans lieu ni date.
infra = plus loin dans le texte.	supra = plus haut dans le texte.
M. = Mémoire.	T. ou t. = tome
Ms = manuscrit.	tab. = table ou tableau.
n.p. = non paginé.	Vol. ou vol. = volume

INDEX DES PLANCHES HORS-TEXTE

I Première Partie

Planche I.1.1 : Article « LONGITUDE » extrait du *Dictionnaire universel de Mathématique et de Physique* de M. Savérien, 1753, Paris, Rollin et Jombert, tome II, pp. 80-84. [Archives de l'Académie des Sciences de l'Institut de France à Paris].

Planche I.2.1: Quelques pages de *Astronomie nautique* (1743) de Maupertuis [Clichés médiathèque de la Ville de Nantes. Extrait des *Œuvres*, 1768, T. IV, [Nantes, 60.055]].

Planche I.2.2 : Portraits de Maupertuis, de P. Bouguer et de J. Lalande.

I Seconde Partie

Planche II.1.1: Frontispice des *Ephémérides des mouvemens célestes* édités par Lacaille en 1755 [d'après SHM Brest, 1993].

Planche II.1.2 : Pages-titre des *Etrennes Nantaises ecclésiastiques civiles et nautiques*, avec les tables de la déclinaison du Soleil pour l'année 1778 [Clichés Médiathèque de la Ville de Nantes].

Planche II.1.3 : Tables des *Etrennes mignonnes, curieuses et utiles etc.*, année 1740 [Clichés Médiathèque de la Ville de Nantes].

Planche II.2.1: Privilège de l'édition de la CDT pour 1679 [Cliché Médiathèque de la Ville de Nantes].

Planche II.2.2 : Page titre de la CDT pour 1689 (Paris, 1689) [Cliché Médiathèque de la Ville de Nantes].

Planche II.2.3 : Notice que Lalande consacre à la querelle Le Fèvre-La Hire en 1700-1701 [Lalande, 1803, BA, pp. 341-344] [BNF, Gallica].

Planche II.2.4 : Privilège accordé à l'Académie Royale des Sciences pour l'impression de la CDT [Cliché Médiathèque de la Ville de Nantes].

Planche II.2.5 : Page titre de la CDT pour 1711 (Paris, 1710) et frontispice de la CDT pour 1716 [Cliché Médiathèque de la Ville de Nantes].

Planche II.2.6 : Frontispices et pages titres de la CDT pour 1732 (par Godin) et pour 1740 (par Maraldi). [Clichés Médiathèque de la Ville de Nantes].

Planche II.2.7 : Portraits de J. Lalande, P. Méchain, P. Lévêque, N. Lepaute [Cliché BNF].

Planche II.2.8 : Pages-titre de divers volumes de la CDT sous la direction de Lalande et de Méchain [Clichés Médiathèque de la Ville de Nantes].

Planche II.2.9 : Page-titre et « Avertissement » pour la CDT pour 1791 (Paris, 1789), par Pierre Méchain. Première édition de la CDT sous sa forme d'éphémérides nautiques. [Archives de l'Académie des Sciences de l'Institut de France à Paris].

Planche II.3.1 : Extraits de la CDT pour 1774 (Paris, 1772) par Lalande : les premières tables des distances lunaires dans la CDT, janvier 1774, pp. 12-13; Explications, pp. 262-263. [Clichés Médiathèque de la Ville de Nantes].

1 Troisième Partie

Planche III.1.1 : Représentation des figures extraites des ouvrages de Pierre Apian sur les distances lunaires et l'emploi du bâton de Jacob. Figure 1 : Extrait de la page titre de *Introductio Geographica Petri Apiani Veneri Annotationes* (Ingolstadt, 1533) de Pierre Apian sur laquelle sont représentés des géographes observant les distances lunaires (cartographie) à l'aide du bâton de Jacob (ou arbalète ou arbalestrille). Figure 2 : Extrait de la *Cosmographie* (Ingolstadt et Landshut, 1524) de Pierre Apian sur l'observation des distances lunaires à l'aide du bâton de Jacob, montrant l'effet de la parallaxe de la Lune sur les observations (alors ignorée dans les corrections des observations).

Planche III.1.2 : La première page du mémoire de Halley [*Phil. Trans.*, 1731, vol. 31, n° 421, p. 185]. [BNF, Gallica].

Planche III.1.3 : Portraits de Joseph-Bernard marquis de Chabert et de Jean-Baptiste d'Après de Mannevillette [d'après Chapuis, 2000].

Planche III.1.4 : Planche de calculs astronomiques extraite du récit du voyage de Chabert en Amérique du Nord [Chabert, 1753, p. 288]. [Archives de l'Académie des Sciences de l'Institut de France, Paris].

Planche III.1.5 : Planche extraite du *Guide du navigateur* de Pierre Lévêque (Nantes, 1778) précisant un calcul de longitude [Cliché Médiathèque de la Ville de Nantes].

Planche III.2.1 : Extraits du *Mémoire sur l'observation des longitudes en mer* de Lacaille et portrait de Lacaille [Lacaille, 1759]. [Archives de l'Académie des Sciences].

Planche III.2.2 : Portrait du chanoine Alexandre-Gui Pingré [Extrait de Alfred Lacroix, 1938, *Figures de Savants*, t. III, Paris, Gauthier-Villars].

1 Quatrième Partie

Planche IV.1.1 : Extrait du mémoire de Legentil sur le saros de Halley [Legentil, 1756a, pp. 61-64. Clichés Médiathèque de la Ville de Nantes]. Legentil examine l'hypothèse de Halley du retour des erreurs des tables de la Lune à l'issue d'un saros.

Planche IV.1.2 : Extrait du mémoire de Lacaille sur les longitudes en mer [Lacaille, 1759, pp. 65-67] [Archives de l'Académie des Sciences de l'Institut de France à Paris].

Planche IV.1.3 : Extraits des tables astronomiques de Halley, publiées par l'abbé Chappe d'Auteroche (Paris, 1754, pp. 196-197). Observations de la Lune et indication des erreurs des tables, d'après la comparaison entre les observations et les tables, pour les années 1727 et 1728. Les écarts sont au maximum de 5' environ.

Planche IV.1.4 : Le mémoire du marquis de Chabert sur la longitude de Buenos-Aires, lu à l'ARS le 15 février 1748 [SAV ETR, I (1750), pp. 411-419, d'après le document numérisé par la B.N.F., Gallica].

Planche IV.1.5 : Reproduction du mémoire de Vausenville *concernant la recherche de l'erreur des tables astronomiques lunaires de M. Halley, le 26 octobre 1753* [SAV ETR t. III, pp. 25-28]. [BNF, Gallica].

Planche IV.2.1 : Portraits d'Alexis Clairaut [Archives de l'Académie des Sciences de l'Institut de France, Paris] et de Tobias Mayer [d'après Forbes, 1974].

Planche IV.2.2 : Extraits du mémoire de Clairaut « Construction des tables de la parallaxe horizontale de la Lune » [Clairaut, 1752b, p. 153 et p. 150]. [BNF, Gallica].

Planche IV.2.3 : Comparaison des parallaxes horizontales de Clairaut et des observations effectuées à Berlin réduites par Lalande [Lalande, 1756, p. 378]. [Clichés Médiathèque de la Ville de Nantes].

Planche IV.2.4 : « *Remarques sur les tables du mouvement horaire de M^r. Clairaut* » [AD H, D.128, fol. 212r°, sept. 1788].

Planche IV.2.5 : Extrait du mémoire de Clairaut sur le mouvement horaire de la Lune [Clairaut, 1752c, p. 622, Archives de l'Académie des Sciences de Paris].

PREMIÈRE PARTIE - CHAPITRE 1

I.1

**GLOIRE ET FORTUNE :
DE L'UTILITÉ DES PRIX POUR L'« INVENTION DU SECRET DES
LONGITUDES » AU XVIII^e SIÈCLE**

PLAN

**I. DE L'UTILITÉ DES PRIX : IMPORTANCE DU LONGITUDE ACT DE 1714 ET DU
PRIX ROUILLÉ DE MESLAY (1720-1787)**

I.1 Le *Longitude Act* de 1714 et sa réception en France.

I.1.1 Le prix britannique des longitudes.

I.1.2 Regards Français sur le *Longitude Act*.

I.2 1714-1719 : l'émergence des récompenses françaises.

I.2.1 Encourager les recherches.

I.2.2 Les promesses du Régent, le duc Philippe d'Orléans

I.3 L'échec relatif du prix Rouillé de Meslay : un équivalent français au *Longitude Act* ?

I.3.1 Le prix Rouillé de Meslay ou prix de l'Académie des sciences au XVIII^e siècle.

I.3.2 Les prix de navigation décernés entre 1720 et 1787.

I.3.3 Quelques commentaires sur le prix de navigation Rouillé de Meslay.

**II. ESQUISSE D'UN INVENTAIRE DES MÉMOIRES SUR LA LONGITUDE DÉPOSÉS
AUPRÈS DES INSTITUTIONS FRANÇAISES (1720-1795)**

II.1 Classement des mémoires relatifs aux longitudes dans les Archives du *Board of Longitudes*.

II.2 Le dépôt des mémoires sur les longitudes en France.

II.3 La liste des mémoires : sources et analyse.

II.3.1 Conditions et limites de son élaboration.

II.3.2 Les sources et la méthodologie suivie.

II.3.3 Analyse sommaire.

On sait, par les travaux des historiens de la Marine, l'importance accordée par divers royaumes aux problèmes de la navigation astronomique dès le XV^e siècle. Même si les sources divergent encore à ce sujet, de nombreuses récompenses furent promises dès la découverte de nouveaux continents par les colons portugais et espagnols au XV^e siècle, afin de sécuriser et maîtriser les routes maritimes commerciales.

Le prix le plus célèbre fut celui proposé par les Etats des Provinces-Unies hollandaises au XVII^e siècle et le prétendant le plus notoirement connu à cette récompense fut Galilée. Après avoir développé dans un but commercial sa lunette astronomique à la fin de l'année 1609, il découvrait les satellites de Jupiter au tout début de l'année 1610. Cette découverte devait conduire certains astronomes à envisager de nouveaux procédés pour déterminer les longitudes en mer. C'est notamment le cas de l'astronome provençal Peiresc en 1611¹. Entre les années 1620 et 1630, Galilée imagine des moyens pour tenter de stabiliser les lunettes afin que tout navigateur puisse observer confortablement les éclipses, immersions et émergences, des satellites de Jupiter et ainsi déterminer sa longitude. Le 13 août 1636², il soumet au jugement de l'amiral Laurens Reael sa méthode : à l'aide de tables des instants de début et fin d'éclipses de ses satellites par Jupiter, et une lunette stabilisée, les longitudes sont à la portée des navigateurs. Vaine tentative qui sera définitivement rejetée par l'amiral de la flotte hollandaise. Galilée ne serait donc pas le premier à découvrir le « secret des longitudes »³.

Quoique l'histoire fourmille de multiples revendications de toutes natures, il faut attendre le dix-huitième siècle pour que se déclarent en France et en Angleterre, les premiers encouragements matériels et substantiels aux recherches sur l'amélioration des conditions de navigation en général.

Les stratégies et les motivations sont différentes dans les deux pays. Si l'Angleterre manifeste une très grande considération pour sa Marine, la France entretient avec la mer et ses marins des relations très ambiguës. Mal aimée et déconsidérée, la Marine française ne sera jamais jugée essentielle et vitale pour le royaume. Il manque la condition suprême, la volonté royale de développer une véritable Marine. Au contraire, l'Angleterre saura concevoir des structures efficaces permettant à sa Marine d'œuvrer et de s'améliorer dans de bien meilleures conditions qu'en France. La plus célèbre des institutions dédiée au perfectionnement de la navigation est le *Board of Longitude*, le *Bureau des Longitudes* britannique, organisation qui centralisa, au cours du XVIII^e siècle, l'ensemble des recherches sur la navigation

¹. Voir Marguet, 1931 ; North, 1989 ; Van Helden, 1996 ;

². Galilée, *Le Opere*, tome XVI, lettre 3337, pp. 463-468.

³. Voir North, 1989, article paru dans *Old and New Questions in Physics, Cosmology, Philosophy and Theoretical Physics*, A.van der Merwe (Ed.), New York, Plenum, 1983, pp. 689-717.

scientifique et distribua quelques bourses de recherches. Il faudra attendre le mois d'août 1795 pour voir en France, l'idée d'un bureau du même genre être affirmée par l'abbé Grégoire (1750-1830)⁴.

Après avoir brièvement rappelé les conditions dans lesquelles le très important *Longitude Act* britannique fut prononcé dans le courant de l'année 1714, et avoir rassemblé ce que l'on sait de la création du prix Rouillé de Meslay en France — ou prix de navigation de l'ARS — entre 1716 et 1719, ce chapitre se propose de rechercher de quelle nature a pu être l'influence de ces deux promesses de récompenses sur l'activité scientifique nautique en France.

I. DE L'UTILITÉ DES PRIX : IMPORTANCE DU *LONGITUDE ACT* DE 1714 ET DU PRIX ROUILLÉ DE MESLAY (1720-1787)

I.1 LE *LONGITUDE ACT* DE 1714 ET SA RÉCEPTION EN FRANCE

I.1.1 Le prix britannique des longitudes

Le grand spécialiste de la navigation astronomique britannique, Derek Howse, rappelait en 1978 comment le bureau britannique des Longitudes, avait été créé par un acte royal britannique en 1714⁵. Il n'est pas dans notre propos de reprendre toutes les études précédentes traitant de la naissance du *Board* ; il s'agit seulement d'en rappeler les principales étapes afin de mieux assurer la comparaison avec les entreprises françaises.

Au XVII^e siècle, la nécessité d'améliorer la cartographie de leurs royaumes respectifs, avait conduit les deux principales nations sensibles aux progrès scientifiques, la France et l'Angleterre, à fonder des Observatoires royaux. En 1667, Louis XIV décide de fonder l'Observatoire royal de Paris. Achevé en 1672, l'observatoire est confié à Jean-Dominique Cassini (1625-1712)⁶. Devant la concurrence, le roi Charles II d'Angleterre ordonne en 1675 la construction d'un Observatoire dans le parc royal de Greenwich. La mission confiée au premier *Astronomer Royal* d'Angleterre, John Flamsteed (1646-1719) est clairement établie dès la création de cet établissement, comme elle l'est aussi pour le directeur de l'Observatoire de Paris :

⁴. Morando, 1976, Voir Fauchon, 1989. Cf. aussi la page histoire du site Web du Bureau des Longitudes et de l'IMCCE (Institut de Mécanique Céleste et de Calcul des Ephémérides). Voir aussi un court rappel des faits, infra, chap. II.2.

⁵. Howse, 1978, pp. 413-425. A cette époque, D. Howse était Chef du département de Navigation et Astronomie au National Maritime Museum à Greenwich.

⁶. Voir Bartholot, 1980 ; Couderc, 1968 ; Danjon, 1963.

« *L'astronome royal appliquera immédiatement tous ses soins et toute son activité à rectifier les tables des mouvements célestes et les positions des étoiles fixes, dans le but de donner les moyens de déterminer les longitudes pour le perfectionnement de l'art de la Navigation* »⁷.

Améliorer les cartes et résoudre le problème des longitudes en mer : voilà les missions assignées aux astronomes royaux de France et d'Angleterre à la fin du XVII^e siècle.

La plupart des auteurs⁸ situent la volonté du Parlement britannique d'attribuer une récompense considérable à qui déterminerait la longitude avec une précision suffisante, à la suite du naufrage d'une partie de la flotte de l'Amiral Clowdisley Shovel les 22-23 octobre 1707 dans les récifs des îles Scilly (les Îles Sorlingue) au large de la Cornouaille⁹. La raison de ce naufrage en est habituellement attribuée à la mauvaise qualité du point astronomique (latitude et longitude), et la méconnaissance des longitudes portées sur les cartes. Toutefois, d'autres auteurs laissent entendre que ce naufrage qui coûta la vie à 800 marins et à l'amiral de la flotte, n'eut peut être rien à voir avec l'incertitude sur la longitude des navires¹⁰. Quoi qu'il en soit de cette affaire, cette tragédie secoua suffisamment les esprits, d'autant plus qu'en 1711 plusieurs bâtiments de transport de la flotte britannique ayant dérivés en longitude de plus de onze degrés en 24 heures, furent perdus près de l'estuaire du Saint-Laurent¹¹.

En avril 1714, deux mathématiciens anglais, William Whiston (1667-1752) et Humphrey Ditton (1675-1715), déposèrent devant le Parlement britannique une pétition signée par des commandants et capitaines de la Marine, ainsi que par des marchands londoniens, demandant qu'une récompense soit accordée à qui découvrirait le « secret des longitudes »¹². Dans cette pétition, les deux mathématiciens proposaient leur propre méthode. Leur idée consistait à disposer régulièrement le long des principales routes maritimes et commerciales, une série de bateaux-phares qui illumineraient l'horizon régulièrement. Cette proposition fut rejetée car jugée extrêmement bizarre¹³. Mais Isaac Newton et Edmund Halley, membres d'une commission parlementaire chargée d'examiner la pétition, se prononcèrent en faveur d'une récompense qui serait remise à celui qui découvrirait le moyen de déterminer la longitude dans des limites qui devaient être précisées.

7. Traduit et mentionné par B. Morando, 1971, pp. 186-187.

8. Howse, 1978; Stimson, 1996, p. 81.

9. Voir l'étude du commandeur May (1960) la plus complète sur le sujet. Une partie de La flotte britannique revenait d'un engagement contre la France en Méditerranée, laissant l'autre contrôler le détroit de Gibraltar (ainsi que quelques ports) tombé entre les mains britanniques en 1702.

10. May, 1960; Andrewes, 1996, p. 207, n. 79; Howse, 1980, p. 47.

11. Howse, 1978, p. 414.

12. Howse, 1980, pp. 47-51.

13. Howse, 1980, pp. 48-50 : cette proposition fut jugée si bizarre qu'elle donna naissance à une ritournelle se moquant de Whiston et de Ditton.

On peut remarquer la célérité des décisions britanniques : une première pétition déposée en avril, une seconde en mai. Le parlement décide en mai d'en appeler à la reine Anne¹⁴. L'acte royal est proposé en juin 1714 : il promet de splendides récompenses d'un montant total de 20 000 £¹⁵ (vingt fois plus en Livres de France ou environ 250 000 livres sterling actuelles¹⁶), sans commune mesure avec les récompenses ou les prix qui seront proposés en France (exposés plus loin). Le décret royal est promulgué le 3 juillet 1714 et signé le 20 juillet¹⁷ : *An act for Providing a publick Reward for such Person or Persons as shall Discover the Longitude at Sea*¹⁸.

Cet acte ne se contente pas de promettre de belles récompenses. Il se « caractérise par une exceptionnelle rationalisation de ses critères en fonction du but fixé » pour reprendre l'expression de P. Despoix¹⁹. L'acte fixe les objectifs à atteindre en terme de précision nécessaire du point astronomique en mer; il fournit aux astronomes les structures leur permettant de rassembler, de centraliser les propositions qui seraient soumises à leur jugement; il procède à un financement public de la recherche, prévoyant un fonds destiné à être distribué en bourses de recherches²⁰.

Un bureau des longitudes est créé : le *Board of Longitude*. Le bureau est composé pour moitié de parlementaires et de représentants des Commons, et pour l'autre moitié, d'officiers de la marine royale et marchande, de l'astronome royal de l'Observatoire de Greenwich²¹, de deux professeurs de mathématiques de Cambridge et d'Oxford, ainsi que dix autres personnes désignées (le président de la Royal Society, etc.)²². Ce jury de vingt-deux commissaires chargé d'examiner les propositions de DLM, est représentatif de diverses couches de la société : responsables politiques et administratifs, savants et

¹⁴. Anne Stuart (1665-1714), reine de Grande-Bretagne de 1702 à 1714. Le « Longitude Act » est signé dans la douzième et dernière année du règne d'Anne Stuart.

¹⁵. Selon Lalande (CDT 1767, p. 205) 20 000 £ = 469 670 Livres de France. 1 Livre Sterling = 23,4835 Livres de France en 1765. Les prix octroyés par le *Board of Longitude* sont de 3000 £ = 70 451 Livres de France, et de 500 £ = 11 742 Livres de France. Jeaurat estime à 68 500 Livres pour le prix de 3000 £ attribué à la Veuve de Mayer [CDT 1786 (Paris, 1783), pp. 198-199], ce qui donne 1 £ = 22,83 Livres de France environ en 1783.

¹⁶. Howse, 1978, p. 415.

¹⁷. Marguet, 1931, p. 77-78; Howse, 1978; Despoix, 2000, p. 209-210.

¹⁸. Stimson, 1996, p. 80, n. 23 (Act 12 Anne cap. 15 (1714)). Une traduction de cet acte se trouve aux Archives de la Marine au CARAN à Paris : AN, MAR, G91, fol. 20 (3 pages), s.l.n.d.

¹⁹. Despoix, 2000, p. 209.

²⁰. Howse, 1980, pp. 47-56.

²¹. Le poste d'*Astronomer Royal* avait été créé à l'origine pour l'astronome anglais John Flamsteed, premier directeur de l'Observatoire Royal de Greenwich (R.O.G.). Flamsteed occupa le poste de 1675 à 1719. Il eut comme successeurs au XVIII^e siècle : Edmond Halley, de 1720 à 1742; James Bradley de 1742 à 1762; Peter Bliss de 1762 à 1764; Nevil Maskelyne de 1765 à 1811.

²². Voir infra, Savérien, 1753, II, pp. 82-83.

éducateurs, usagers de la mer, marins de la marine marchande et militaire, ceux-là même qui avaient avec leurs pétitions sollicité la mise en place de la commission parlementaire.

Les récompenses sont destinées aux méthodes qui « *auront été vérifiées et trouvées pratiques et efficaces en mer* » par la majorité des commissaires. Elles sont fonction de la précision avec laquelle les méthodes donneront la longitude²³ :

- 10 000 £ si la position du navire est donnée à 60 milles nautiques²⁴ près à l'équateur; l'erreur maximale sur la longitude est alors inférieure à 1° (position du navire donnée à 110 km près);

- 15 000 £ si la longitude est en deçà de 40 milles ou donnée à $\frac{2}{3}$ de degré près à l'équateur (position à 70 km près);

- 20 000 £ si la longitude est en deçà de 30 milles ou à un demi-degré près à l'équateur (position à 50 km près).

Isaac Newton résuma en 1714 les principales méthodes de détermination des longitudes en mer :

La première est de posséder une montre qui marque l'heure avec exactitude; mais en raison du mouvement du bateau, de la variation de la chaleur et du froid, de l'humidité et de la sécheresse, et de la différence de gravité sous des latitudes différentes, une telle montre n'a pas encore été inventée.

Une autre est d'utiliser les éclipses des satellites de Jupiter : mais en raison de la longueur du télescope requis pour les observateurs et à cause du mouvement du bateau, il n'est pas encore possible de les observer.

Une troisième est suivant la position de la Lune ; mais sa théorie n'est pas suffisamment exacte pour ce but : elle est suffisamment exacte pour déterminer sa longitude à deux ou trois degrés mais pas à un degré près²⁵.

²³. Forbes, 1974, pp. 1-2 ; Howse, 1978, p. 415. Voir infra, notre encadré III.1.2, (chap. III.1) pour une estimation des répercussions de l'erreur des observations sur la longitude terrestre déduite, et l'introduction au chapitre IV.1 pour les répercussions de l'erreur des tables de la Lune sur cette même longitude.

²⁴. Le mille nautique est l'unité de distance du marin : il correspond à la valeur de l'arc intercepté à la surface du globe par un angle d'une minute d'arc. Le méridien terrestre a une longueur (moyenne) de 40 000 km. Le mille nautique vaut alors : $\frac{40000 \text{ km}}{360 \times 60} \approx 1\,852 \text{ m} = 1,852 \text{ km}$ [Brassier, 1998, p. 9]. Il est important de noter les analogies entre distances en milles et angles en degrés : 140 milles valent $140/60 = 2^{\circ}20'$. etc. Analogie : 1 mille = 1' = 1,852 km.

²⁵. I. Newton, *House of Commons Journal*, 11 juin 1714, cité par Howse, 1978, pp. 414-415. On trouve une autre mention en anglais de ce texte à partir de Howse, 1980, pp. 50-51, avec la date du 25 mai 1714.

En effet, pour obtenir la position du navire à un demi-degré près, selon la dernière condition du prix britannique, les astronomes devaient être en mesure d'établir des tables donnant la position de la Lune à une minute d'arc près (Voir infra, quatrième partie).

Suivant en cela Philippe Despoix²⁶, remarquons qu'il ne faut pas chercher de hiérarchie dans cette énumération de procédés pour trouver la longitude. Le *Longitude Act* ne prévoit pas de méthode particulière ; il ne prévoit que des critères et des protocoles de vérifications. La première moitié de la récompense doit être versée dès que les commissaires jugent la méthode « utile et praticable à la mer » — libellé bien ambigu, source de contestations —, l'autre moitié devant être versée après essais en mer des méthodes proposées, à bord d'un navire devant naviguer d'un port britannique vers les Iles des Indes orientales²⁷. Il est indiqué que la navire ne doit pas dériver en longitude de plus qu'il n'est précisé dans les critères d'attribution des récompenses.

Les énormes récompenses promises suscitèrent l'intérêt et un très grand nombre de méthodes furent proposées dans les années qui suivirent. L'ensemble des archives du *Board* occupe 55 volumes de manuscrits. Les méthodes de DLM en occupent une dizaine. Toutefois, Howse précise que les premières bourses de recherches ne semblent pas avoir été distribuées avant juin 1737, date à laquelle la première montre de John Harrison — futur vainqueur quasi-universel du prix des longitudes en 1765²⁸ — fut examinée.

En 1771, l'acte de la reine Anne fut révoqué. La récompense de 20 000 £ ayant déjà été distribuée, le prix pour des chronomètres de marine fut ramené à 10 000 £. Ce prix ne fut distribué qu'en partie des années plus tard (Thomas Mudge, John Arnold, Thomas Earnshaw)²⁹.

Le but de cette étude n'est pas de retracer l'histoire des longitudes sous le regard de l'horlogerie, histoire qui a déjà fait l'objet de remarquables et précieuses études³⁰. Mais remarquons que l'histoire est trop souvent encore regardée du seul point de vue britannique³¹. Sans nier les influences énormes britanniques sur le développement de la science nautique française, il faut toutefois noter que les chronomètres de marine employés dans la marine française sont l'œuvre des Berthoud et des Leroy,

²⁶. Despoix, 2000, p. 213.

²⁷. Forbes, 1974, pp. 1-2.

²⁸. Howse, 1978, p. 415. Voir le best-seller de Dava Sobel, 1995, *Longitude*, JC Lattès.

²⁹. Howse, 1978, p. 418.

³⁰. Gould, 1923; Marguet, 1931; Guyot, 1968; Bourgoïn et Lacombe, 1993; Cardinal, 1984 et 1996; Randall, 1996.

³¹. Les actes du colloque « Longitude » qui s'est tenu à Harvard en 1993 sont significatifs à cet égard. Outre la richesse de cet ouvrage (Andrewes, 1996, *The Quest for Longitude*), la consultation de la bibliographie laisse pantois : une seule référence à l'abbé Lacaille par exemple et qui ne concerne même pas son mémoire sur les longitudes en mer (Lacaille, 1759), dans lequel il propose le modèle de ce qui deviendra le *Nautical almanac* britannique en 1766. Il y a évidemment d'autres exemples aussi parlants. Le best-seller *Longitudes* de Dava Sobel entérine cette vision anglo-saxonne du développement de la science des longitudes.

« artistes » français. La raison de cette vision à sens unique de l'histoire des longitudes est le défaut d'études purement françaises sur le sujet.

Les échanges et emprunts mutuels entre savants et artistes français et anglais sont flagrants et j'ai cherché à les dénouer en partie tout au long de ce travail.

I.1.2 Regards français sur le *Longitude Act*

Le *Longitude Act* provoqua-t-il un choc en France ? Exerça-t-il un pouvoir de fascination dans les esprits des savants français et dans la société maritime française ? Un premier moyen d'en juger est d'examiner le contenu des diverses publications à caractère encyclopédique, témoins de la considération que les Lumières portent à ce sujet. Elles ne nous confient toutefois que le regard de savants encyclopédistes tels que d'Alembert et Lalande ou le lyonnais Alexandre Savérien.

La planche I.1.1 reproduit l'article écrit en 1753 par Alexandre Savérien dans son *Dictionnaire Universel de Mathématique et de Physique*, de loin le plus précis et exhaustif sur le prix britannique.

Une comparaison avec quelques archives du fonds Marine aux Archives Nationales montre que Savérien ne s'est pas contenté de traduire l'acte du Parlement britannique³². Il en a fait une adaptation pour son dictionnaire, de manière à en extraire l'essentiel.

Voici sommairement décrit dans la liste suivante le contenu de l'article LONGITUDE extrait de quatre références les plus importantes, classées selon leur ordre chronologique.

1 *Dictionnaire universel de mathématique et de physique*, de Savérien, Paris, 1753, tome II, pp. 82-83. Son auteur, le lyonnais Alexandre de Savérien³³, lui consacre la plus longue notice, donnant une traduction, datée par erreur de l'année 1713. Savérien rappelle les tentatives passées pour rechercher les longitudes, avant de donner de grands détails sur le Longitude Act britannique. Savérien fournit d'amples détails sur la constitution du Bureau des Longitudes et la composition de ses membres.

1 *Encyclopédie de Diderot et d'Alembert*³⁴, t. IX, 1765, pp. 685-688. L'article est signé d'Alembert (O). D'Alembert dresse l'inventaire des méthodes destinées à déterminer les longitudes, et ne mentionne que très sommairement l'existence de récompenses promises par les Anglais (p. 685). Par

³². AN, MAR, G91, fol. 20-22, s.l.n.d., « Acte. Pour mesurer les principaux ports et promontoires des Côtes de la Grande Bretagne et de l'Irlande, comme aussi des Iles et Plantations y appartenantes (sic), afin d'en pouvoir plus exactement déterminer la longitude et latitude. Fait dans la quatorzième année du Règne de Georges II ».

³³. Ingénieur de la Marine, mathématicien et physicien en 1750. Il est notamment l'auteur en 1752, d'un *Traité des instruments propres à observer les astres sur mer*, Paris, Jombert

³⁴. Pour les articles d'astronomie de d'Alembert dans l'*Encyclopédie*, : Humbert, 1951; Lelay, 1997.

ailleurs, d'Alembert consacre une bonne partie de son article aux méthodes lunaires, dont il est alors l'un des promoteurs, se référant à plusieurs reprises à Maupertuis et à ses travaux sur la parallaxe de la Lune (voir chapitre suivant). Les récompenses ne semblent pas apparaître aux yeux de d'Alembert d'une extrême importance.

1 ***Relation des dernières expériences faites en Angleterre pour la découverte des Longitudes, Lalande, CDT pour 1765 (Paris, 1763), pp. 222-251.*** Bien que la *Connaissance des temps* (CDT) ne soit pas a priori une publication de nature encyclopédique, Lalande, dès la prise en charge en 1759 de sa rédaction, a voulu lui donner un caractère de référence bibliographique³⁵. Les mémoires publiés dans la CDT entre 1760 et 1774 constituent la base de bien des publications ultérieures de Lalande, notamment dans son *Astronomie* (Paris, 1764, 1771). Dans ce volume de la CDT, Lalande dresse l'historique (et l'origine) du prix des Longitudes et traite de la récompense remise à John Harrison. Une grande partie de son mémoire est consacrée aux essais entrepris à diverses époques pour le contrôle de ses montres. Au moment où il rédige ce mémoire, l'affaire est récente et toujours en cours. Lalande fait ici un résumé de ce qu'il a pu apprendre de cette histoire lors de son voyage en Angleterre au cours de l'année 1763³⁶, entre mars et juin de cette année. Ferdinand Berthoud se rendra aussi à Londres, ayant obtenu l'autorisation de voir les horloges marines de John Harrison au début mai 1763³⁷.

1 ***Encyclopédie méthodique mathématiques, Paris, 1784, tome II, long article de Lalande, pp. 327-337.*** Lalande compile ses articles et ceux de ses prédécesseurs. L'article LONGITUDE de cette encyclopédie est un modèle d'exhaustivité ; il fait réellement le point sur les connaissances de l'époque et complète l'*Encyclopédie méthodique Marine* en donnant dans ses dernières pages le modèle des calculs de Borda (p. 336). C'est aux pages 331-332 que Lalande traite des récompenses proposées dans l'histoire des Longitudes. Il cite un extrait de HARS pour 1722 et des récompenses promises par le Régent (il reprend essentiellement en cela ce qu'écrit Pingré dans le voyage de Courtanvaux). Lalande reprend une partie de son mémoire publié dans la CDT pour 1765 et complète avec les essais de montres marines entrepris depuis la remise du prix des longitudes à John Harrison en 1765.

Aux yeux de Savérien et de Lalande, le *Longitude Act* constitue bien le moteur décisif des recherches sur les longitudes entreprises en Europe au XVIII^e siècle. Ils s'étendent longuement sur ce prix insistant soit sur les circonstances de sa proposition, soit sur ses conséquences. Lalande était plus

³⁵. Voir infra, chapitre II.2 et II.3. Deux chapitres étudient la publication et sa diffusion.

³⁶. Chapin, 1978; Monod-Cassidy, 1980. Ces deux études comportent des erreurs mineures, soit de nature historique (surtout chez Shapin) et scientifique (surtout chez Monod-Cassidy). Elles donnent toutefois de précieux renseignements sur les fréquentations de Lalande à Londres.

³⁷. Monod-Cassidy, 1980, p. 62.

impliqué que d'Alembert dans les développements de l'astronomie nautique et pratique. Pour un d'Alembert, c'est la curiosité intellectuelle, la compétition scientifique avec ses rivaux qui motive ses recherches sur les longitudes.

Lalande, le seul auteur tardif, regrette en 1784 l'avance qu'ont prise les Anglais dans le développement des techniques de navigation astronomique, à une époque où les navigateurs français commencent à peine à s'en servir ou envisagent de se familiariser avec ces techniques³⁸.

Bien évidemment, cette première lecture du *Longitude Act* n'est que partielle. Il faudrait dépouiller les gazettes à caractère littéraire pour avoir une impression plus juste de l'écho que reçoit l'annonce des somptueuses récompenses britanniques, surtout en temps de guerre ou en temps de paix³⁹.

Dans aucun de ces articles il n'est question du Prix fondé par l'Académie des sciences en 1716-1719, connu sous le nom de « Prix Rouillé de Meslay ». Ces auteurs ne considèrent pas ce prix comme une récompense attachée particulièrement aux longitudes, ce qui semble traduire une certaine inutilité de ce prix vis-à-vis d'une solution astronomique au problème des longitudes en mer. L'impact et l'importance de ce prix sont l'objet du paragraphe suivant.

I.2 1714-1719 : L'ÉMERGENCE DES RÉCOMPENSES FRANÇAISES

I.2.1 Encourager les recherches

Entre 1709 et 1714, l'abbé de Hautefeuille proposait plusieurs mémoires sur la DLM à l'aide d'observations des éclipses des satellites de Jupiter (ainsi que de prétendus nouveaux instruments d'observations sans importance pour la suite des recherches nautiques). Par ailleurs, il contestait — sans doute à juste titre — les compétences scientifiques ou mathématiques des pilotes. Ses mémoires se verront sanctionnés par trois rapports négatifs en l'espace de six mois : en décembre 1714 par l'académicien Renau d'Elisagaray⁴⁰, en février 1715 par le maître hydrographe brestois Coubard⁴¹, et enfin sévèrement par l'abbé Jean-Paul Bignon⁴² en mai 1715.

³⁸. *Encycl. Méth. Math.*, 1784, II, p. 334. Voir infra, partie III pour des considérations sur la diffusion des méthodes à la fin du XVIII^e siècle.

³⁹. Faute de temps et de place, je n'ai pas effectué cette recherche que je réserve à une étude ultérieure.

⁴⁰. Pour l'éloge de Renau, voir Fontenelle, 1740, t. II, pp. 91-123 : Bernard Renau d'Elisagaray (1652-1719), engagé dans la Marine, fut de 1679 à 1684 conseiller auprès de Seignelay, Colbert, de Tourville. Il est l'auteur en 1689 d'une *Théorie de la manœuvre des vaisseaux*. Académicien honoraire en 1699, il est proche des idées du P. Malebranche.

⁴¹. Maître d'hydrographie à Brest à la fin du XVII^e siècle. Il est l'auteur en 1693 d'un *Abrégé du pilotage* qui sera réédité et prétendument révisé par Pierre-Charles Le Monnier en 1766 (voir infra, chap. I.2).

⁴². Jean-Paul Bignon (1662-1743), bibliothécaire du Roi, neveu de Louis Phélypeaux comte de Pontchartrain (1643-1727), et cousin de Jean-Frédéric Phélypeaux comte de Maurepas (1701-1781) futur ministre de la Marine (de 1723 à 1749). Bignon est à l'origine du renouvellement du règlement de l'Académie royale des sciences en 1699, dont il fut le

Il est intéressant de s'arrêter au rapport de Renau, remis le 9 décembre 1714, car il pose d'une part, le problème de l'instruction et de la formation des pilotes, sujets de réformes entreprises depuis Colbert, et d'autre part, la nécessité de développer la « science des longitudes » :

Il est certain que quand les Commandants des vaisseaux obligeront les pilotes à être soigneux et exacts à toutes les choses de leur devoir, on naviguera d'une justesse surprenante, particulièrement si les Commandants eux-mêmes sont capables de toutes ces choses; ainsi les grandes erreurs dans lesquelles les navigateurs tombent, ne viennent que de paresse de négliger ou de trop de confiance plutôt que d'ignorance de la part des pilotes. Et à moins que ceux qui commandent ne soient d'une rigidité continuelle perseverante et constante, on se relâche infailliblement et de là vient la perte d'une infinité de vaisseaux et de matelots qui périssent.

Les longitudes dispenseroient les navigateurs de tous ces soins et de peines, et tout le monde navigueroient dans la perfection et sauveroient par conséquent une infinité de gens et de richesses [...] ⁴³

A l'image des Anglais en cette année 1714, il n'est plus question de perdre des navires parce que les pilotes ne savent pas comment mesurer la longitude et déterminer ainsi la position du navire.

Au moment même où l'Amirauté britannique se voit donc assistée d'un Bureau des Longitudes pour l'examen de nouvelles méthodes destinées à améliorer la navigation astronomique, l'Académie des sciences se voit offrir par le comte Rouillé de Meslay soucieux de contribuer au progrès des sciences, un fonds important destiné à promouvoir les développements scientifiques. Peu de temps après, selon certains auteurs, le Régent, le duc Philippe d'Orléans, offre une récompense à qui trouvera le secret des Longitudes.

Examinons brièvement ce que l'histoire et les historiens des sciences nous font connaître de ces deux prix quasi contemporains.

premier président.

⁴³. AN, MAR, G94, fol. 7v^o-8r^o: Rapport de Renau, daté du 9 décembre 1714 « concernant les instrumens proposés par l'abbé de Hautefeuille ».

I.2.2 Les promesses du Régent, le duc Philippe d'Orléans⁴⁴

Des sources apparemment divergentes

L'existence d'une promesse de récompense par le Régent est mentionnée par plusieurs auteurs. Mais les conditions précises dans lesquelles elle fut proposée restent encore floues. Aussi, en attendant des recherches plus approfondies, voici quelques éléments relatifs à cette affaire.

Dans son histoire des découvertes entreprises pour la découverte des longitudes, Lalande, en 1763, se réfère à *l'Histoire de l'Académie royale des sciences* pour 1722 quand il évoque les promesses du Régent⁴⁵. Une autre mention, importante par son contexte, de la promesse du Régent se trouve dans le récit du voyage du marquis de Courtanvaux⁴⁶, à bord de *l'Aurore* (en 1768-69), rédigé par Pingré et publié en 1768. Après avoir dressé un panorama historique des recherches entreprises pour découvrir le « secret des longitudes »⁴⁷, Pingré mentionne cette récompense promise par le Régent, renvoyant le lecteur à *l'Histoire de l'Académie royale des sciences* pour l'année 1722. Il laisse entendre que la fondation du prix Rouillé de Meslay et la récompense du Régent sont contemporains⁴⁸.

Beaucoup plus tardivement, dans son histoire de la navigation publiée en 1931, le Commandant Marguet, ayant lu Pingré et Courtanvaux, rapporte cette promesse à l'année 1722⁴⁹. Mais E. Guyot (1955)⁵⁰ cite une lettre du Régent datée du 15 mars 1716.

Devant la divergence de ces quelques commentaires tardifs, il était impératif de vérifier les sources et de faire le point sur l'action du Régent.

L'autorité de Fontenelle

Fontenelle⁵¹, incontournable secrétaire perpétuel et historien de l'Académie des sciences, est l'auteur d'un mémoire intitulé « A la recherche des longitudes en mer »⁵², publié dans le volume de

44. Philippe, duc d'Orléans (Saint-Cloud, 4 août 1674 - Versailles, 2 décembre 1723). Duc d'Orléans à la mort de Monsieur, son père et frère de Louis XIV. Au décès de Louis XIV, il se fait attribuer en septembre 1715, avec le titre de Régent, la présidence du Conseil de régence et la tutelle du futur roi Louis XV, alors seulement âgé de 5 ans. Il exerce ses fonctions jusqu'au 16 février 1723, majorité légale du jeune Louis XV âgé de 13 ans. Philippe d'Orléans devient Premier ministre du roi le 11 août 1723 [Viguerie, 1995, pp. 1251-1252 ; Picciola, 1999, pp. 41 et suiv., 85 et suiv.].

45. Lalande, CDT pour 1765 (Paris, 1763), p. 222.

46. François-César marquis de Courtanvaux (1718-1781). Il avait affrété à ses frais la frégate *l'Aurore*, pour un voyage d'essais scientifiques. Il s'agissait de la vérification des montres marines de Pierre Le Roy en vue du prix Rouillé de Meslay pour 1767-1769 (voir infra). Le voyage eut lieu entre mai et août 1767, en Manche. Courtanvaux était accompagné de Messier et de Pingré.

47. Pingré, 1768, pp. 15-16. Les méthodes pour déterminer les longitudes en mer sont examinées aux chapitre II (pp. 18-36) et chapitre III (pp. 36-54).

48. Pingré, 1768, pp. 15-16.

49. Marguet, 1931, p. 79.

50. Guyot, 1955, p. 9.

HARS pour l'année 1722. Se référant aux travaux que Jacques Cassini a entrepris depuis le début du siècle, Fontenelle dresse l'inventaire de toutes les méthodes possibles pour la détermination des longitudes en mer (DLM). Vers la moitié de son mémoire, Fontenelle mentionne une promesse de récompenses faite par le Régent en ces termes :

Maintenant il s'agit des longitudes sur Mer. Leur extrême importance a déterminé des Princes & des Etats, & en dernier lieu M. le Duc d'Orléans à promettre des grandes récompenses à qui les trouveroit. Feu M. Rouillé de Meslay ancien Conseiller au Parlement de Paris, a fondé un prix annuel, dont il a laissé le jugement à l'Académie, pour qui feroit en cette matière quelque découverte utile [...] ⁵³.

Fontenelle ne donne aucune autre information sur cette promesse de récompense. Ne précisant pas de date, il laisse ainsi entendre que les prix proposés au perfectionnement des longitudes et des mathématiques par le Régent et le comte de Meslay furent quasi contemporains et indépendants du *Longitude Act* britannique auquel il ne fait d'ailleurs aucune allusion dans son mémoire.

Dans son histoire des fondations de prix académiques, Ernest Maindron (1881) donne les éléments d'une version plus précise de cette histoire. Il cite une lettre écrite par Philippe d'Orléans, de Paris le 15 mars 1716 — qui constitue aussi la référence de Guyot (1955) — et adressée à Fontenelle :

Je vous renvoye, Monsieur, plusieurs Placets et Mémoires qui m'ont été adresses depuis quelques temps par des Auteurs de différens païs, persuadez qu'ils ont enfin trouvez le secret tant désiré de connoître exactement et facilement les longitudes. Quoy que j'aye grande peine à croire qu'ils ayent réussi, ny même que cette découverte soit bien possible, elle seroit si importante à la navigation, qu'il est juste de ne pas décourager ceux qui s'appliquent à la rechercher. Comme avant de découvrir leur secret, ils insistent tous à se voir assurer des récompenses, vous pouvez leur répondre en mon nom et sur ma parole que je feray payer la somme de 100 000 Livres au premier qui aura été assez heureux pour trouver cet admirable secret, aussitôt que l'Académie des sciences aura rendu témoignage de quelque Nation que puisse être l'inventeur. Vous ne sauriez même rendre trop publique l'assurance que je vous donne icy, et que vous aurez soin d'insérer dans les registres de l'Académie.

⁵¹. Bernard Le Bovier de Fontenelle (1657-1757). Secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences de 1697 à 1740. Premier pensionnaire-secrétaire nommé par Louis XIV le 28 janvier 1699. Mathématicien et philosophe.

⁵². HARS 1722 (Paris, 1724), Hist., pp. 96-107.

⁵³. Fontenelle, 1722, p. 102.

Philippe d'Orléans⁵⁴.

Les termes de cette lettre sont intéressants. Le montant de la récompense nous est précisé : 100 000 Livres de France. Loin d'être aussi fabuleuse que le montant du prix britannique, puisqu'elle n'en représente environ que le cinquième, cette récompense n'en reste pas moins importante. Par ailleurs, le Régent ne veut décourager aucune recherche. Précisant qu'il a reçu plusieurs propositions de méthodes de DLM, sa lettre témoigne de l'activité importante qui existe sur le sujet des longitudes à cette époque. Sans doute faut-il y voir l'effet *Longitude Act*⁵⁵. Aussi, n'est-il pas surprenant de lire que Philippe d'Orléans conseille à Fontenelle de rendre publique cette proposition de récompense et de l'insérer dans les registres de l'Académie⁵⁶.

Fontenelle et Jacques Cassini ont vraisemblablement eu accès aux mémoires auxquels le Régent fait allusion dans sa lettre. En effet, à la suite de l'extrait cité plus haut, Fontenelle, poursuivant son « état des lieux » sur le problème des longitudes, remarque que les méthodes proposées sont souvent défailiantes :

[...] On a été que trop encouragé à cette recherche ; plusieurs personnes très-incapables d'y réussir l'ont entreprise, & l'entreprennent encore tous les jours ; quelques-uns même ne savent pas ce qu'il faut chercher, ni quel est l'état de la question. C'est pour en instruire le Public, pour bien fixer les idées, & pour en donner même aux Mathématiciens, que M. Cassini a fait sur les Longitudes en mer un Ecrit, dont nous rapportons ici le précis [...]⁵⁷.

La suite de son mémoire est donc constitué d'un inventaire de toutes les méthodes de DLM alors envisagées par les astronomes et résumées par Cassini, afin d'orienter les recherches des savants dans la bonne direction, n'établissant aucune hiérarchie entre les différentes méthodes. Cet inventaire sera inexorablement repris par divers auteurs dans les décennies suivantes, sous des variantes courtes ou longues, proches ou éloignées de la version originale, jusqu'à l'avènement de la méthode des distances lunaires vers 1776-1780.

⁵⁴. Maindron, 1881, p. 23.

⁵⁵. Une piste de réflexion possible est constituée par le rapprochement avec l'Angleterre qu'opèrent, entre 1716 et 1721, Philippe d'Orléans et surtout l'abbé Guillaume Dubois (1656-1723) — conseiller d'Etat puis ministre des affaires étrangères —, pour freiner les prétentions de Philippe V d'Espagne sur le trône de Louis XIV [Viguerie, 1995, pp. 926-927 ; Picciola, 1999, pp. 108 et suiv.].

⁵⁶. Je n'ai pas encore pu retrouver trace de cette proposition dans les PV de l'ARS.

⁵⁷. Fontenelle, 1722, p. 102.

Maindron ajoute le commentaire suivant : « *L'Académie n'eut point occasion de décerner le prix, et la somme promise par le Régent ne fut jamais mise à sa disposition* »⁵⁸.

En dehors du passage de son mémoire publié dans le volume de HARS pour 1722 cité plus haut, la lettre du Régent ne fut jamais mentionnée par Fontenelle, puisque même les académiciens les mieux informés de l'Histoire, Delisle, Lalande et Pingré par exemple, ne semblent pas en connaître l'existence. Selon cette lettre, la promesse du duc d'Orléans serait donc datée de l'année 1716 et non de 1722 comme le feront la plupart des commentateurs se basant sur la seule source imprimée mentionnant cette récompense, le mémoire de Fontenelle. Mais ces quelques lignes suffiront à aiguïser l'appétit de nombreux prétendants à cette récompense.

Remarquons que les promesses du Régent marquent une rupture importante avec le règne de Louis XIV. Au décès de ce dernier, le premier septembre 1715, la Marine française est en mauvais état : peu de navires en état de naviguer, un manque cruel de fonds que souligne l'abandon des arsenaux, choix politiques qui privilégient plutôt la guerre de course (pour intercepter les ravitaillements ennemis) plutôt qu'une politique active d'armements navals⁵⁹. Avec cette promesse, le Régent et son Conseil de Marine (créé assez rapidement après la disparition de Louis XIV⁶⁰) affirment une volonté de donner une nouvelle impulsion et une nouvelle vie à la Marine française. Ils manifestent ainsi un certain souci de retrouver une part du souffle colbertien du développement d'une marine scientifique. Sans doute faut-il lire le mémoire de Fontenelle et considérer l'activité de Jacques Cassini sur le problème des longitudes dans cette perspective.

Ce sujet mérite une recherche plus complète dans les différentes archives de l'Ancien régime afin d'élucider ce qui s'est passé exactement lors de ces années 1715 à 1723 au sujet de ces promesses du Régent, et du contexte précis dans lequel elles sont émises.

Les longitudes dans l'air du temps

Une parenthèse pour revenir sur les propos que Fontenelle tient dans son mémoire de 1722. Il se réfère aux propositions de Cassini (II) :

⁵⁸. Maindron, 1881, p. 23. Maindron ne cite aucune autre référence que cette lettre.

⁵⁹. Picciola, 1999, pp. 95 et suiv. Cet auteur cite un extrait d'un mémoire postérieur à 1715, intitulé *Principes sur la Marine* [Archives Phélypeaux de Pontchartrain, B.N.F., département des manuscrits] : « *M. le comte de Pontchartrain [...] connaissait la marine, il en voulait le bien, mais il trouva tout contre lui. Des finances épuisées, le commerce éteint, une guerre à soutenir, des intrigues de cour à combattre et la prévention si ordinaire et si injuste qui rejette sur la conduite des ministres le malheur des temps dont ils ont souvent paré une partie* » [Picciola, 1999, p. 105].

M. Cassini est d'avis que l'on perfectionne toutes les méthodes, sans exception, qui ont les longitudes pour objet. Si ce n'est pas là résoudre le Problème dans le sens qu'il est proposé, & mériter la récompense promise, c'est du moins diminuer toujours de plus en plus un grand péril de la Navigation, & travailler solidement à l'utilité publique. Une méthode sera employée au défaut de l'autre selon les occasions, & il y aura toujours quelqu'une qui aura lieu; de plus l'incertitude qui restera à chacune, sera, ou levée, ou amoindrie, par le concours de plusieurs, selon qu'elles s'accorderont plus ou moins⁶¹.

Les propos de Cassini II résonnent étrangement avec les propos que tenait Newton en juin 1714, les termes du *Longitude Act*, et les propos du Régent. Insistons sur ce fait : ***Cassini ne dresse pas de hiérarchie dans les méthodes, et n'en privilégie aucune particulièrement.*** Son programme de recherche est simple mais terriblement lucide : ***il n'existe pas une seule méthode de DLM ; toutes sont valables et complémentaires les unes des autres.***

Il me semble que les propos de Cassini II rapportés ci-dessus constituent le programme ou les idées directrices des principes d'évaluation des méthodes de DLM proposées tout au long du XVIII^e siècle. Il est vraisemblable qu'ils ont influencé les rédacteurs des programmes du Prix Rouillé de Meslay. Ces programmes s'illustreront en effet par une (trop ?) grande diversité des sujets proposés.

Mais l'histoire va montrer que ce programme ne sera pas suivi par les astronomes de l'Académie. Chacun cherchera à imposer sa propre méthode de détermination des longitudes, oubliant leur complémentarité pourtant évidente⁶².

I.3 L'ÉCHEC RELATIF DU PRIX ROUILLÉ DE MESLAY : UN ÉQUIVALENT FRANÇAIS AU LONGITUDE ACT ?

Un important fonds légué à l'Académie est à l'origine d'un prix appelé Rouillé de Meslay, qui va peu à peu se transformer en prix ordinaire de l'Académie des sciences, confortant l'orientation académique et encyclopédique de la politique navale française initiée par Colbert⁶³. Ce legs qui allait déboucher sur un prix important stimulant une partie de l'activité scientifique au XVIII^e siècle, faisait suite à l'obtention

⁶⁰. Voir Picciola, 1999, ibid. Voir infra, annexe I.

⁶¹. HARS 1722 (Paris, 1724), Hist., p. 107.

⁶². Voir infra, partie III sur les débats concernant les méthodes lunaires et la querelle entre Le Monnier et Lacaille, exemplaire à cet égard.

⁶³. Hilaire-Pérez, 1997, p. 137 : « Marine française, marine des Lumières ».

en 1717 d'un nouveau privilège qui autorisait l'ARS à faire éditer « *tout ce que ladite Académie voudra faire paraître sous son nom après avoir fait examiner lesdits ouvrages [...]* »⁶⁴.

Il était intéressant de rassembler ici toutes les informations sur la fondation de ce prix et ses résultats partiels, et de faire le point à partir de quelques études récentes, livrant ainsi des données qui figurent seulement dans quelques écrits trop spécialisés.

I.3.1 Le prix Rouillé de Meslay ou prix de l'Académie des sciences au XVIII^e siècle⁶⁵

Fondation du prix et programmes

En septembre 1714, le comte Rouillé de Meslay (1656 -1715)⁶⁶, conseiller au Parlement de Paris, dépose un testament par lequel il lègue à l'ARS un fonds de 125 000 Livres destiné à récompenser diverses recherches sur la quadrature du cercle et autres découvertes en mathématiques⁶⁷.

Le testament est daté du 12 mars 1714. Rouillé de Meslay décède le 13 mai 1715. Vainement contesté par sa famille — en ce qui concerne notamment le sujet de la quadrature du cercle que ses héritiers regardent comme une chimère⁶⁸ —, ce legs à l'ARS sera finalement confirmé par un arrêt de la Grand-Chambre le 30 août 1718⁶⁹.

Ce legs prévoit deux rentes prises sur les Aides et Gabelles : la première de 4000 Livres au principal de 100 000 Livres, la seconde de 1000 Livres au principal de 25 000 Livres. La destination de ce legs est fortement discutée au sein de l'Académie, ainsi que le montant et la destination du prix retenu. L'Académie décide finalement en 1719 d'homologuer et d'attribuer deux prix en alternance⁷⁰.

Le premier prix — dit de mécanique céleste — de 2500 Livres porte sur le système du Monde et en général sur « *ce qui contient, soutient et fait mouvoir en son ordre les planètes et autres substances contenues en l'univers, le fond premier et général de leurs productions et formations, le principe de la lumière et du mouvement* »⁷¹.

⁶⁴. A.S., *Guide*, 1996, p. 117.

⁶⁵. Principales références : Maindron, 1881, pp. 13-22; Passeron, 1995, pp. 98-103; Lardit, 1997, pp. 16 et suiv.

⁶⁶. Jean-Baptiste Rouillé, comte de Meslay (15 avril 1656 - 13 mai 1715) [Chesnaye-Desbois, 1872, XVII, p. 794].

⁶⁷. Testament daté du 12 mars 1714, déposé le 7 septembre [Maheu, 1966b, p. 211; Lardit, 1997, p. 17]. La notice la plus étendue semble être celle donnée dans Michaud, 1843, vols. 35-36, pp. 600-601. M. Lardit (1997) reproduit en annexe et dans son intégralité le testament de Rouillé de Meslay (pp. 124-130) provenant de la Bibliothèque historique de la Ville de Paris. Les longitudes sont traitées dans un article à la page 127 de son mémoire.

⁶⁸. Remarquons qu'à cette époque, on ne sait pas si la quadrature du cercle peut être ou non résolue. Voir infra, dans ce même chapitre.

⁶⁹. Michaud, 35-36, p. 600.

⁷⁰. Lardit, 1997, pp. 16-17.

⁷¹. Maheu, 1966b, p. 211 ; Maindron, 1881, p. 13, n. 28.

Le second prix — dit de navigation — d'un montant de 2000 livres porte sur des objets relatifs à la navigation et au Commerce. Il devait être délivré à « *celui qui aurait mieux réussi en une méthode et règle plus courte et plus facile pour prendre plus exactement les hauteurs et les degrés de Longitude en mer et en des découvertes utiles à la navigation et grands voyages* »⁷².

Maheu signale qu'à l'origine ces prix devaient être annuels et des montants respectifs de 2000 et 500 Livres. Mais, ajoute-t-il, en raison de la banqueroute du financier écossais John Law (1671-1729), les prix furent en 1723 fixés à 2500 et 2000 Livres⁷³, et attribués tous les deux ans. En 1772, le montant du premier prix sera ramené à 2000 Livres, à égalité avec le second. Il sera décidé que le prix de mécanique céleste et d'astronomie physique sera décerné les années paires, le prix de navigation les années impaires.

La confusion et le flou qui règnent autour du règlement concernant ce fonds légué à l'Académie sont à l'origine de diverses contestations émises par nombre de prétendants au prix des longitudes qui pensaient que le Prix Rouillé de Meslay devait être attribué dans sa totalité — 150 000 Livres —. Ils ignoraient que l'Académie avait finalement destiné ce fonds à l'entretien de prix annuels⁷⁴. Les nombreuses accusations de manquement au règlement émises à l'encontre de l'Académie sont révélatrices du secret entretenu par l'ARS — volontairement ou non — autour de la destination ce fonds.

La situation pour les académiciens mêmes n'est pas des plus claires puisque dans son *Histoire générale des Mathématiques*, Montucla laisse entendre que le prix Rouillé de Meslay était destiné uniquement au perfectionnement de la navigation et reporté d'année en année. En effet, n'écrit-il pas en 1802, « *Le comte Rouillé de Meslay, par son testament, avait confié à l'Académie royale des sciences le fonds d'un prix à proposer chaque année sur un objet utile à la perfection des différentes parties de la navigation* »⁷⁵ ? Le nom de Rouillé de Meslay figure à peine sur les titres des recueils des pièces qui ont concouru ou qui ont remporté les prix proposés par l'ARS. Le titre exact de ces recueils est : *Pièces qui ont remporté des prix de l'Académie royale des sciences proposés pour l'année ..., selon la fondation*

⁷². Maheu, 1966b, p. 211 ; Maindron, 1881, p. 14, n. 28.

⁷³. [Poitrineau, Abel, 1993, article LAW (John), *Encyclopédia Universalis*, Corpus, tome 13, pp. 542-543] : La création autorisée en 1716 par le Régent d'une banque royale et l'émission de papier monnaie conduit en 1719 à la création de la Compagnie des Indes française. L'échec du système de Law en 1720 ne profita qu'à cette Compagnie qui fit construire ses vaisseaux en France et à l'étranger, jusqu'à ce que le port de Lorient lui soit confiée. De 1715 à 1724, la Compagnie passe de 24 à 75 vaisseaux [Hilaire-Pérez, 1997, p. 221] alors que le délabrement de la Marine royale s'accroît. Donnait-il un moyen aux navigateurs de gagner plus facilement de l'argent ? Comment cette faillite eut-elle des conséquences sur la fondation du prix Rouillé de Meslay ? Malheureusement, Maheu ne cite pas ses sources. Voilà un autre problème qu'il faudra un jour éclaircir. Sur le système de Law, voir aussi Hilaire-Pérez, 1997, pp. 217-222.

⁷⁴. Hahn, 1993, p. 205-206 et n.98, p. 206.

⁷⁵. Montucla, 1802, t. IV, p. 551. L'ouvrage a été édité et achevé par Lalande. Il pourrait paraître curieux que ce dernier ait laissé passer cette erreur. Nous soulignons par ailleurs (voir infra) quelques erreurs éditoriales de Lalande.

faite par Feu M. Rouillé de Meslay, ancien conseiller au Parlement de Paris. Le privilège d'impression avait été cédé à Claude Jombert. Ce privilège figure dans tous les volumes, et parfois reproduit plusieurs fois dans le même recueil présentant les pièces lauréates pour plusieurs prix successifs. Contrairement à ce que l'on peut lire par ailleurs, aucun règlement ou aucune disposition prise ne figure dans ces recueils.

Le prix ordinaire de l'Académie - Réglementation⁷⁶

Un règlement de ce prix fut édité en 1719⁷⁷. Maheu en rapporte l'essentiel⁷⁸. Notons que la plupart de ces dispositions sont communes à tous les prix de l'Académie⁷⁹.

L'intitulé du prix est annoncé deux ans à l'avance, lors de l'assemblée publique de l'Académie. Les premiers prix proposés sont annoncés à la Saint-Martin (au cours du mois de novembre). Très vite, la date est modifiée. Le sujet sera annoncé à l'assemblée publique d'après Pâques. Cinq commissaires sont généralement désignés au cours des premières séances de septembre de l'année suivante, année précédant l'attribution du prix. Il existe donc un délai d'un an et demi entre l'annonce du sujet et le choix des commissaires.

Le choix de ces commissaires est réglementé : trois sont obligatoirement pensionnaires, respectivement des classes de géométrie, d'astronomie et de mécanique. Ils choisissent aussi le sujet du prix suivant.

Les pièces qui concourent au prix doivent être anonymes, porter une devise et parvenir au secrétaire de l'Académie avant la fin du mois de septembre de l'année précédant la proclamation. Le secrétaire numérote les pièces selon leur ordre de réception et remet au porteur un récépissé. Le prix est délivré contre échange de ce récépissé. Les membres de l'Académie de Paris ne peuvent participer au concours, sauf les associés étrangers. Si aucune des pièces présentées ne satisfait au jugement des commissaires, le prix est reporté de deux ans et le montant en est doublé. La composition du jury n'est pas modifiée par ce report, sauf cas de décès. En cas d'attribution du prix, les noms des lauréats sont annoncés à l'assemblée publique d'après Pâques⁸⁰. Vingt-deux prix sont proposés entre 1720 et 1787 : onze sujets ont trait à la navigation et à la mesure du temps en mer, dix se rapportent à la construction navale, un aux assurances maritimes.

⁷⁶. Nous reprenons ici en partie ce qu'écrit Gilles Maheu (1966b, pp. 211-212) dans sa bibliographie de Pierre Bouguer qui fut souvent désigné commissaire pour les prix de l'Académie jusqu'à son décès en 1758.

⁷⁷. A.S., *Guide*, 1996, p. 118.

⁷⁸. Maheu, 1966b, pp. 211-214; Passeron, 1995, p. 99.

⁷⁹. Maindron, 1881 ; Lardit, 1997.

⁸⁰. Maheu, 1966b, p. 212.

I.3.2 Les prix de navigation décernés entre 1720 et 1787

Voici, résumées, quelques notes sur les prix de navigation proposés et attribués par l'Académie des Sciences de Paris au cours du XVIII^e siècle. Cette liste est dressée à partir de la consultation des recueils des *Pièces qui ont remporté les prix proposés par l'Académie etc.*, ainsi que des travaux de E. Maindron (1881), G. Maheu (1966b), I. Passeron (1995), et M. Lardit (1997).

La liste des prix est donnée dans le tableau ci-dessous. N'y figurent que les années d'attribution des prix, le sujet, les commissaires chargés de l'examen des mémoires et les principaux lauréats.

Table I.1.2 : Les prix de navigation, Rouillé de Meslay (1720-1791)

La liste ci-dessous est établie chronologiquement. Sont indiqués, le sujet du prix, ainsi que le nom des commissaires et des principaux lauréats⁸¹. Sauf exception, les prix sont attribués à Pâques de chaque année.

ANNEE	SUJET	COMMISSAIRES
1720, à la Saint Martin	Quelle seroit la manière la plus parfaite de conserver en mer l'égalité du mouvement d'une pendule soit par la construction de la machine soit par sa suspension ?	
1725	Quelle seroit la manière la plus parfaite de conserver en mer l'égalité du mouvement des clepsydres et des sabliers ?	
1727	Quelle est la meilleure manière de mâter les vaisseaux, tant par rapport à la situation qu'au nombre et à la hauteur des mâts ?	Cassini, Maraldi, Mairan, Nicole, Saurin.
1729	Quelle est la meilleure méthode d'observer les hauteurs en mer par le Soleil et par les étoiles, soit par des instruments déjà connus, soit par des instruments de nouvelle invention ?	Cassini, Maraldi, Mairan, Nicole, Saurin.
1731	La meilleure manière d'observer la déclinaison de l'aiguille aimantée.	Cassini, Mairan, Saurin, Nicole, Pitot.
1733	De la meilleure manière de mesurer sur mer le chemin d'un vaisseau, indépendamment des observations astronomiques.	Nicole, Pitot, Cassini, Mairan, Maupertuis
1735/1737	Prix double. Quelle est la figure la plus avantageuse qu'on puisse donner aux ancres ? Quelle est la meilleure manière de forger les ancres ? Quelle est la meilleure manière d'éprouver les ancres ?	Réaumur, Pitot, Nicole, Maupertuis (remplacé par Cassini), Camus (remplacé par Mairan).
1739/1741	Prix double. Sur la meilleure construction du cabestan.	Réaumur, Mairan, Clairaut, Pitot, Camus.

⁸¹. On trouvera de plus amples détails chronologiques et bio bibliographiques dans le mémoire de Mathilde Lardit (1997) déposé aux Archives de l'Académie des sciences [usuels]. Voir aussi Maindron, 1881, *Les fondations de prix à l'Académie des sciences : les lauréats de l'Académie, 1714-1880*, Paris, Gauthier-Villars.

⁸². Entre parenthèses est indiqué le nombre de prix remportés par certains auteurs.

1743	Sur la meilleure construction des boussoles d'inclinaison.	De Fouchy, Clairaut, Camus, Le Monnier, Nicole.
1745/1747	Prix double. La meilleure manière de trouver l'heure en mer par observation soit de jour dans les crépuscules et surtout la nuit quand on ne voit pas l'horizon.	Cassini, Camus, Clairaut, Bouguer, Montigny.
1749/1751	Prix double. La meilleur manière de déterminer, lorsqu'on est en mer, les courants, leur force et leur direction.	Bouguer, Camus, Clairaut, Cassini de Thury, d'Alembert.
1753	La manière la plus avantageuse de suppléer à l'action du vent sur les vaisseaux, soit en y appliquant les rames, soit en employant quelque autre moyen que ce puisse être.	D'Alembert, Camus, Bouguer, Clairaut, Le Monnier.
1755	La manière de diminuer le plus qu'il est possible le roulis et le tangage d'un navire, sans qu'il perde sensiblement, par cette diminution, aucune des bonnes qualités que sa construction doit lui donner.	Bouguer, Clairaut, Le Monnier, Camus, Nicole.
1757	Même sujet qu'en 1755.	Bouguer, Camus, Clairaut, Le Monnier, Lacaille.
1759	L'examen des efforts qu'ont à soutenir toutes les parties du vaisseau dans le roulis et le tangage, et la meilleure manière de procurer à leur assemblage la solidité nécessaire pour résider à ses efforts sans préjuger aux bonnes qualités du vaisseau.	Mairan, Clairaut, Camus, d'Alembert, Lacaille.
1761	La meilleure manière de lester et d'arrimer un vaisseau, et les changements qu'on peut faire en mer à l'arrimage, soit pour mieux faire porter la voile au navire, soit pour lui procurer plus de vitesse, soit enfin pour le rendre plus ou moins sensible au gouvernail.	Clairaut, Duhamel, Camus, d'Alembert, Lacaille.
1763/1765	Prix double. Quelles sont les méthodes usitées dans les ports pour lester et arrimer les vaisseaux de toutes sortes de grandeurs et de différentes espèces, le poids et la distribution des matières qu'on y employe.	Clairaut, Camus, Lalande, Duhamel, Pingré.

1767/1769	<p>Prix double.</p> <p>Déterminer la meilleure manière de mesurer le temps à la mer.</p> <p>Reformulé pour le prix de 1769 :</p> <p>Déterminer la meilleure manière de mesurer le temps à la mer en exigeant comme une condition essentielle que les montres pendules ou instruments qu'on pourra présenter pour cet objet ayent subi à la mer des épreuves suffisantes et constatées par des témoignages authentiques.</p>	<p>Camus, Le Monnier, d'Alembert, Cassini, Bezout (remplacé par Deparcieux).</p> <p>puis, Cassini de Thury, Maraldi, Bezout, Bailly, d'Alembert.</p>
1771/1773	<p>Prix double.</p> <p>Déterminer la meilleure manière de mesurer le temps à la mer avec les conditions portées au programme du prix de 1769 auxquelles l'Académie royale des sciences ajoute celle que les montres pendules et instruments qui lui seront présentés n'éprouvent pas un dérangement de plus de deux minutes en six semaines afin qu'elles puissent donner la longitude à un demi-degré près pendant cet espace de temps.</p>	<p>D'Alembert, Cassini de Thury, Bézout, Bailly, Le Monnier.</p>
1775/1777	<p>Prix double.</p> <p>Quelle est la meilleure manière de fabriquer les aiguilles aimantées, de les suspendre, de s'assurer qu'elles sont dans le vray méridien magnétique, afin de rendre raison de leurs variations diurnes régulières.</p>	<p>Le Monnier, d'Alembert (Condorcet), Le Roy, Bossut, Borda.</p>
1779/1781	<p>Prix double.</p> <p>La théorie des machines simples, en ayant égard aux effets du frottement et à la raideur des cordages ? Expériences applicables aux machines usitées dans la Marine (poulies, cabestan, plan incliné).</p>	<p>D'Alembert, Montigny; Bézout, Bossut, Condorcet.</p>
1783/85/87	<p>Prix triple.</p> <p>La théorie des assurances maritimes.</p>	<p>Le Monnier (d'Alembert), Pingré, Bory, Bossut, Condorcet</p>

I.3.3 Quelques commentaires sur le prix de Navigation Rouillé de Meslay

Les lauréats

Entre 1729 et 1765, trois prix de navigation sont remportés par Pierre Bouguer, Daniel Bernoulli en remporte six et Leonhardt Euler est lauréat de quatre prix (il en remporte quatre autres dans la série mécanique céleste). Témoignage de l'orientation théorique des recherches : 13 prix sur 22 sont attribués à des géomètres théoriciens. L'un d'eux seulement, Pierre Bouguer, a été directement au contact des problèmes de la navigation, les deux autres n'ont aucune pratique et n'ont eu — à notre connaissance — aucun contact avec les choses de la mer.

Seuls quelques prix (trois ou quatre) sont attribués à des constructeurs ou à des ingénieurs parce les sujets étaient particulièrement orientés vers la pratique du terrain (cabestan, lestage et arrimage), sujets totalement étrangers aux théoriciens de l'Académie. R. Hahn souligne bien le contrôle ainsi exercé par l'Académie sur la production scientifique étrangère à son assemblée. Les savants non issus du sérail n'ont pas d'autre voie que celle des prix pour être reconnus par l'Académie.

Les difficultés d'organisation des voyages d'essais

Dans les années qui suivent l'attribution du prix britannique des longitudes à John Harrison pour ses montres en 1765, l'Académie se réveille et propose des prix pour la meilleure manière de mesurer le temps à la mer, en exigeant l'essai en mer des horloges soumises à son jugement (prix doubles de 1767/69 et 1771/73). Les lauréats sont des horlogers, déjà impliqués depuis les années 1754 dans cette recherche, preuve de la nouvelle préoccupation de l'Académie : favoriser les recherches sur les montres marines qui, freinées dans les années 1750 par les prises de position de Pierre Bouguer (étudiées dans le chapitre I.2), redeviennent dans les années 1760 sujets d'intérêt. Les exigences de l'Académie de voir les instruments testés en mer, supposent des voyages d'essais sous son contrôle pour ces inventions.

Le premier grand voyage d'essais en mer des horloges de Leroy et de divers instruments de mesure des angles, a lieu entre mai et août 1767 à bord de la frégate *Aurore* et est semi-privé. *L'Aurore*, avec l'accord du ministre de la Marine, est armée et commandée par le marquis François-César de Courtanvaux dans le cadre du prix de l'Académie de 1767. Pingré et Messier, alors officiellement astronomes de la Marine (voir chap. I.2), testeront une montre de Leroy et le mégamètre⁸³ de De Charnières, lors d'une navigation en Manche entre le port du Havre et Amsterdam. Malgré le report du prix pour cause d'essais non concluants ou insuffisants, De Charnières publiera en 1768 un second ouvrage décrivant le mégamètre et son utilisation pour la méthode des distances lunaires⁸⁴, Leroy

⁸³. Voir l'étude de D. Fauque, 1983, pp. 88-98.

⁸⁴. *Expériences sur les longitudes, faites à la mer en 1767 et 1768, publiées par ordre du roi*, Paris (in-8°) [Lalande,

publiant la même année un *Exposé succinct des travaux de MM. Harrison et Leroy, dans la recherche des longitudes en mer et des épreuves faites de leurs ouvrages*⁸⁵.

Le report du prix pour 1769, ses termes précisés pour les deux années 1771 et 1773, conduisent à s'interroger sur les circonstances dans lesquelles ces voyages d'essais sont organisés. Il semblerait que, l'Académie des sciences se trouve impliquée dans l'armement d'une frégate pour juger des instruments concourant à un prix pour la première fois en 1771. C'est ce qu'atteste un prospectus imprimé retrouvé dans les Archives de la Marine annonçant ce prix et ses conditions plus draconiennes que le sujet pour 1767 et 1769⁸⁶ :

Avertissement de l'Académie Royale des Sciences au sujet du Prix qu'elle a proposé pour l'année 1771 : « Déterminer la meilleure manière de mesurer le temps à la mer ». L'Académie exige comme condition essentielle, que les montres pendules ou instrumens qui lui seroient présentés pour cet objet, eussent subi à la mer des épreuves suffisantes & constatées par des témoignages authentiques.

Le prospectus indique qu'une frégate sera armée pour les épreuves des montres marines et de tous les nouveaux procédés qui seront envoyés à l'ARS, inventions devant être déposées pour le 1^{er} septembre 1770 (selon l'usage). On trouve une trace du report du prix pour 1771 dans une lettre de Le Monnier datée du 19 mars 1771, alors préposé au perfectionnement de la navigation⁸⁷ et commissaire pour ce prix⁸⁸. Défendant ardemment le projet, Le Monnier regrette que l'armement à Brest de la frégate *La Flore* chargée d'accueillir les commissaires chargés de statuer sur les diverses méthodes de longitudes proposées (méthodes astronomiques et montres marines), ait été reporté deux fois consécutivement. Doneaud rapporte en effet que l'armement avait initialement été décidé pour le prix de l'Académie pour l'année 1767⁸⁹. Finalement, c'est seulement le 29 octobre 1771 que *La Flore* quittera Brest pour son périple scientifique qui verra le succès notoire de la méthode des distances lunaires et des premières horloges marines fiables de Ferdinand Berthoud et d'Arsandeaux⁹⁰.

1803, BA, p. 502]. Le mégamètre avait déjà été présenté à l'Académie en novembre 1766 [de Charnières, 1767, pp. xj-xvj].

⁸⁵. Lalande, 1803, BA, p. 502.

⁸⁶. AN, MAR G98, fol. 155.

⁸⁷. Voir infra, chapitre I.2 sur l'histoire de ce poste.

⁸⁸. AN, MAR, G95, fol. 7.

⁸⁹. Doneaud, 1880, LXIV, pp. 61-63.

⁹⁰. Voir Borda, Verdun et Pingré, 1773 ; Berthoud, 1773, 1775.

Commissaires juges et parties ?

Ouvrons une parenthèse, pour souligner quelques contradictions concernant les conditions dans lesquelles sont organisées les expéditions ou missions chargées de statuer sur les mémoires concourant aux prix de l'ARS.

Les prétendants aux récompenses, concourant aux prix de Rouillé de Meslay, demandent souvent aussi l'armement d'un navire pour procéder aux essais. En refusant leur mémoire, les Commissaires empêchent par-là même que les instruments ou méthodes des candidats soient soumis à des essais. D'où des discussions et litiges à n'en plus finir : comment savoir en effet si la méthode ne marche pas, rétorquent les prétendants déboutés, si on ne l'a pas essayée auparavant ? De surcroît, nombre de prétendants aux récompenses demandent fréquemment l'obtention de fonds ou de subventions pour procéder aux essais, subventions évidemment souvent refusées sauf intervention du préposé au perfectionnement de la Marine ou de quelque académicien influent.

Voici quelques exemples illustrant quelques injustices et inégalités dans le traitement des inventions concourant aux prix. Le premier est typique d'un grand nombre de personnes qui espèrent obtenir une pension de subsistance en annonçant avoir trouvé le secret des longitudes. C'est le cas d'un certain M. Normant habitant Rennes. Dans une lettre écrite au ministre le 16 août 1771, Normant explique qu'ayant inventé un nouvel instrument pour les longitudes, il s'est engagé de ce fait dans des dépenses qui mettent sa famille en péril. Il espère que les épreuves de ses instruments plaideront en sa faveur et qu'il obtiendra le remboursement de ses dépenses⁹¹. Malheureusement, le rapport de Gabriel de Bory et de Le Monnier remis le 15 février 1772, est négatif : Normant propose un instrument ressemblant à un astrolabe avec lequel il prétend mesurer la latitude et la longitude en observant un seul angle. De plus, Normant ne démontre rien, ne prouve aucune de ses assertions et désapprouve les nouveaux instruments nautiques récemment inventés⁹². La conclusion du rapport est sévère : Normant ne possède pas les connaissances élémentaires en astronomie et son invention doit être rejetée⁹³.

Le second exemple a trait aux travaux de l'ingénieur hydrographe du Havre, Jean-Baptiste Degaulle (1763-1804), sur une nouvelle boussole. Degaulle proposera d'ailleurs en 1786-87 un prix sur les digues

⁹¹. AN, MAR, G98, fol. 170.

⁹². Le sextant a fait son apparition depuis 1757, les octants ont été améliorés par l'ajout de miroirs. De Charnières a proposé son mégamètre (voir annexe).

⁹³. La lettre de Normant est transmise à l'ARS par le ministre De Boynes le 8 février 1772 [PV, ARS 1772, fol. 31r°] ; PV ARS 1772, 15 février 1772, fol. 49v°-50r° ; AN, MAR, G91, fol. 141, lettre de Fouchy du 27 février 1772.

artificielles⁹⁴ qui n'aura que peu de succès. Au cours de l'Hiver 1778-1779, Degaulle demande la mise en place d'une expédition scientifique pour le test de son invention et le remboursement de tous ses frais en cas de succès. On peut suivre tout le développement de l'affaire, entre 1777 et 1780, les pièces des débats étant conservées aux archives de la Marine⁹⁵. Le ministre octroie à Degaulle une pension de subsistance ; on lui évite le déplacement à Paris et on sollicite l'intendant de la Marine au Havre, Jean-Louis Roch Mistral (entre 1769 et 1789), pour examiner l'instrument. Degaulle sera finalement récompensé. Les discussions sur les récompenses, pensions de subsistance, financements des essais, occupent l'essentiel de la correspondance échangée⁹⁶.

Le dernier exemple nous ramène en 1749. Jean (ou Jacques ?) Baradelle, ingénieur du Roi pour les instruments de mathématiques, demeurant sur le quai de l'Horloge à Paris⁹⁷, soumet cette année-là un *Mémoire sur un nouvel instrument pour mesurer les latitudes sur mer*. Ce travail est soutenu par Le Monnier et Bouguer qui interviennent auprès du ministre de la Marine pour que Baradelle obtienne les fonds nécessaires à la construction de son invention. Qu'apprend-on à la lecture du rapport de Bouguer⁹⁸ ? Que ce dernier s'est déplacé pour aider Baradelle à l'élaboration et au développement de son invention. L'instrument est construit et n'attend plus que son financement, ainsi que le remboursement des dépenses occasionnées ! Dans cette affaire, Bouguer est juge et partie... On ne sait pas s'il a touché une commission pour cette intervention⁹⁹.

Succès timide et efficacité douteuse

Le nombre de propositions atteint un pic de 36 mémoires déposés entre 1737 et 1741, plafonnant à dix pour les années 1753, 1769, 1777 et 1787. Le plus souvent, moins de dix mémoires sont soumis au jugement de l'Académie. On note donc une chute et une certaine désaffection de ce prix au fil des ans.

⁹⁴. A.S., *Guide*, 1996, p. 71.

⁹⁵. AN, MAR, G99, dossier 3, fol. 32-70.

⁹⁶. Voir le carton AN, MAR, G99 pour les travaux de Degaulle sur le loch, les boussoles.

⁹⁷. Voir Augarde, 1989. La dynastie des Baradelle est très active au cours du XVIII^{ème} siècle dans le secteur des instruments de mathématiques. On comptera cinq Baradelle constructeurs d'instruments. S'agit-il ici de Jacques Baradelle, filleul de Jacques Cassini (qui fut directeur de l'Observatoire de Paris de 1712 à 1756) [Augarde, 1989, p. 59] ?

⁹⁸. AN, MAR, 3 JJ 10, pièce 21.

⁹⁹. La carte commerciale de l'échoppe de Baradelle, dont l'enseigne est « A l'Observatoire », donne le catalogue des instruments commercialisés, sur fond d'Observatoire royal [Augarde, 1989, p. 52]. On peut lire que Baradelle a construit « *un nouvel octant à simple réflexion et à lunette pour prendre hauteur en mer par devant comme par derrière et par l'horizon op[p]osé quand le premier est caché* ». Sans doute s'agit-il de l'instrument développé avec l'aide de Pierre Bouguer.

On observe une grande hésitation sur les sujets de navigation astronomique. Certains sont d'une utilité contestable. Les deux premiers (1720 et 1725), portant sur les sabliers et les clepsydras, paraissent un peu rétrogrades ou d'un autre âge. En 1727 est proposé un sujet sur la mesure de la hauteur des astres en mer. Il faut attendre 1745 pour voir un nouveau prix de navigation astronomique, ayant pour sujet la détermination de l'heure en mer.

Chez les deux grands rivaux, Angleterre et France, les recherches sur les horloges seront financées mais dans des proportions et des conditions bien peu comparables. En Angleterre, dès 1737, des bourses de recherches et d'encouragement sont distribuées. En France, ce n'est qu'en 1763 que l'Académie se décide à offrir un prix sur ce sujet de recherches, après que les Anglais aient pris une avance notable dans ce domaine. En France fleurissent alors les prix sur la mesure de l'heure en mer par le moyen des horloges marines. Mais plusieurs de ces prix sont reportés quasi-systématiquement — faute de concurrents ou de propositions fiables ou satisfaisantes. Ces prix exigent de longs développements techniques qui ne correspondent pas aux délais imposés par le prix de l'Académie.

Sur le plan de la navigation astronomique, ce prix est peu efficace et les propositions décevantes. En Angleterre, on mise un peu plus sur les méthodes astronomiques, avec en 1755, l'intérêt porté par l'Amirauté aux tables de la Lune de Mayer, puis l'octroi à Maskelyne de fonds pour la création en 1766 d'un almanach nautique et le recrutement de plusieurs calculateurs. Il faudra attendre 1785 pour que l'Académie, sous la pression du ministre le Maréchal de Castries, se décide à engager une refonte des éphémérides de la CDT, employant un calculateur auxiliaire à plein temps¹⁰⁰.

En France, et sous l'impulsion de ses deux ministres Maurepas et surtout Antoine-Louis Rouillé, les prix de navigation ont surtout favorisé la construction navale, la mâturation des vaisseaux. Est-ce pour cette raison que la Guerre de Sept Ans a été déclenchée par l'Angleterre ? Lors de son séjour en Angleterre en mai 1763, Lalande rapporte les propos de l'un de ses hôtes qui le lui laisse entendre : « *M. Simon a voué que la principale cause de la guerre avait été d'arrêter le progrès de la Marine dont on s'occupait beaucoup en France, et dont on parlait trop magnifiquement dans nos harangues et dans nos livres. Les petites usurpations du lac Champlain servirent de prétexte* »¹⁰¹. Une étude approfondie des motifs de cette guerre examinés sous cet angle pourrait s'avérer fructueuse et instructive.

¹⁰⁰. Voir infra, chapitre II.2.

¹⁰¹. Monod-Cassidy, 1980, p. 41, *Journal d'un voyage en Angleterre*, à la date du 13 avril 1763.

Une récompense méconnue

Dans un mémoire¹⁰² méconnu d'une grande importance historique, daté de l'année 1787 ou 1788, Claret de Fleurieu dresse un tableau assez noir des connaissances scientifiques de la Marine française. A cette occasion il mentionne un fait que nous n'avons vu mentionné nulle part. En effet, Fleurieu écrit qu'il y a environ dix-huit ans — ce qui porte l'origine de cette récompense au début des années 1770 — le trésorier de la Marine était autorisé par le gouvernement à octroyer un prix de 100 000 Livres pour qui donnerait le secret des longitudes à un demi-degré près. L'Angleterre, précise Fleurieu, en proposait alors 400 000. Un grand nombre de propositions ont été déposées, mais aucune n'a pu remplir les conditions requises.

En 1792, l'affaire est close puisque Fleurieu déclare que l'Académie n'examine plus désormais de mémoires sur les longitudes, le problème étant déclaré réglé depuis le voyage de *La Flore*.

Si le prix de Meslay draina un certain nombre de propositions et de projets, le contrôle exercé par l'Académie ne laissait que peu de chances à des particuliers de voir leurs idées aboutir. Le flou déjà mentionné dans lequel le prix de Meslay est attribué, et la rumeur entretenue par Fontenelle de l'existence d'une forte récompense déposée par le Régent en 1716, conduisent de nombreux chercheurs privés, amateurs ou professionnels des sciences et de la Marine à soumettre leurs projets au ministre de la Marine, puis plus tard, à l'Académie de Marine créée en 1752, renouvelée en 1769¹⁰³.

Qui sont ces inventeurs du secret de la longitude ? De quelle nature sont leurs propositions ? C'est l'objet du paragraphe suivant, complétant ainsi l'inventaire des méthodes de navigation astronomique développées dans le cadre du Prix Rouillé de Meslay.

¹⁰². AN, MAR, G96, fol. 43-44, mémoire de Fleurieu adressé à Mgr le ministre de la Marine et communiqué à M. de Borda (1787).

¹⁰³. Voir Doneaud du Plan, 1882. Infra, chap. II.3 pour un regard sur l'activité de cette académie.

II. ESQUISSE D'UN INVENTAIRE DES MÉMOIRES SUR LA LONGITUDE DÉPOSÉS AUPRÈS DES INSTITUTIONS FRANÇAISES (1720-1795)

II.1 CLASSEMENT DES MÉMOIRES RELATIFS AUX LONGITUDES DANS LES ARCHIVES DU *BOARD OF LONGITUDES*

Eric Forbes nous a laissé un travail remarquable tant en qualité qu'en quantité, sur l'histoire du *Board of Longitudes* britannique, la recherche des longitudes en mer, du côté anglais, et les travaux de Tobias Mayer, dont il fut le grand spécialiste. Notre étude lui doit beaucoup.

Forbes disposait de sources bien classées dont il sut avec talent extraire nombre d'informations de qualité. En 1970, il consacra une étude détaillée — publiée en trois parties¹⁰⁴ — sur l'index des manuscrits et papiers de ce bureau des longitudes anglais, étude qui lui permit par la suite de poursuivre ses riches travaux sur Tobias Mayer. Créé en 1714, le *Board of Longitudes* fut chargé de centraliser toutes les recherches entreprises pour la découverte d'une ou plusieurs méthodes destinées à l'amélioration de la DLM.

Forbes nous a donné par ailleurs un résumé¹⁰⁵ de ces listes, livrées à l'état brut dans les articles cités. Les nombreuses méthodes pour la DLM occupent cinq des 55 volumes de manuscrits conservés dans les archives du *Board of Longitude*¹⁰⁶ à Cambridge.

Il est important de garder à l'esprit que beaucoup de ces méthodes débordent sur le XIX^e siècle. Les listes fournies par Forbes ne permettent pas toujours d'identifier les méthodes proposées dès l'annonce du prix de 1714 jusqu'aux voyages d'essais des montres marines vers la fin du XVIII^e siècle qui, comme en France, assuraient enfin aux navigateurs un moyen efficace et quasi-définitif de déterminer les longitudes, diminuant l'importance quasi-vitale des observations astronomiques délicates des distances lunaires.

Plusieurs critères de classement permettent de préciser le contenu des méthodes astronomiques proposées. De ces méthodes, Forbes déduit que :

¹⁰⁴. Forbes, 1970c, 1971d et 1971e.

¹⁰⁵. Forbes, 1974, pp. 1-2.

¹⁰⁶. Actuellement, ces archives ont été transférées du Royal Greenwich Observatory (R.O.G.), non aux archives du British Maritim Museum (comme le site WEB pourrait le laisser croire) mais au *Department of manuscripts and*

- 46 sont classées comme des méthodes de distances lunaires ;

- 45 concernent des occultations d'étoiles (ou de planètes) par la Lune et les éclipses de Lune ou de Soleil. Ces méthodes sont parfois considérées comme les précédentes, puisque Halley avait proposé les occultations d'étoiles comme une variante des distances lunaires¹⁰⁷. Il y a certainement recouvrement entre ces deux catégories.

- 49 sont appelées "diverses" ;

- 35 sont jugées "méthodes impraticables".

Par ailleurs, Forbes relève d'autres méthodes proposées pour la DLM¹⁰⁸ citées ici pour information :

- 22 pour la détermination de la latitude ;

- 55 basées sur la déclinaison magnétique de la boussole ;

- 46 sont classées comme "méthodes et inventions diverses".

Sans compter sur les nombreuses inventions d'instruments bizarres ou étranges. Certains comme les télescopes furent encouragés par le *Board* qui distribua quelques bourses de recherche. Forbes ne précise pas, parmi les méthodes diverses, celles qui sont farfelues ou irréalisables. Lors du colloque « The Quest for Longitude » qui s'est tenu à Harvard en 1993, Owen Gingerich leur a consacré une amusante et britannique étude¹⁰⁹.

On peut noter que sur une période de temps assez large, de la fin du XVIII^e au milieu du XIX^e siècle, une bonne centaine de ces mémoires sont relatifs aux seules distances lunaires¹¹⁰.

Une recherche de la présence au XVIII^e siècle de mémoires d'auteurs français dans l'index du *Board papers* est restée vaine (il en existe quelques-uns au XIX^e siècle). On ne trouve mention que de quelques correspondances que nous nous proposons de consulter ultérieurement afin de préciser les échanges entre astronomes anglais et français¹¹¹.

University Archives de l'Université de Cambridge [<http://www.lib.cam.ac.uk/MSS/>].

¹⁰⁷. Halley, 1731. Voir infra, chap. III.1 et chap. IV.1 sur les travaux de Halley sur les distances lunaires.

¹⁰⁸. Forbes, 1971d et 1971e.

¹⁰⁹. Gingerich, 1996.

¹¹⁰. Forbes, 1971d.

¹¹¹. Je remercie M. Adam Perkins de l'Université de Cambridge, pour ses recherches préliminaires à ce sujet.

II.2 LE DÉPÔT DES MÉMOIRES SUR LES LONGITUDES EN FRANCE

Inspiré par les travaux de Forbes, nous avons tenté de dresser un premier inventaire des mémoires et des méthodes proposées pour la découverte des longitudes auprès des institutions françaises.

Plusieurs difficultés se présentent au chercheur entreprenant cette démarche. Au contraire de l'exemple britannique, il n'y a pas en France, au XVIII^e siècle, d'institution centrale chargée de regrouper toutes les propositions. Les mémoires sont envoyés par les prétendants aux récompenses — que ce soit les promesses du Régent, ou le prix Rouillé de Meslay —, indifféremment à l'Académie des sciences ou au ministre de la Marine. A partir de 1769, l'Académie de Marine à Brest se voit aussi adresser des mémoires pour examen, quelquefois d'ailleurs après qu'ils ont essuyé un premier échec auprès de l'ARS¹¹².

Dans la suite du parcours des propositions, le ministre de la Marine adresse les mémoires :

- soit au(x) préposé(s) au perfectionnement de la navigation (voir chap. I.2) ; les rapports sont alors classés dans la correspondance de ces savants avec la Marine et conservés la plupart du temps dans les différentes séries du fonds Marine des Archives Nationales (séries Marine C2, C7, G, 3 JJ et d'autres...);

- soit au secrétaire de l'ARS, chargé de désigner des commissaires pour leur examen. On trouve alors des traces de ces mémoires et des rapports dans les PV de l'ARS, ainsi que dans les archives de la Marine ; on trouve aussi quelques traces dans le dossier du Prix Rouillé de Meslay aux archives de l'Académie des sciences;

- soit au secrétaire de l'ARM : les traces se trouvent à la fois dans les volumes des mémoires manuscrits de l'ARM, dans la correspondance du secrétaire avec le ministre et dans la correspondance des savants étrangers ou associés éventuellement sollicités.

Des recoupements sont souvent possibles et permettent d'identifier les auteurs de mémoires, parfois anonymes dans certaines sources, cités, voire indexés dans les autres. C'est de cette manière que les auteurs de certains mémoires donnés ci-dessous ont été identifiés.

II.3 LA LISTE DES MÉMOIRES : SOURCES ET ANALYSE

II.3.1 Conditions et limites de son élaboration

La liste n'est pas exhaustive. Axée sur les méthodes astronomiques, elle ne constitue qu'une première ébauche de cette étude. Nous avons volontairement écarté une grande partie des méthodes fondées sur les éclipses des satellites de Jupiter et impossibles à employer en mer, la plupart des projets

¹¹². Voir l'exemple du mémoire de Silvabelle, avant l'affiliation et le rapprochement des deux académies. Cf. Annexes.

portant exclusivement sur l'aspect technique de l'horlogerie, et quelques mémoires ne traitant des boussoles magnétiques que sous leur aspect technique. Notre recherche s'est concentrée sur les projets ayant un contenu astronomique.

Nous nous sommes fixés pour dates limites, les promesses de récompense françaises de 1716 et le refus en 1792 par l'ARS, précisé par Fleurieu, d'examiner désormais tout mémoire sur les longitudes en mer par quelque moyen que ce soit. Fleurieu et l'Académie considérait alors que l'affaire était réglée depuis 1773-76, avec les expériences effectuées par Borda, Pingré et Verdun de la Crenne à bord de la frégate *La Flore*. Cette expédition avait montré la supériorité de la méthode des distances lunaires d'une part, et la fiabilité des montres marines des horlogers français Leroy et Berthoud d'autre part.

Dans une lettre au ministre de la Marine¹¹³, datée du 4 mars 1792, Fleurieu n'écrivait-il pas :

[...] Il étoit d'usage anciennement de renvoyer ces mémoires à l'académie des sciences; mais depuis quelques années, cette compagnie a déclaré qu'elle n'examinerait plus aucun projet sur les longitudes. Le problème, sans être résolu rigoureusement, l'est, en effet, depuis 30 ans, pour l'usage de la navigation, tant par les résultats qu'on peut obtenir à la mer, des observations de distances de la lune au Soleil ou aux étoiles, que par l'emploi des horloges et des montres marines. Je dirai en passant, qu'il est fâcheux que les navigateurs ne se soient pas rendu plus familier d'usage de ces méthodes qui présentent l'une ou l'autre un degré d'exactitude qui suffit au besoin et à la sûreté de la Navigation, et qui même ont déjà été employées très-utilement pour perfectionner la géographie¹¹⁴.

Fleurieu promène son regard rétrospectif sur trente années de recherches et ne ménage pas ses critiques. Il remarque que les Anglais ont reçu des Français l'exemple mais regrette aussitôt que ceux-ci se soient contentés d'avoir initié leurs rivaux puis se soient abandonnés à la paresse. Prenant acte que John Harrison se soit vu attribuer le prix anglais des longitudes, Ferdinand Berthoud en France, explique Fleurieu, a suffisamment démontré ses talents et montré même sa supériorité sur la montre anglaise. En 1792, le problème des longitudes est donc résolu pour Fleurieu :

Il ne nous reste à désirer que de voir enfin les navigateurs Français sortir de leur apathie, abandonner leur molle routine, et se livrer avec zèle au petit surcroît de travail que leur impose l'observation des distances ou l'emploi des horloges marines : le

¹¹³. Succédant à de la Luzerne, Bertrand de Moleville est secrétaire d'Etat à la Marine du 2 octobre 1791 au 14 mars 1792. Il sera remplacé par Jean de la Coste, ministre de la Marine du 15 mars au 20 juillet 1792.

¹¹⁴. AN, MAR, G96, fol. 125-126, Lettre de Fleurieu au ministre de la Marine, Bertrand de Moleville, de Paris, le 4 mars 1792.

perfectionnement de l'Astr. nautique suffiroit à les en dédomager si les succès des expéditions et leur sûreté personnelle ne leur en faisoit un devoir¹¹⁵.

II.3.2 Les sources et la méthodologie suivie

Les références des mémoires inventoriés ont été extraites des trois sources et références principales suivantes :

1 Archives de l'Académie [Royale] des Sciences (Paris, Institut de France) :

- * registres manuscrits des procès-verbaux des séances de l'Académie;
- * pochettes de séances;
- * dossiers de prix : carton 1, Prix Rouillé de Meslay (1729-1781).

1 Archives de la Marine (Paris, CARAN, fonds Marine) :

- * Liste des officiers civils de la Marine C2 ;
- * dossiers personnels C7 ;
- * série « Mélanges » G 86 à G 114¹¹⁶ ; signalons un outil précieux : l'index de la série G (AN, 1990), qui ne dispense toutefois pas de consulter les documents.
- * série « Service hydrographique - Observations hydrographiques et astronomiques », 3 JJ 7 à 3 JJ 16.

1 Archives de l'Académie de Marine à Brest, conservées au Service Historique de la Marine à Vincennes :

- * Fonds de l'ARM : n^{OS} 76 à 110 (inventaires, mémoires manuscrits et correspondances).

Remarquons que beaucoup de pièces sont répertoriées comme anonymes alors que des recoupements conduisent à identifier facilement leur auteur. Nous avons aussi pu identifier des manuscrits d'astronomes académiciens (notamment Lacaille) non indexés et non identifiés. Ceci a constitué notre principale préoccupation lors de l'établissement de cette liste.

Les index de la série 3 JJ sont trop superficiels pour faciliter le dépouillement. Sous la désignation astronomie nautique, on trouve de tout. Le dépouillement manuel et la lecture sont obligatoires¹¹⁷.

¹¹⁵. AN, MAR, G96, fol. 126r°, Lettre de Fleurieu au ministre de la Marine, de Paris, le 4 mars 1792.

¹¹⁶. Voir l'index de la série publié par M. Henrat (1990).

¹¹⁷. Signalons le mauvais état de conservation de la plupart des dossiers qui ne sont pas encore protégés par des cartons, mais sont quelquefois juste reliés par une sangle !

II.3.3 Analyse sommaire

Le décompte des propositions relatives à l'astronomie nautique s'avère délicat et dépend des critères retenus. Doit-on compter parmi les mémoires les projets restés de simples intentions sans lendemain ? Les lettres de protestations et de revendications doivent-elles être considérées au même titre que les mémoires ?

Dans l'attente d'une étude plus fine et plus approfondie sur ce sujet, notre inventaire recense environ 200 pièces : mémoires, projets, correspondances et rapports. Ce nombre n'est évidemment qu'approximatif compte tenu de la limitation de notre recherche expliquée plus haut. Il témoigne toutefois d'une grande activité suscitée par les diverses récompenses. L'inventaire de Forbes laisse entendre qu'environ 300 pièces ont été déposées au *Board of Longitudes* britannique. L'inventaire français ne devrait pas en être très éloigné.

Qui sont les auteurs et les prétendants aux récompenses ?

Au siècle des Lumières, on note une grande diversité des auteurs : ingénieurs du roi, hydrographes professionnels, astronomes amateurs ou semi-professionnels (en dehors de l'Académie des sciences), laïques ou religieux, Officiers de la Compagnie des Indes, simples marins, nobles, avocats, administrateurs amateurs de sciences, gens de lettres.

L'aiguillon de la recherche scientifique n'explique pas la pluralité des projets soumis aux diverses institutions. La diversité des motivations répond à la diversité des auteurs. Beaucoup de ces mémoires sont envoyés au ministre dans le but d'obtenir une simple reconnaissance. Parfois, et bien souvent, la recherche d'une gratification exceptionnelle améliorant les conditions de vie est une motivation bien suffisante¹¹⁸. Comme nous l'avons déjà mentionné lors de l'analyse du prix Rouillé de Meslay, certains prétendants demandent l'octroi de fonds pour concrétiser des inventions, décrites dans le meilleur des cas, ou juste à l'état de promesses la plupart du temps. Ingénieurs ou inventeurs espèrent sincèrement le remboursement des dépenses engagées pour soumettre leurs inventions aux jugements du ministre et de l'Académie. D'où de nombreuses incompréhensions quand le jugement est négatif, qu'il se prononce pour un rejet pur et simple du projet et qu'il met en péril l'existence même de ces inventeurs.

¹¹⁸. Voir infra, chap. I.2 pour des réflexions plus complètes sur ce sujet.

Les grandes tendances

Sans reprendre la catégorisation de l'inventaire de Forbes¹¹⁹, on peut relever quelques grandes tendances dans la nature des projets français déposés pour le « secret des longitudes ».

1. Les quadratures du cercle (voir ci-après).
2. Les méthodes supposant une ou plusieurs horloges marines supposées « parfaites ».
3. Les prétendus « nouveaux instruments » révolutionnant la navigation : instruments d'optique, boussoles, compas, rapporteurs ou machines graphiques, remplaçant les calculs trigonométriques.
4. Les méthodes astronomiques, correctes dans leurs principes généraux mais non maîtrisées, incomplètes ou irréalistes. On y trouve plusieurs procédés parmi lesquels reviennent le plus souvent : les passages de la Lune au méridien, des nouveaux systèmes du Monde réfutant les théories coperniciennes ou képlériennes, de nouvelles manières de déterminer l'heure en mer.

On ne peut manquer de remarquer que les projets soumis aux jugements des Institutions sont influencés par les sujets des prix Rouillé de Meslay. Ce n'est toutefois pas une généralité et on peut observer, en mettant en parallèle les deux tables, que de nombreux projets astronomiques ou purement techniques ne correspondent pas aux sujets du prix contemporains. C'est notamment le cas des mémoires déposés dans les années 1765-1771, où l'on note de nombreux mémoires ne concernant que des méthodes purement astronomiques, tournant autour des distances lunaires ou des mouvements de la Lune, alors que les prix de navigation de l'Académie ne s'intéressent qu'au développement de l'horlogerie marine. Certes, la question est bien de déterminer l'heure en mer, et ces méthodes s'intéressent à ce sujet. Mais l'enjeu du Prix Rouillé de Meslay est bien l'horlogerie, sujet étranger aux propositions envoyées au ministre.

Passons rapidement en revue chacune de ces quatre catégories de mémoires et de méthodes prétendant révéler le *secret des longitudes*.

¹¹⁹. Forbes, 1970c et 1971d et 1971e.

1. Les quadratures du cercle¹²⁰

Indubitablement, les méthodes de quadrature du cercle forment un ensemble massif et cohérent. Liées à l'utilisation par les marins du quartier de réduction pour le tracé des routes maritimes¹²¹, les méthodes proposées prétendent résoudre le problème des longitudes à l'aide de quadratures du cercle. Le plus souvent d'ailleurs, le problème des longitudes ne fournit aux inventeurs, qu'un prétexte pour soumettre aux institutions leur quadrature du cercle, avec l'espoir d'être reconnu par l'Académie des sciences et, pourquoi pas, d'obtenir un titre de correspondant. L'affaire de la quadrature du cercle est particulièrement aiguë au milieu du XVIII^e siècle. Roger Hahn en dessine les grandes lignes. Nous précisons par ailleurs quelques éléments concernant l'affaire qui opposa Guillaume de Vausenville à d'Alembert dans les années 1774-1778¹²². Cette affaire fut à l'origine des dispositions prises par l'ARS en 1775¹²³.

En 1783, huit ans après l'ARS, c'est à son tour l'ARM de Brest qui décide de ne plus

[...] s'occuper des assommantes recherches des quadrateurs et des chercheurs de mouvement perpétuel qui devraient bien se défaire de la ridicule manie de vouloir bien forcer ministres et Académies à en prendre connaissance¹²⁴.

Notons par exemple les démêlés d'un dénommé Sulamar avec l'Académie entre 1765 et 1770, la remarquable obstination d'un oratorien de la Rochelle, le P. Le Balleur qui, entre 1780 et 1783,, inonda le ministre de la Marine et l'Académie des sciences de ses improbables recherches. Dépité et devenu angevin, il trouva en 1783 un relais en la personne d'un autre oratorien le P. Blanchard¹²⁵. C'est à

¹²⁰. Ce problème est l'objet d'une thèse à laquelle travaille Mme Marie Jacob à Paris à l'époque où nous écrivons ces lignes. Dans son énoncé, le problème est simple : construire à la règle et au compas un carré de même aire qu'un cercle donné [Jacob, 2000, pp. 16-19]. L'imprimeur libraire Panckoucke consacre un long article sur ce problème et son insolvabilité (définitivement démontrée comme impossible en 1881 par Lindemann qui prouve la transcendance du nombre π) dans l'*Encyclopédie Méthodique Mathématiques*, 1784, t. II, pp. 690-693.

¹²¹. Le quartier de réduction est une planche sur laquelle les routes sont tracées en fonction des rumbes de vent et de la position estimée du navire. On y effectue un peu de trigonométrie plane pour obtenir la dérive en longitude. Il n'en faut pas plus pour que de nombreux prétendants aux récompenses développent des méthodes trigonométriques pour chercher une solution au mythique problème de la quadrature du cercle.

¹²². Voir Hahn, 1993, pp. 205-207.

¹²³. Hahn, 1993, pp. 202-204. Le 3 mai 1775, l'ARS, sur une proposition de d'Alembert décide de ne plus examiner les mémoires ayant pour sujet la quadrature du cercle. Cette décision est en effet discutable puisque qu'en 1775 on ne sait pas si la quadrature est possible ou non (voir supra, en note). Les auteurs des mémoires refusés sont donc en droit d'exiger de l'Académie qu'elle démontre que la quadrature est impossible !

¹²⁴. Doneaud, 1882, pp. 87-90 : rapport de Fortin et Duval le Roy daté du 31 août 1783, sur un mémoire du P. Blanchard, oratorien, d'Angers.

¹²⁵. Ce P. Blanchard ne doit pas être confondu avec le P. Jean-Baptiste Blanchard, Jésuite et ancien assistant du P. Pezenas à l'Observatoire de Marseille dans les années 1750-1760 [voir infra, chap. III.2 sur le P. Pezenas].

l'occasion de l'examen du mémoire de ce dernier en août 1783 que l'Académie brestoise décide de ne plus examiner ce type de projet.

2. Les méthodes supposant des horloges parfaites

Les premières horloges marines françaises sont développées par Leroy l'aîné et Ferdinand Berthoud dans les années 1754 (voir chapitre suivant)¹²⁶. Elles sont encore loin de satisfaire à cette époque aux critères de régularité de fonctionnement et d'insensibilité aux variations de température, d'hygrométrie, de pesanteur et aux soubresauts des navires. Il faut attendre les années 1769-1773 pour voir le succès des horloges de Leroy et de Berthoud, lors des voyages pour les prix doubles de l'Académie pour 1767/1769 et 1771/1773. Le début des années 1770 voit ainsi le succès contemporain de la méthode chronométrique et de la méthode des distances lunaires, l'une et l'autre tout aussi impraticables à cette époque par la plupart des navigateurs, qui ne disposaient ni d'horloges rares et très chères, ni des connaissances mathématiques et des bons instruments requis pour les distances lunaires.

Avant cette époque bénie, bien que les horloges existantes soient largement insuffisantes¹²⁷, quelques inventeurs n'hésitent pas à proposer des méthodes supposant les montres parfaites et répondant aux critères de précision exigés par les termes du *Longitude Act*. C'est le cas par exemple de Sully en 1726 et de Clairambault en 1738.

Nous revenons dans le chapitre suivant sur ce problème en examinant quelques rapports inconnus de Pierre Bouguer, devenu en 1745 « préposé au perfectionnement de la Marine » et chargé à ce titre d'examiner la plupart des projets envoyés au ministre de la Marine. Nous pensons que les prises de position de Pierre Bouguer sont, d'une certaine manière, responsables d'un freinage du progrès de l'horlogerie de marine en France entre 1750 et 1760.

3. Les nouveaux instruments : des boussoles aux machines graphiques

A l'image de ce qui précède, la diversité est générale.

* **Boussoles et compas magnétiques** : les prix de navigation encouragent les recherches sur le magnétisme et l'on observe de nombreuses propositions sur ce sujet. Nous n'avons pas été exhaustifs dans le relèvement des mémoires proposant des boussoles et notre inventaire ne peut suffire pour discuter de ce sujet. On connaît l'activité de l'Académie de Marine sur le développement des boussoles

¹²⁶. Voir par exemple Marguet, 1931 ; Cardinal, 1996.

¹²⁷. Notons l'anecdote amusante suivante : en 1775, un prêtre basque nommé Garramendy, juge qu'un sablier de six heures est suffisant pour déterminer les longitudes en mer (sic).

dans les années 1770 et ses recherches sur l'introduction du cuivre et de divers métaux dans la construction navale¹²⁸.

* **Instruments pour simplifier les opérations de trigonométrie** : c'est une constante que l'on observe tout au long du XVIII^e siècle, du mémoire de Jean-Baptiste Clairaut (le père d'Alexis Clairaut) en 1727 aux rapporteurs graphiques de Leguin en 1787 et de Humbert en 1788. A la fin du XVIII^e siècle, ces projets sont examinés avec toute l'attention requise puisque la simplification des calculs exigés par la difficile méthode des distances lunaires est à l'ordre du jour¹²⁹. On envisagera même de diffuser certaines de ces inventions particulièrement réussies.

* **Les instruments d'optique** : il s'agit le plus souvent d'améliorations de l'octant (ajout de miroirs, de lunettes, graduations de l'arc, loupe de vernier, etc.). Ces projets sont souvent examinés avec bienveillance et récompensés par un avis positif ou l'autorisation de publier les recherches. Les meilleures réussites sont celles de Montigny en 1728, de Sérigny de Loire en 1737-38, Baradelle en 1749 (voir chapitre suivant), de De Charnières avec son mégamètre entre 1766 et 1773.

4. Les méthodes astronomiques

Beaucoup de méthodes sont rejetées, leur auteur étant le plus souvent jugé totalement ignorant des connaissances élémentaires de l'astronomie. C'est notamment le cas pour les prétendus nouveaux systèmes du Monde de Simonin en 1742 et 1743, de l'abbé de Brancas en 1755, de Belon en 1783¹³⁰. Notons aussi que le cours de navigation du professeur d'hydrographie de Rochefort, Jean Digard de Kerguette, sera très sévèrement jugé en 1774 par le comte de Narbonne-Pelet, directeur du Bureau des journaux, cartes et plans de la Marine¹³¹.

¹²⁸. Voir Doneaud du Plan, 1882.

¹²⁹. Voir infra, chap. III.1 et III.3 : en 1790, un prix fut proposé par l'Académie, le prix Raynal. Le sujet en était de trouver le meilleur moyen technique de simplifier les opérations trigonométriques mises en œuvre dans les distances lunaires. Etienne Leguin et Richer furent lauréats entre 1791 et 1793, ayant inventé un compas trigonométrique à plusieurs branches [Marguet, 1931, pp. 245-246]. Voir aussi le rapport de Borda et Lévêque, 1798, pp. 469-470, reproduit en annexe. Je reviens sur ce sujet dans la partie III de mon étude.

¹³⁰. Voir la thèse d'Hugues Chabot (1999) au sujet des fausses théories dans la période 1750-1835.

¹³¹. Voir chapitre suivant.

Les distances lunaires ne sont pas absentes des recherches bien que traitées par des personnalités qui seront impliquées dans les débats des années 1760. C'est notamment le cas du P. jésuite Esprit Pézenas, directeur de l'Observatoire des jésuites de Marseille entre 1728 et 1763¹³².

L'une des méthodes les plus délicates mais dont l'idée sera récurrente, concerne les passages de la Lune au méridien. Difficile à appliquer en mer en raison de la difficulté de déterminer la méridienne sur un navire dérivant à la surface de l'Océan, cette méthode est à l'origine des *Tables Horaires* que Lalande publiera à Paris en 1793. Destinées à déterminer l'heure en mer par l'observation d'une hauteur du Soleil, ces tables sont développées par Jérôme Lalande pour procurer aux navigateurs des moyens simples de déterminer leur longitude en s'affranchissant dans la mesure du possible du long calcul des distances lunaires¹³³. C'est notamment l'objet des recherches de De La Jonchere en 1737 qui seront critiquées la même année par un avocat rennais (Seguin). Le successeur du P. Pezenas, Guillaume Saint-Jacques de Silvabelle soumettra aussi son mémoire sur des observations méridiennes de la Lune en 1768. L'enjeu de ces méthodes est le calcul et la publication de tables donnant pour le méridien origine (celui de Paris) des instants de passages de la Lune à ce méridien ou des distances angulaires de la Lune au méridien. Bien évidemment, aucun de ces prétendants ne veut se lancer dans un long et fastidieux calcul. Les récompenses espérées par les concurrents sont en principe destinées à rémunérer un calculateur ou dans le meilleur des cas, à couvrir l'impression si l'inventeur promet de se charger du pénible travail calculatoire.

On note aussi les projets de l'abbé de Brancas en 1755 ou de Clerget en 1766 qui proposeront vainement des tables perpétuelles ou horaires : l'un et l'autre seront jugés incompetents dans le domaine de l'astronomie nautique.

Deux périodes semblent se dégager de cet inventaire. La première période qui va de 1716 à 1750, voit une majorité de projets autour de deux sujets phares, correspondant en partie aux prix de navigation de l'Académie : développements des instruments pour mesurer la hauteur des astres en mer, et recherches sur des méthodes employant des horloges marines. Si la recherche sur les instruments est souvent fructueuse, incluant les recherches sur la déclinaison magnétique, les méthodes sur les horloges ne sont, à de rares exceptions près, que des recherches de principes, spéculant sur l'existence d'horloges conservant une marche régulière en mer.

La seconde période va du retour de l'abbé Lacaille du cap de Bonne-Espérance en 1754 jusqu'à 1793. Les sujets sont variés : on retrouve la recherche sur les horloges — dans l'air du temps, mais moins prise en dehors des circuits académiques —, la recherche sur les boussoles, mais aussi de

¹³². Voir infra, chap. III.2 et Boistel, plusieurs études sur le P. Pezenas à paraître.

¹³³. Voir infra, chap. III.3.

nombreuses méthodes astronomiques, des idées de tables en tout genre, et une activité importante autour des machines à simplifier les calculs trigonométriques, véritablement à la mode dans la dernière décennie du XVIII^e siècle.

CONCLUSION

Le prix de Meslay se traduit par des efforts dispersés. L'Académie ayant fait le choix de la diversité des sujets plutôt que de se concentrer sur quelques thèmes importants et bien ciblés, l'utilité de beaucoup de ces sujets est contestable. On peut alors se demander qui rédige l'intitulé des sujets des prix et dans quelles conditions ces sujets sont proposés. Une telle étude ne semble pas avoir été faite et serait à mener.

Il est remarquable de noter que les auteurs d'articles encyclopédiques n'accordent aucune place au prix Rouillé de Meslay, ou prix de navigation, dans leurs historiques des efforts déployés par les nations pour résoudre le problème des longitudes. Ce qui en dit long sur l'importance de ce prix. Il semble n'avoir eu finalement que peu d'impact sur l'avancement des sciences nautiques. Si dans les années 1765-1773 l'horlogerie de marine bénéficiera d'un regain d'intérêt motivé par la décision anglaise d'attribuer le prix des longitudes à John Harrison en 1765, l'astronomie nautique apparaît comme le parent pauvre du prix de navigation de l'ARS. Ce type de recherche se développera dans un autre cadre que celui de l'Académie.

Mais pouvait-il en être autrement ? Le choix des sujets et de la distribution des prix n'apparaissent-ils pas faussés ? Ce sont les astronomes et les géomètres de l'Académie qui développent l'astronomie nautique lunaire. Interdits de participation au concours, peuvent-ils proposer un sujet sur lequel ils sont compétitifs et risquer ainsi de se voir voler la vedette et la priorité par un rival étranger ?

L'opposition de Pierre Bouguer aux méthodes horlogères pour la détermination des longitudes en mer freine en partie le développement de ce type de recherches comme il sera plus clairement montré dans le chapitre suivant. Le succès notoire de John Harrison en 1765 et la publication du *Nautical almanac* en 1766 provoquèrent une prise de conscience du retard que l'astronomie nautique française avait pris depuis 1755.

PREMIÈRE PARTIE - CHAPITRE 2

I.2
DE MAUPERTUIS À LALANDE
LES ACADÉMICIENS « PRÉPOSES AU PERFECTIONNEMENT DE LA
NAVIGATION »

PLAN

I. UN POSTE CRÉÉ SPÉCIALEMENT POUR MAUPERTUIS : LA MARINE COMME ACCÈS AUX HONNEURS

I.1 Un emploi créé spécialement pour Maupertuis.

I.2 Les travaux de Maupertuis pour la Marine.

II. ANTOINE-LOUIS ROUILLÉ, L'ESSOR DES SCIENCES ET PIERRE BOUGUER

II.1 Ouvrages et mémoires de Pierre Bouguer, préposé au perfectionnement de la Marine.

II.2 Les rapports de Bouguer, commissaire pour la Marine.

III. CLAIRAUT, LE MONNIER ET LALANDE : L'ASTRONOMIE NAUTIQUE LUNAIRE À L'HONNEUR

III.1 1758-1765 : la succession de Pierre Bouguer.

III.2 Les travaux de Clairaut et de Le Monnier pour la Marine.

III.2.1 Clairaut et ses contributions aux perfectionnements de la navigation.

III.2.2 En 1765, Le Monnier n'est pas le seul préposé au perfectionnement de la Marine.

III.2.3 Actions particulières de Le Monnier dans le cadre de son statut de préposé eu perfectionnement de la Marine.

IV. LALANDE ET LE PERFECTIONNEMENT DE LA NAVIGATION : UNE CHARGE BIEN ENCOMBRANTE POUR UN AUTRE OPPORTUNISTE

IV.1 Lalande et la Marine.

IV.2 Rapports et activités de Lalande comme commissaire pour la Marine, ou, comment Lalande ne fit pas partie du voyage de l'*Isis* en 1768.

*Si la Marine a besoin des astronomes,
les astronomes ont besoin du ministre de la Marine*¹³⁴.

(Jérôme Lalande, 1803)

Pour examiner les mémoires qui étaient envoyés au département de la Marine¹³⁵, il fallait des commissaires et donc des académiciens plus ou moins engagés dans les progrès des sciences nautiques. Indépendamment des problèmes de l'instruction des marins et des pilotes, sujet que nous n'abordons pas dans notre étude, la Marine avait donc besoin de faire appel à des astronomes et des géomètres capables de juger de la pertinence des mémoires des prétendants aux diverses récompenses. Il fallait les rémunérer.

De quelle nature sont les liens unissant astronomes (et géomètres) de l'Académie et le département de la Marine ? Qui sont-ils ? Quelles sont leurs charges ? Quels sont leurs appointements ? Il nous a semblé ici très important d'établir ou de rétablir leur statut particulier afin de réexaminer leur production scientifique sous un nouvel angle, jamais ou trop peu abordé jusqu'à présent à notre connaissance.

Les programmes du prix Rouillé de Meslay ou de l'Académie confirment et poursuivent le programme colbertien de développement d'une Marine savante. Mais dans quelles conditions les académiciens et savants sont-ils recrutés par le département de la Marine ? Quels rôles leur sont-ils attribués dans le perfectionnement de la navigation ?

R. Hahn écrit dans son article, « L'enseignement scientifique des gardes de la Marine au XVIII^e siècle » : « *Il existait déjà dans le corps une tradition de rapports intimes entre les marins et les savants. La Connaissance des Tem[p]s, sorte d'éphéméride d'une utilité incontestable pour les navigateurs, était rédigée annuellement par des astronomes et calculateurs payés sur les fonds de la Marine [réf. AN, MAR, C².50 et 51]. Le bureau du Dépôt général des plans, cartes et journaux de la Marine portait Messier, Méchain et Buache sur ses matricules [AN, MAR, C¹.195]. Delisle, Clairaut, Le Monnier et Pingré, tous académiciens recevaient aussi un salaire du département de la Marine, « pour perfectionner la navigation »*¹³⁶. Il est dommage que R. Hahn laisse ici dans le flou quelques informations, et commette quelques raccourcis fâcheux. Le plus important réside dans le calcul des

¹³⁴. Lalande, 1803, BA, p. 702.

¹³⁵. Supra, chap. I.1, inventaire des mémoires déposés auprès de la Marine et des Académies.

¹³⁶. Hahn, 1964, p. 550.

éphémérides de la CDT. Le premier calculateur rémunéré en tant que tel, assistant de l'académicien chargé de l'édition de la CDT, n'apparaît qu'après la refonte de la publication académique en 1785. Jusque vers 1788, le principal calculateur et éditeur de la CDT — il s'agit souvent de la même personne — touche 800 Livres prises sur le budget de l'Académie et n'a rien à voir officiellement avec le département de la Marine. Il faut attendre les interventions de Fleurieu puis du maréchal de Castries en 1785 pour voir la Marine se préoccuper de l'édition d'un véritable almanach nautique. Nous renvoyons le lecteur au chapitre II.2 pour ce qui concerne l'histoire de l'édition de la CDT au cours du XVIII^e siècle.

Mais Roger Hahn nous fournit un indice précieux, et il m'a paru important de rechercher et préciser les conditions dans lesquelles les savants furent engagés par le département de la Marine, de remonter aux origines du poste de *préposé au perfectionnement de la navigation* ou *préposé au perfectionnement de la Marine* (désignations employées indifféremment par la suite) titre qui désigne une charge officielle et appelle donc une production officielle. Cette production doit vraisemblablement se présenter, soit sous forme d'ouvrages, manuels ou traités destinés à l'instruction des officiers de la Marine, soit sous forme de rapports ou d'examens de mémoires déposés auprès du ministère dans le cadre des prix pour les longitudes.

Cette étude se propose d'examiner plus en détail la production des savants appointés par la Marine, dans le cadre de cette charge. Une telle étude doit alors permettre de mieux dessiner les relations entre savants et administrations de l'Etat, ainsi que les relations entre académiciens et officiers savants de la Marine, bref, de redessiner le contexte général d'une activité scientifique particulière, le développement de l'astronomie nautique entre 1739 et 1793.

Ce chapitre est complété en annexe par une table des appointements et des carrières des savants et astronomes que nous nous sommes proposés de suivre au cours de cette thèse. Le lecteur peut s'y référer au cours de la lecture de ce chapitre afin de mieux suivre l'évolution de la carrière des géomètres dont il est ici question, Maupertuis, Bouguer, Clairaut, et les astronomes Le Monnier et Lalande.

I. UN POSTE CRÉÉ SPÉCIALEMENT POUR MAUPERTUIS : LA MARINE COMME ACCÈS AUX HONNEURS

I.1. UN EMPLOI CRÉÉ SPÉCIALEMENT POUR MAUPERTUIS

Le Malouin Pierre-Louis Moreau de Maupertuis est incontestablement à la fin des années 1730 le chef de file des partisans de la physique newtonienne du tout-paris savant¹³⁷. Comme le souligne justement René Taton, Maupertuis joue un rôle important dans la conversion progressive de la plupart des académiciens à la théorie newtonienne de la gravitation universelle.

Il avait dirigé une expédition en Laponie suédoise en 1735-1736¹³⁸, qui avait pour objet de mesurer par des opérations géodésiques, un degré de méridien terrestre et ainsi trancher dans le débat sur la figure de la Terre, en faveur soit des conclusions des académiciens cartésiens, soit de celles de Newton¹³⁹. L'expédition était de retour à Paris le 20 août 1737. Maupertuis se présentait le lendemain à Versailles devant le roi et le ministre Maurepas¹⁴⁰ pour rendre compte de sa mission¹⁴¹. Il ne présentera les résultats scientifiques de l'expédition devant l'ARS que le 13 novembre 1737.

Ce retour ne lui apporta pas toute la gloire qu'il avait espérée. Pire, il avait dû affronter les attaques des cartésiens qui manifestaient une extrême défiance envers les résultats obtenus. Maupertuis et ses compagnons étaient même accusés d'avoir mal effectué leurs observations en n'ayant pas retourné leur quart de cercle selon les protocoles de mesure admis à l'époque¹⁴². En attendant le retour de l'expédition du Pérou partie en 1735¹⁴³, des opérations géodésiques de la méridienne de France avaient été demandées par l'Académie afin de vérifier l'aplatissement de la Terre aux pôles, mesures qui plaidaient

¹³⁷. Maupertuis affirme son newtonianisme dans quelques textes importants parmi lesquels, le *Discours sur les différentes figures des astres avec une exposition des systèmes de MM. Descartes et Newton*, Paris, 1732 (réédité en 1742) ; le mémoire « Sur les loix de l'attraction », HARS 1732 (Paris, 1735) ; la *Figure de la Terre, déterminée par les observations de MM. De Maupertuis, Clairaut, Camus, Le Monnier, Outhier, Celsius au cercle polaire*, Paris, 1738, Amsterdam, 1738.

¹³⁸. Outre, Maupertuis, les autres membres de cette expédition étaient les académiciens Alexis Clairaut (mathématicien), Pierre-Charles Le Monnier (astronome) et Charles Camus (astronome). Voir le beau travail de Jean-Pierre Martin, publié à Cherbourg en 1987.

¹³⁹. Pour un exposé des travaux sur la figure de la Terre, consulter : Lacombe et Costabel, 1988 ; Greenberg, 1995 ; Passeron, 1995 ; Gapaillard, 1999.

¹⁴⁰. Jean-Frédéric Phélypeaux, comte de Maurepas (1701-1781) est ministre de la marine, du 14 août 1723 au 27 avril 1749 et chargé de la Maison du Roi (1718-1749) [Maurepas et Boulant, 1996, pp. 283 et suiv.].

¹⁴¹. Nordmann, 1966, pp. 93-96.

¹⁴². Nordmann, 1966, p. 94.

¹⁴³. Une première expédition était partie en 1735 et était constituée des académiciens Louis Godin, Pierre Bouguer, Charles de La Condamine et Joseph de Jussieu. Elle était partie dans la Cordillère des Andes et ce qui est aujourd'hui l'Equateur (qui s'appelait alors le Pérou).

en faveur de la théorie newtonienne¹⁴⁴. Les querelles qui suivirent furent désastreuses en ce qui concerne les relations entre Maupertuis et Clairaut. Amis proches et animateurs du clan académique newtonien en 1734, la brouille est consommée en 1739¹⁴⁵.

Il n'est pas dans notre propos de relater ici les querelles autour du problème de la figure de la Terre, sujet déjà si bien traité par d'autres auteurs. Il est important toutefois de resituer rapidement le contexte dans lequel Maupertuis va hériter d'un poste tout spécialement créé pour lui.

Le 1^{er} novembre 1737, le roi par l'intermédiaire du cardinal de Fleury¹⁴⁶, accorde à chacun des membres de l'expédition de Laponie une pension prise sur le trésor royal « en récompense du voyage au Nord » : 1000 Livres pour Clairaut¹⁴⁷, 600 Livres pour Le Monnier et Camus¹⁴⁸, 1000 Livres pour Maupertuis¹⁴⁹. Maupertuis juge cette pension ridiculement insuffisante et la refuse. Nordmann indique que Maupertuis demanda à ce que sa pension soit répartie sur ses compagnons de voyages. En décembre 1739, Le Monnier se voit gratifier d'une augmentation de 400 Livres en remerciements de son ouvrage sur l'expédition¹⁵⁰. Peut-être faut-il voir en cette gratification, une part de redistribution de la pension refusée par Maupertuis ? Quoi qu'il en soit, le Cardinal de Fleury est offusqué par ce refus qui, par ailleurs, provoque un élan de sympathie pour Maupertuis de la part de la société mondaine parisienne¹⁵¹.

Dans cette ambiance de querelles académiques Maupertuis, plus mondain que jamais, bénéficie des encouragements de nombre de courtisanes¹⁵² et se trouve ainsi introduit dans les milieux de la cour. En septembre 1739, la cour est à Fontainebleau et Maupertuis est invité à y loger. C'est certainement à cette occasion qu'il entreprend des démarches pour obtenir un poste honorifique qu'il jugerait "à sa hauteur".

¹⁴⁴. Voir par exemple Martin, 1987 ; Gapailard, 1999. On pourra aussi se référer aux actes du colloque international *La figure de la Terre, du XVIII^e siècle à l'ère spatiale*, H. Lacombe et P. Costabel (dir.), Académie des Sciences, 1988, Paris, Gauthier-Villars.

¹⁴⁵. Voir les pages qu'Elisabeth Badinter consacre à ces querelles et à leurs ravages au sein de l'Académie (1999, pp. 100-141).

¹⁴⁶. Le cardinal Hercule de Fleury (1653-1743), ministre d'Etat, a gouverné la France pendant 17 années et fut l'un des plus grands hommes d'Etat du siècle selon Viguier (1995, pp. 987-988).

¹⁴⁷. AN, MAR, « Pensions accordées sur le trésor royal et par la Maison du roi », O¹.81, fol. 377.

¹⁴⁸. AN, MAR, O¹.81, fol. 377-378.

¹⁴⁹. AN, MAR, O¹.81, fol. 377. Ces archives stipulent 1000 Livres et non 1200 comme l'indique sans source C. J. Nordmann (1966, p. 93, n. 81), et repris par erreur par E. Badinter (1999, p. 96).

¹⁵⁰. AN MAR, O¹.83, fol. 436, brevet de pension daté du 25 décembre 1739.

¹⁵¹. Valentin, 1998, p. 69.

¹⁵². Voir Hervé, 1911 et Showalter, 1975, p. 141 : parmi les amies de Maupertuis, citons les duchesses de Richelieu, d'Aiguillon, de Crevecœur et la maréchale de Villars. La marquise du Châtelet et Mme de Graffigny figurent aussi parmi ses ferventes admiratrices.

C'est Mme de Graffigny¹⁵³ qui nous fournit le premier témoignage de ces démarches de l'ombre, dans une lettre qu'elle écrit à son ami Devaux (dit panpan)¹⁵⁴, le dimanche 29 novembre 1739 :

Il faut que je te dise une nouvelle que j'ai oubliée jusqu'ici. Maupertuy est chargé de la perfection de la marine avec mille écus d'apointement. Il faut espérer qu'il sera content, quoi que je croye la chose impossible. Il est de ces gens qui se tenaillent pour dire qu'ils sont malheureux. Il disoit qu'il lui falloit de l'honneur, de la gloire et de l'argent; il a tout cela, car il a été fêté à Fontainebleau par le roi, par md de Mailly¹⁵⁵, et toute la cour comme de raison. Cet emploi lui peut donner beaucoup de gloire et mille écus de plus sont fort honnêtes¹⁵⁶.

Au change, 1000 écus font 3000 Livres de France. Showalter signale cette note de Besterman, éditeur des lettres de Voltaire à Oxford : « *Le Blanc dit qu'on l'a [Maupertuis] récompensé par un employ sans fonction qu'on a créé exprès pour luy donner mille écus de plus qu'il n'avoit* »¹⁵⁷.

En décembre 1739, Maupertuis se confie à Jean II Bernoulli et confirme la création de ce poste à son égard :

je suis chargé par le Roy de travailler à la perfection de la Navigation avec 3000^{lb} d'apointement. C'est une place que M. de Maurepas a fait créer pour moy, et la plus agréable que je puisse avoir par l'honneur et la grandeur de l'objet et parce quelle pourra me rendre utile dans cette partie de science que M. de Maurepas a fort à cœur. Tout cela s'est fait encore de la manière la plus gracieuse pour moy. Cela me rend tres content et assez a mon aise¹⁵⁸.

¹⁵³. *Vie privée de Voltaire et Mme du Châtelet pendant un séjour de 6 mois à Cirey par Mme de Graffigny*, Paris, 1820. Françoise de Graffigny fréquente dans les années 1738-39 le château de Cirey et la marquise du Châtelet. Lors de son séjour, elle rencontre Maupertuis et devient momentanément l'une de ses maîtresses : « *J'ai lu son Voyage en Laponie ; je n'ai jamais rien lu de mieux écrit pour ce que j'en puis entendre, parce qu'à la fin ce sont des calculs et des observations auxquelles je n'entends rien* », lettre du 15 janvier (1739?), Op. Cit., pp. 202-203. Voir aussi Showalter, 1975, lettres 104, 19 et 20 mai 1739, p. 142; 105, 22 mai 1739, p.143; 106, 24 mai 1739, p. 146. Maupertuis est invité à Cirey de janvier à mars 1739 [Beeson, 1992, note p. 128]. Arrivée à Paris, Mme de Graffigny donnera quelques aperçus précieux, car trop rares, de la vie mondaine de la capitale. Sa correspondance est en cours d'édition : Dainard, J.A. et al., 1985-..., *Correspondance de Mme de Graffigny*, Oxford (Voltaire Foundation).

¹⁵⁴. *Vie privée de Voltaire et Mme du Châtelet pendant un séjour de 6 mois à Cirey par Mme de Graffigny*, Paris, 1820, pp. 121-123 [Nantes, 66.234].

¹⁵⁵. Maîtresse de Louis XV (Showalter, 1975, n. 15, p. 222).

¹⁵⁶. Showalter, 1975, lettre 187 du samedi 28 novembre au dimanche 29 novembre 1739, p. 222.

¹⁵⁷. Showalter, 1975, n. 14, p. 222.

¹⁵⁸. Beeson, 1992, Lettre du 28 décembre 1739 à Jean II Bernoulli, p. 128.

Voilà donc Maupertuis chargé, à la fin de cette année 1739, du perfectionnement de la Marine, poste destiné à le dédommager de la petite pension que lui avait offerte le cardinal de Fleury, poste créé spécialement pour lui, résultat d'intrigues à la cour et démarches auprès de Maurepas, ministre averti, entreprenant des réformes de fond et désireux d'intéresser le roi Louis XV aux questions maritimes contre la volonté du cardinal de Fleury¹⁵⁹.

Le brevet de cette pension est très vite versé au dépôt de la marine. On le trouve mentionné dès la période janvier-juin 1740, accordé à Maupertuis « *pour les perfectionnements apportés à la marine* »¹⁶⁰. Notons que Maupertuis n'a encore rien produit qui se rapporte de près ou de loin à la navigation ! C'est en 1741 que l'on trouve mentionné pour la première fois le titre de *préposé au perfectionnement de la Marine* lors du renouvellement du paiement de cette pension¹⁶¹. Cette pension lui est payée jusqu'au 15 avril 1745. A cette époque, Maupertuis a engagé des pourparlers avec le Roi afin qu'il puisse quitter la France pour Berlin, conserver la nationalité française et prendre la présidence de l'Académie de Prusse. A la mi-juin, Maupertuis remet sa pension entre les mains de l'Académie¹⁶². Maupertuis est à Berlin au début du mois d'août 1745.

Le roi Frédéric II de Prusse est pressé de s'attacher Maupertuis comme Président de son Académie berlinoise renouvelée. Maupertuis touchait du roi de France 8000 Livres au total de ses pensions. Il gagne avec son déplacement une pension de 12 000 Livres, une promesse d'un pouvoir absolu et des marques d'honneur réservées d'ordinaire aux hôtes les plus distingués¹⁶³.

Les choses vont vite. Par suite de sa résidence à l'étranger, Maupertuis est rayé des pensionnaires de l'ARS. Maurepas signe la lettre autorisant Grandjean de Fouchy à exclure Maupertuis le 3 ou le 7 septembre 1745, avec effet au début de l'année 1746. Il est remplacé par Jean-Jacques Dortous de Mairan. A la même époque, l'astronome Louis Godin¹⁶⁴ — le responsable de l'expédition du Pérou, rentrée partiellement en 1744 — est exclu de l'ARS pour avoir pris trop de charges à l'étranger¹⁶⁵.

¹⁵⁹. [Picciola, 1999, p. 268]. Sur les activités et les compétences de Maurepas comme ministre de la Marine, voir sa récente biographie par Picciola (1999), Legoherel (1999, pp. 52-55), Vergé-Franceschi (1996, pp. 90-114).

¹⁶⁰. AN, MAR, B².31, fol. 138 et fol. 450 : Brevet de janvier-juin 1740.

¹⁶¹. AN, MAR, C⁷.218 et 219 : lettre de Versailles, datée du 9 avril 1741, au trésorier général de la Marine, pour le paiement de 3000 Livres conformément au brevet de 1740 pour Maupertuis. Renouvellement de cette pension dans trois autres lettres datées eu 29 déc. 1743, du 16 février 1744 et du 18 avril 1745.

¹⁶². Velluz, 1969, p. 95; Beeson, 1992, pp. 143-145; Valentin, 1998, pp. 98-100.

¹⁶³. Badinter, 1999, p. 275.

¹⁶⁴. L'un des rédacteurs de la CDT. Voir infra, chapitre II.2.

¹⁶⁵. Beeson, 1992, p. 144.

Tout n'est pas terminé pour Maupertuis. Il réalise finalement une belle opération financière avec son départ pour Berlin. Son réseau d'amitiés est décidément bien établi. En 1746, le comte d'Argenson¹⁶⁶ permet à Maupertuis déjà parti pour Berlin, d'obtenir une pension de 4000 Livres en dédommagement de la « ladrerie » du cardinal de Fleury. Le même d'Argenson lui permettra plus tard, en mai 1756, d'être réintégré parmi les vétérans de l'Académie d'où il avait été rayé en septembre 1745¹⁶⁷. Le brevet de cette pension de 4000 Livres est daté du 17 août 1746 et porte la mention « Pour son voyage au Nord »¹⁶⁸.

Toutefois, ce poste n'aura pas été créé inutilement par Maurepas. Son successeur, Antoine-Louis Rouillé¹⁶⁹, soucieux lui aussi de promouvoir une marine scientifique, envisage la charge de Maupertuis sous un angle bien plus ambitieux. Une pièce inédite conservée aux archives de la Marine témoigne en ce sens. Datée de l'année 1748, sans doute de manière erronée, elle donne de précieuses indications sur la manière dont l'Etat et le département de la marine considèrent Maupertuis. En attendant des recherches plus approfondies sur les circonstances dans lesquelles cette lettre est écrite et une datation plus précise, nous la livrons ici car elle apporte de précieux éléments sur l'engagement des savants par le département de la Marine au milieu du XVIII^e siècle :

M. de Maupertuis ayant été chargé par M. Le comte de Maurepas de travailler à ce qui peut perfectionner l'art de la navigation, a tourné toutes ses vues de ce côté là. Il a composé en Prusse un ouvrage sur la Parallaxe de la Lune qui peut beaucoup avancer la science des longitudes; il a fait imprimer cet ouvrage dès qu'il a été de retour à Paris.

Comme les travaux dont il avoit été chargé pour déterminer la figure de la terre ont un rapport essentiel avec la navigation, et qu'en Angleterre on a déjà appliqué aux règles du Pilotage les découvertes des académiciens françois, M. de Maupertuis revendique ce qui leur appartient dans un traité des loxodromies qu'il vient de faire qui contient toutes les règles du pilotage, démontrées d'une manière nouvelle et perfectionnées par les nouvelles découvertes. le Traité de la parallaxe de la Lune et celui cy feront connoître les avantages que l'astronomie et la navigation retirent de la découverte de la figure de la terre.

¹⁶⁶. Marc-Pierre de Voyer, comte d'Argenson (1696-1764), ministre de la Guerre pendant quinze années de 1742 à 1757. Par ses mesures administratives et militaires, il releva les forces de la France. Il fut le protecteur des lettres, un ami de Voltaire. Il fit partie de 1730 à 1750 de la société intime de Mme du Deffand. Disgracié en 1757 en même temps que Machault son ennemi juré [Hervé, 1911, p. 767, n. 4; Viguerie, 1995, pp. 1450-1451].

¹⁶⁷. Hervé, 1911, p. 767, n. 4.

¹⁶⁸. AN, MAR, O¹.90, fol. 223. Les éléments concernant cette pension donnés par Hervé (1911, n. 4, p. 767) sont partiellement faux.

¹⁶⁹. De la même famille que le comte Rouillé de Meslay. Ministre de la Marine du 29 avril 1749 au 30 juillet 1754. Il est l'un des fondateurs de l'Académie de Marine à Brest (voir infra, chapitre II.3). Voir Allard, 1977.

Voilà ce que m. de Maupertuis a fait jusqu'icy. Pour rendre son travail plus utile à la patrie, et plus digne de la confiance du ministre, pendant qu'il s'applique à perfectionner l'art, il pourroit aussy s'appliquer à perfectionner la maniere dont il s'enseigne.

Pour cela, il faudroit examiner l'état actuel des Ecoles d'Hydrographie, ce qui y manque, et ce qu'on y peut perfectionner, tant par le choix des Professeurs que par celui des livres qui s'y enseignent, et par l'étude de quelques arts ou Sciences qui influent sur la navigation; avoir une correspondance réglée avec les professeurs, faire de tems en tems la visite des Ecoles, Examiner avec soin les journaux des Pilotes, &c.

On a crée pour le Sr Vaucanson une place d'inspecteur des manufactures¹⁷⁰ qui est un employ dont l'objet est infiniment moins considérable que celui cy¹⁷¹.

Voilà qui apporte des éclaircissements sur la manière dont les réformes de l'instruction des Gardes-marines vont péniblement s'organiser dans les années 1760 à 1780 : examen des Ecoles d'hydrographie, mise en place de manuels d'enseignement choisis, suivi de cet enseignement et des professeurs, examen suivi des Journaux de bords des navires. Si certaines de ces dispositions existent déjà dans certaines ordonnances de la Marine, la plupart ne seront effectives qu'une trentaine d'années plus tard, dans les années 1780 avec les réformes de Castries en 1786. Choiseul, avec ses réformes de 1764 et 1765, mettra ses successeurs sur la voie en s'inspirant d'une telle note et d'autres qu'il reste certainement encore à découvrir parmi les archives innombrables de la Marine conservées aux Archives Nationales de France ou ailleurs.

Ce qui est plus surprenant, en acceptant provisoirement que cette note fut rédigée en 1748 — ce qui reste à vérifier —, c'est que l'on songe à confier à Maupertuis la charge d'inspecteur des écoles d'hydrographie. Rappelons que celui-ci occupe alors la présidence de l'Académie de Berlin, et qu'il a été rayé des membres de l'Académie en 1745. Cette charge totalement nouvelle en 1748 serait un second poste créé spécialement pour le savant turbulent.

¹⁷⁰. Jacques de Vaucanson (1709-1782), fabricant d'automates à Lyon, machines présentées à l'Académie en 1738. Il développa des machines destinées à l'amélioration de l'industrie textile. Il est nommé en 1741, Inspecteur des manufactures à soie et chargé de perfectionner les techniques et les machines de cette industrie. Il est élu à l'Académie en 1748 [Viguerie, 1995, p. 1428]. Voir Balpe, Cl., 1997, « Jacques Vaucanson, mécanicien et montreur d'automates », in *La Revue* (CNAM, Paris), n°20, septembre 1997.

¹⁷¹. AN, MAR, 3 JJ 7, pièce 27 : « Note sur les travaux de M. Maupertuis pour perfectionner l'art de la Navigation; on propose de le charger d'en perfectionner l'enseignement et notamment de l'examen des Ecoles de Navigation », datée de 1748 (?), 1 ff., s.l.n.d.

I.2 LES TRAVAUX DE MAUPERTUIS POUR LA MARINE

Commandés par le ministre de la Marine, les quatre textes que Maupertuis publie sous couvert de son statut de préposé au perfectionnement de la Marine s'inscrivent largement dans le cadre de ses recherches sur la figure de la Terre. Le caractère théorique domine aux dépens du côté pratique.

¹ Le premier ouvrage que Maupertuis publie dans la foulée de sa nomination sont les *Elémens de Géographie* (Paris, 1740). C'est une suite de ses travaux sur la figure de la Terre, dans laquelle il discourt de la mesure des degrés de méridien terrestre et des différences en latitude.

¹ Suit le *Discours sur la parallaxe de la Lune pour perfectionner la théorie de la Lune et celle de la Terre* (Paris, 1741). L'ouvrage est déposé le 15 juillet 1741. Nicole, Clairaut et Le Monnier nommés commissaires, remettent leur rapport le 23 août 1741.

Dans cet ouvrage, Maupertuis reprend et poursuit les travaux de Manfredi¹⁷² qui se proposait de vérifier la figure de la Terre par l'examen des parallaxes de la Lune. Optimiste, Maupertuis montre qu'à la suite de l'expédition de Laponie, il est possible de revoir la théorie du mouvement de la Lune en tenant compte de la figure de la Terre, de déterminer les variations de pesanteur à la surface de la Terre, de rectifier le dessin des lignes de Rumb et des loxodromies et d'apporter ainsi de nouvelles solutions au problème des longitudes.

Ce texte est très certainement à l'origine de la motivation de Lacaille à entreprendre le voyage au cap de Bonne-Espérance pour la détermination de la parallaxe de la Lune, en parallèle avec Lalande à Berlin (voir infra, chapitre IV.2). Un indice qui plaide en faveur de cette interprétation est la lettre qu'écrivit l'astronome Joseph-Nicolas Delisle, chargé de centraliser les observations effectuées en simultané avec Lacaille et Lalande, à James Bradley, le 31 janvier 1751. Delisle demande à Bradley que des astronomes anglais effectuent des observations de la parallaxe de la Lune en même temps que celles de Lacaille au Cap, dans le projet de lier les parallaxes de la Lune à la figure de la Terre :

Vous en verrez aisément la raison fondée sur ce que ces parallaxes doivent varier suivant les différentes figures que l'on donne à la Terre, et s'il est vrai qu'elle soit aplatie par les poles, comme elle l'est effectivement, il en doit résulter différentes déterminations de la parallaxe de la Lune pour les différentes latitudes¹⁷³.

¹⁷². Voir HARS 1734 (Paris, 1736), Mém., pp. 1-20 (voir infra, chapitre IV.2 pour une discussion approfondie sur le problème de la parallaxe de la Lune).

¹⁷³. Rigaud, 1972, pp. 464-465. Lettre de Delisle à Bradley de Paris, le 31 janvier 1751.

Ce projet est bien celui de Maupertuis.

1 *L'Astronomie nautique* (Paris, 1743)

En 1743, Maupertuis justifie sa charge officielle d'améliorer la navigation en publiant son *Astronomie nautique* (Paris, 1743), fruit de ses compétences en mathématiques et de l'ensemble de ses recherches sur la figure de la Terre.

Selon Beeson, cet ouvrage est de haute tenue mathématique, l'égal des premières études mathématiques des années 1730¹⁷⁴. Maupertuis y examine les relations entre la figure de la Terre et les étoiles fixes afin de proposer de nouvelles méthodes toutes destinées à déterminer la latitude (et seulement la latitude), avec ou sans instruments. Maupertuis s'adresse au marin naufragé qui chercherait à déterminer sa position sur le Globe (sic).

Très éloigné de son but, cet ouvrage n'est pas le manuel de navigation que nombre de marins, savants et hydrographes attendent. Il illustre bien le problème de l'Ancien Régime qui plaça à des postes honorifiques, et particulièrement à la Marine, des personnes qui étaient très éloignées des préoccupations pratiques des hommes de métier. Maupertuis ne fait qu'exploiter la possibilité qu'il lui est offerte de publier ses propres travaux sous le prétexte du perfectionnement de la Marine. Ne voulant pas employer la trigonométrie sphérique, Maupertuis développe toutes ses méthodes de manière analytique (voir planche I.2.1).

Les jugements portés sur cet ouvrage sont sévères. Celui de la Beaumelle, le premier biographe de Maupertuis insiste sur le niveau de mathématiques exigé par ses lecteurs : « [son] unique défaut est de n'être à la portée d'aucun pilote »¹⁷⁵.

L'étendue mathématique de cet ouvrage impressionne, d'Euler¹⁷⁶ à Lalande, ce dernier ne remarquant que cet aspect de l'ouvrage :

C'est un recueil de problèmes analytiques, applicables à la marine dans certains cas¹⁷⁷.

Il se fait plus précis dans sa *Bibliographie astronomique* :

¹⁷⁴. Beeson, 1992, pp. 145 et suiv. Sur les développements mathématiques dans les années 1730, voir l'énorme travail de Greenberg, 1995.

¹⁷⁵. Rapporté par Beeson, 1992, p. 145.

¹⁷⁶. L. Euler remercie Maupertuis de l'envoi de son ouvrage dans une lettre écrite de Berlin, le 4 juillet 1744 [Lettre 7, OO IV A, 6, pp. 49-56]. Euler en profite pour préciser quelques points des travaux de Maupertuis sur lesquels il avoue avoir lui-même travaillé quelques années auparavant. Euler précise avoir employé la trigonométrie sphérique plus adéquate pour traiter ce genre de problèmes.

¹⁷⁷. Lalande, 1795, *Abrégé de Navigation*, p. 13.

Cet ouvrage contient des formules analytiques pour trouver la latitude, la déclinaison l'heure qu'il est, le lever et le coucher, le crépuscule, l'équation des hauteurs, les réfractions etc. par les observations que l'on peut faire suivant les circonstances. L'"*Astronomie des marins*" du P. Pézenas est un ouvrage du même genre et plus étendu¹⁷⁸.

Remarquons que la comparaison que fait Lalande de l'ouvrage de Maupertuis avec un véritable manuel de navigation qu'est celui du P. Pezenas¹⁷⁹, défavorable à ce dernier est cruelle et injuste. Ce jugement me semble être certainement à l'origine du désintérêt dont les historiens ont pu faire preuve à l'égard des travaux de l'astronome et hydrographe jésuite.

Si Lalande n'évoque pas la mission manquée de Maupertuis, qui n'a pas écrit un manuel de navigation, le P. Pezenas en tant que professeur d'hydrographie à Marseille ne manque pas de le faire dans la préface de son *Astronomie des Marins* :

Je m'imaginai que l'astronomie nautique de feu M. Maupertuis pourrait remplir le rôle d'un traité de navigation. Le ministre de la marine envoya ce livre dans tous les ports [...] ; on y trouva beaucoup d'algèbre, des équations du second degré, très compliquées, du calcul différentiel et un en mot, beaucoup de théories sans applications à la pratique [...] de telle sorte que cet ouvrage n'a aucun cours parmi les marins¹⁸⁰.

Citons Delambre s'il faut encore donner des preuves du faible intérêt nautique de l'ouvrage de Maupertuis. On trouve dans la table des matières de son *Histoire de l'astronomie au XVIII^e siècle* ces quelques notes qui nous donnent plus de précision sur la nature et le contenu de l'ouvrage de Maupertuis :

Dans son *Astronomie nautique*, tant vantée et actuellement oubliée, il a voulu se passer de la Trigonométrie sphérique qu'il appelle une science secondaire, n'employer que les sinus et les cosinus, et résoudre tous les problèmes par des formules analytiques [...], [problèmes] qu'il résout péniblement¹⁸¹.

Plus loin, Delambre présente les quelques théorèmes qu'il se propose de démontrer et d'examiner plus à fond. Il explique dans son introduction combien Maupertuis est passé loin de l'objectif annoncé :

¹⁷⁸. Lalande, 1803, BA, pp. 419-420.

¹⁷⁹. Le P. Pezenas (1672-1776), professeur de mathématiques et d'hydrographie à Marseille de 1728 à 1749, puis directeur royal de la Marine (ou des Jésuites de Sainte-Croix) de 1749 à 1763. L'*Astronomie des Marins*, Avignon, 1766, est examiné ailleurs dans cette étude (voir infra, partie III).

¹⁸⁰. Cité par Russo, 1964, p. 438.

¹⁸¹. Delambre, 1827, HA 18, préface, p. xxxviii.

Il composa une *Astronomie nautique*. Cet ouvrage fut vanté ; on se flatta que la Géométrie allait porter la lumière sur toutes les questions de la navigation ; elle ne fit que tout obscurcir, et l'ouvrage est à peu près tombé dans l'oubli. L'auteur annonce des recherches utiles même à l'astronome le plus exercé. [...] Il avoue pourtant que sa méthode aura l'inconvénient de donner *des solutions moins simples et moins commodes*, et c'est là ce qui l'a fait rejeter par tous les calculateurs, qui aiment surtout ce qui est facile, court et commode, et, par une suite nécessaire, plus exact¹⁸².

Quant au destin de cet ouvrage, Delambre écrit :

L'ouvrage fut imprimé au Louvre en 1743 et 1751. On l'envoya dans tous les ports, où l'on n'en fit aucun usage. L'auteur l'a reproduit dans la collection complète de ses Œuvres, et c'est là ce qui l'empêchera d'être oublié tout à fait¹⁸³.

Les astronomes eux-mêmes ne goûtèrent pas vraiment les méthodes proposées par Maupertuis. La bibliothèque Sainte-Geneviève à Paris conserve un recueil de calculs astronomiques divers de la main du P. Pingré¹⁸⁴. Dans l'un de ces calculs, le P. Pingré tente d'appliquer plusieurs méthodes « *pour trouver la latitude par trois hauteurs du Soleil prises vers midi avec l'intervalle de temps écoulé entre ces hauteurs* ». Ces essais sont datés du 29 avril sans indication d'année ; ils s'intègrent toutefois dans son journal de bord de *l'Isis*, ce qui permet de les dater de l'année 1769¹⁸⁵. Pingré effectue ses calculs selon les méthodes proposées par le P. Pezenas¹⁸⁶, et l'abbé Lacaille¹⁸⁷. Comparant les deux méthodes, il ne trouve qu'une minute d'écart et, refusant de croire que la méthode du P. Pezenas soit aussi bonne, il se donne trois exemples numériques différents, espérant vainement trouver un cas dans lequel la méthode du jésuite ne fonctionnerait pas¹⁸⁸. S'attaquant au *problème XXXI* de *l'Astronomie nautique* de

¹⁸². Delambre, 1827, HA 18, p. 352.

¹⁸³. Delambre, 1827, HA 18, pp. 352-353.

¹⁸⁴. Ms 531, *Calculs divers du P. Pingré*, B.S.G.

¹⁸⁵. Il s'agit du voyage entrepris par Fleurieu et Pingré à bord de la frégate *l'Isis* en 1768 et 1769, afin de tester les montres marines de Leroy et Berthoud concourant pour le prix double de l'ARS de 1767 et 1769 (voir chapitre I.1). Les essais sont effectués du 8 décembre 1768 au 21 novembre 1769, ce qui permet la datation des calculs du P. Pingré contenus dans le recueil cité.

¹⁸⁶. Ms 531, « Essai pour démontrer la caducité de la méthode enseignée par le P. Pezenas pour trouver la latitude etc. », fol. 93r^o.

¹⁸⁷. Ms 531, id., fol. 93v^o.

¹⁸⁸. Sans anticiper sur la partie III.2 où nous examinons les débats et les polémiques entre astronomes autour des méthodes de DLM, nous pouvons ici préciser que le P. Pezenas avait violemment mis en cause les méthodes employées par Pingré dans un ouvrage publié en 1768, intitulé *Nouveaux essais pour déterminer les longitudes en mer*, Avignon, J. Aubert. [AN, MAR, G91, fol. 83-98].

Maupertuis¹⁸⁹, Pingré ébauche ses calculs mais ne les achève pas, rebuté sans doute par la difficulté, l'étendue et le manque de simplicité des calculs exigés.

1 Les publications de Maupertuis pour la Marine s'achèvent avec le *Traité de loxodromie tracée sur la véritable surface de la mer*¹⁹⁰. Dans ce mémoire — initialement prévu pour être publié en 1742 —, Maupertuis redessine les loxodromies¹⁹¹ à la surface du Globe en tenant compte de SA nouvelle figure de la Terre.

Signalons l'introduction de ce mémoire dans laquelle Maupertuis souligne sa charge officielle de préposé au perfectionnement de la navigation :

Ayant été chargé par le Ministre de travailler à un Traité de l'Art de la Navigation qui en contient les principes pour la théorie & les règles pour la pratique, & qui puisse servir de livre classique dans les Ecoles d'Hydrographie, pour répondre à la confiance dont on m'honore, j'ai tourné toutes mes vûes vers cette science [...] ¹⁹².

En dehors de l'*Astronomie Nautique*, ses trois autres ouvrages sont conçus comme des justifications à posteriori de l'expédition de Laponie et de ses résultats sur la figure de la Terre. Ils sont destinés à montrer la valeur pratique et théorique de ce travail et, peut-être, selon Beeson, « *also to satisfy his preoccupation with empirical considerations in science* »¹⁹³.

L'œuvre maritime de Maupertuis contribue-t-elle aux progrès de la navigation ? En fonction des besoins et des attentes, la réponse est négative. On sait qu'entre les années 1740 et 1750, la Marine française est quasiment absente de la scène maritime. Lors de la Guerre qui oppose sur mer la France à l'Angleterre entre 1744 et 1748, le bilan est lourd : 23 navires de ligne perdus¹⁹⁴. Sauf cas très particuliers, l'enseignement de l'hydrographie reste très irrégulier et incertain.

En nommant Maupertuis au poste de préposé au perfectionnement de la Navigation, Maurepas ne fait qu'entériner une situation où l'Etat cherche à attirer à lui tous les savoirs, toutes les connaissances, qu'il honore et rémunère, déplaçant ainsi la création vers des milliers de cerveaux terriens qui pensent et

¹⁸⁹. Ms 531, id., « le même exemple résolu par le 31^e problème de l'*Astronomie nautique* », fol. 94^v°.

¹⁹⁰. HARS 1744 (Paris, 1748), Mém., pp. 462-474. Ce mémoire est présenté à l'Académie le 30 mai 1742.

¹⁹¹. Loxodromie : courbe tracée à la surface d'une sphère (ou d'un ellipsoïde), coupant tous les méridiens sous un même angle. Lors d'une navigation, le vaisseau suit donc une courbe sous le même rumb de vent. On peut alors établir des tables loxodromiques par lesquelles on peut calculer le chemin que fait un bâtiment [d'après Littré, IV, p. 3593].

¹⁹². Maupertuis, 1744, Mém., p. 462.

¹⁹³. Beeson, 1992, p. 146.

réfléchissent, en ignorant les compétences des officiers comme ceux de la Compagnie des Indes par exemple. La Marine royale souffre à cette époque de trop d'Etat, de trop de courtisans, d'un vieillissement du corps et de ses cadres¹⁹⁵. Les constructions navales sont insuffisantes. C'est dans ce domaine que le successeur de Maupertuis, l'ancien hydrographe du Croisic, Pierre Bouguer, va le mieux réussir, contribuant de façon significative aux progrès de la navigation.

II. ANTOINE-LOUIS ROUILLÉ, L'ESSOR DES SCIENCES ET PIERRE BOUGUER

Lorsque le départ de Maupertuis pour l'Académie de Berlin dont il prend la présidence se confirme au cours du mois de juin 1745, Maurepas confie à Pierre Bouguer le poste de préposé au perfectionnement de la Marine. Bouguer en témoigne dans une lettre adressée au tout nouveau Ministre Antoine-Louis Rouillé¹⁹⁶ datée du 11 mai 1749 :

[...] Quelques mois après mon retour, M. de Maupertuis qui étoit préposé pour travailler à la perfection des instruments et des pratiques des Pilotes, et généralement de tout ce qui dans la Marine a quelque rapport aux Mathématiques, passa en Prusse, et laissa vacante la place qu'il occupoit, M. le comte de Maurepas me fit l'honneur de jeter les yeux sur moi pour la remplir, ce qui m'a déterminé à m'appliquer encore d'avantage à la Marine. J'ay publié depuis mon arrivée un assez gros volume sur la construction des vaisseaux et sur la théorie de leurs manœuvres ; et je me suis engagé d'en donner un autre sur le Pilotage¹⁹⁷.

La tradition historique veut que le *Traité de navigation* publié en 1753, corresponde à une commande expresse de Rouillé. Cette lettre laisserait plutôt entendre que ce fut une commande engagée sous Maurepas, ou une œuvre personnelle entreprise par Bouguer — sans doute en hommage à son père¹⁹⁸ — et certainement favorisée par Rouillé.

¹⁹⁴. Legoherel, 1999, pp. 55-57.

¹⁹⁵. Vergé-Franceschi, 1996, pp. 110-113. La Compagnie des Indes emploie des officiers de la plus grande qualité : La Bourdonnais, d'Après de Manneville [id. pp. 111-112]

¹⁹⁶. Une lettre de la marquise du Deffand à Maupertuis, datée du samedi 29 avril 1749, indique que Rouillé est nommé à la place de Maurepas, le vendredi 28 avril 1749. Maurepas est démis le jeudi 27 avril 1749 et non le 29 avril comme on peut le lire couramment dans les notices biographiques [Hervé, 1911, p. 776]. Sur les activités de Rouillé au ministère de la Marine, voir Allard (1977, 97-103).

¹⁹⁷. AN, MAR, C⁷.40, fol. 22v^o-23r^o. Citée aussi par Lamontagne, 1963, pp. 89-90.

¹⁹⁸. Jean Bouguer, auteur en 1698 d'un *traité complet de navigation* réédité en 1706. Voir chapitre I.1 et l'école d'hydrographie du Croisic.

A cette époque, en 1749, lorsque Rouillé succède à Maurepas, la situation de la Marine est tragique¹⁹⁹. Peu de vaisseaux sont en état de prendre la mer. On doit à Rouillé de nombreuses actions en faveur de l'essor des sciences navales et du rétablissement de la Marine, en augmentant le nombre de navires capables de naviguer, en améliorant la qualité du service de la formation du personnel naviguant et non naviguant²⁰⁰. Dans cette optique, le choix de Bouguer pour remplacer Maupertuis s'imposait presque. Pierre Bouguer avait été à trois reprises le lauréat du prix Rouillé de Meslay (voir chapitre I.1), remportant un prix portant sur l'architecture navale et deux prix relatifs à la navigation :

- en 1727, sur la mâture des vaisseaux ; son mémoire *De la mâture des Vaisseaux* fut réédité en 1752 dans le premier tome des Recueils des pièces qui ont remporté les prix à l'Académie Royale des Sciences²⁰¹.

- en 1729, sur la mesure de la hauteur des astres en mer. L'ouvrage de 72 pages, est publié en 1729 par Jombert à Paris, intitulé, *De la méthode d'observer exactement sur mer la hauteur des astres* .

- en 1731, sur la déclinaison magnétique de la boussole. L'ouvrage est publié en 1731 par Jombert à Paris, sous le titre *De la méthode d'observer en mer la déclinaison de la Boussole*.

Par ailleurs, peu de temps après son retour en France en juin 1744²⁰², revenant du Pérou, Bouguer avait été désigné le 5 septembre 1744 membre du jury chargé de statuer sur le prix pour 1745 (en fait prix double pour 1745/1747) portant sur la meilleure manière de trouver l'heure en mer.

Son passé de professeur d'hydrographie dans une école réputée²⁰³, ses succès au prix de l'Académie et ses talents de géomètre faisaient de lui un candidat des plus sérieux à ce poste de préposé au perfectionnement de la navigation. Dès lors, Bouguer devient l'un des membres incontournables de l'Académie des sciences. Il fait partie de tous les jury chargés de statuer sur les prix proposés par l'Académie (voir chap. I.1), entre 1745 et 1758, année de son décès. Bouguer participe à 80 arbitrages sur des mémoires proposés à l'Académie²⁰⁴. Prenant très à cœur son métier, son statut et sa charge, Bouguer produit de nombreux ouvrages sur la navigation dont nous donnons la liste ci-après.

II.1. OUVRAGES ET MÉMOIRES DE PIERRE BOUGUER, PRÉPOSÉ AU

¹⁹⁹. Legoherel, 1999, pp. 56-57.

²⁰⁰. Allard, 1977; Vergé-Franceschi, 1996, pp. 113-120.

²⁰¹. Lamandé, 1999.

²⁰². Maheu, 1966b, p. 210.

²⁰³. Pierre Bouguer remplaça son père Jean Bouguer, au poste de maître de mathématiques et d'hydrographie à l'école d'hydrographie du Croisic.

²⁰⁴. Maheu, 1966a. Voir infra.

PERFECTIONNEMENT DE LA MARINE

La production de Bouguer préposé au perfectionnement de la navigation est considérable. Elle couvre l'ensemble des objets de la navigation : pilotage et moyens de navigation à l'estime, astronomie nautique, construction et architecture navale. Voici la liste des principaux textes écrits entre 1745 et 1758²⁰⁵, classés selon leur ordre de présentation effective à l'ARS et année d'édition.

- 1746, *Traité du navire, de sa construction et de ses mouvements*²⁰⁶, Paris, Jombert (682 pp.) [Nantes, 19.607*rouge]

- 1748, « Eclaircissements sur le problème de la mâture des vaisseaux », HARS 1745 (Paris, 1749), Mém., pp. 309-329. Lu à l'Académie les 22 et 27 mars 1748.

- 1750, « Sur une nouvelle construction de Loch, avec des remarques sur l'usage des autres instruments qui peuvent servir à mesurer le sillage des navires », HARS 1747 (Paris, 1752), Mém., pp. 644-665. Lu à l'Académie les 19 et 22 août 1750.

- 1751, « Remarques sur les observations de la parallaxe de la Lune, qu'on pourrait faire en même temps en plusieurs endroits, avec la méthode d'évaluer les changements que cause à ces parallaxes la figure de la Terre », HARS 1751 (Paris, 1755), Mém., pp. 64-86. Lu à l'Académie le 18 août 1751.

- 1752, « Mémoire sur les opérations nommées corrections par les Pilotes; avec diverses remarques qui peuvent être utiles dans les parties pratiques des mathématiques », HARS 1752 (Paris, 1756), Mém., pp. 1-26. Lu les 16 et 19 août 1752.

- 1753, *Nouveau traité de navigation contenant la théorie et la pratique du Pilotage*²⁰⁷, Paris, Guérin et Delatour, (442 pp.) [Nantes, 19.671*rouge].

- 1755, « Solution des principaux problèmes de la manœuvre des vaisseaux », HARS 1754 (Paris, 1759), Mém., pp. 342-369. Lu à l'Académie le 22 février 1755.

- 1755, « Second mémoire sur les principaux problèmes de la manœuvre des vaisseaux », HARS 1755 (Paris, 1761), Mém., pp. 481-495. Lu le 26 juillet 1755.

²⁰⁵. D'après Maheu, 1966a, pp. 195-198 et Dhombres, 1999, pp. 360-362.

²⁰⁶. Vendu 13 Livres selon la liste des ouvrages achetés par l'ARM à Brest [SHM V, ARM 105, pièce 4, *Etat des livres achetés pour l'Académie de Marine et destinés pour Brest (juillet 1753)*]. Pour comparaison, selon le même état : les *Elémens de Géométrie* et *d'Algèbre* de Clairaut sont achetés 3 Liv. 5 sols chacun; l'*Hydrographie* du P. Fournier (éd. 1679), 7 Livres; les *Principia* de Newton dans l'édition de Genève du P. Jacquier (1742) valent 34 Livres; les *Institutions astronomiques* de P.-C. Le Monnier sont achetées 15 Livres, ces derniers ouvrages se révélant très chers.

²⁰⁷. Vendu 8 Livres [SHM V, ARM 105, pièce 4, *Etat des livres achetés pour l'Académie de Marine et destinés pour Brest (juillet 1753)*]. Les deux ouvrages de Bouguer font partie des premiers ouvrages achetés constituant la bibliothèque de l'Académie de Marine à Brest (années 1753-1754).

- 1757, *De la manœuvre des vaisseaux, ou traité de mécanique et de dynamique, dans lequel on réduit à des solutions très simples les problèmes les plus difficiles qui ont pour objet le mouvement du navire*, Paris, Guérin et Delatour, (520 pp.).

Les trois traités publiés par Pierre Bouguer illustrent parfaitement l'état de la science de cette époque. Malgré ses lacunes et ses manques, le traité de navigation²⁰⁸ fut plusieurs fois réédité soit dans sa forme originale — pourtant vite dépassée par les progrès effectués dans les années 1760-70 — soit dans ses multiples révisions. Les deux autres ouvrages marquent l'introduction du calcul intégral dans l'architecture navale et soulignent l'originalité du travail théorique de Bouguer. Jean Dhombres a récemment donné une analyse intéressante des travaux de Bouguer sur la construction navale, travail auquel nous renvoyons le lecteur²⁰⁹. Pierre Lamandé a traité des mémoires de Bouguer sur la mâture des vaisseaux²¹⁰. Il faudrait une étude approfondie pour situer précisément la contribution de Bouguer par rapport à la volonté de Rouillé de rétablir la Marine, en stimulant à sa façon les progrès de la navigation scientifique²¹¹.

On ne doit alors pas s'étonner que le ministre Rouillé — membre honoraire de l'Académie des Sciences depuis le 11 mars 1751²¹² — le nomme parmi les premiers membres de l'Académie de Marine créée en juillet 1752, faisant de lui un académicien honoraire. Flatté et considéré, Bouguer remercia Bigot de Morogues, le secrétaire de l'ARM, de cette nomination dans une lettre datée du 19 septembre 1752²¹³. Ces remerciements ne sont pas de pure politesse. En effet, rapidement, Bouguer participe aux travaux de la toute nouvelle Académie. Le 23 septembre 1752, il fait son rapport sur un ouvrage de La Galissonnière sur la construction des Vaisseaux²¹⁴. A la même époque, il envoie à la toute nouvelle Académie de Marine le manuscrit de son traité de navigation pour approbation. Ouvrage qu'approuve l'ARM dans sa réponse datée du 24 novembre 1752, signée par ses deux chefs de file, Bigot de Morogues et Roquefeuil²¹⁵.

²⁰⁸. Lefort, 1999. Voir infra, partie III.

²⁰⁹. Dhombres, 1999, pp. 305-363. On y trouvera une chronologie et une bibliographie abondante sur les travaux autour de la construction navale au siècle des Lumières.

²¹⁰. Lamandé, 1999.

²¹¹. Allard, 1977. Vergé-Franceschi, 1996, pp. 113-120.

²¹². Allard, 1977; *Index biographique de l'A.R.S.*, 1939, p. 397.

²¹³. Lettre de Pierre Bouguer, de Paris, du 19 sept. 1752 [A.A.R.S., fonds Gabriel Bertrand, carton 5.]

²¹⁴. SHM V, ARM 110, fol.2, lettre de Bouguer au secrétaire de l'ARM du 23 sept. 1752.

²¹⁵. SHM V, ARM 87, fol. 41, lettre de l'ARM à Bouguer, du 24 nov. 1752.

Le traité de navigation pouvait-il devenir le manuel de référence ?

Nous avons montré par ailleurs la lourdeur de ce manuel de navigation au format in-quarto, qui explique en partie son échec relatif et qui justifie les révisions successives de ce traité²¹⁶ : format trop grand, tables dispersées dans le corps de l'ouvrage, le rendant peu maniable et peu pratique . Il sera en effet revu, corrigé et augmenté par Lacaille puis par Lalande²¹⁷. Le professeur d'hydrographie calaisien et académicien brestois Etienne Blondeau aura aussi en 1764 le projet d'apporter sa propre touche à l'ouvrage²¹⁸.

Il est assez évident que Bouguer fut plus mathématicien que praticien. Comme le remarque X. Lefort (1999), Bouguer avait une expérience de la mer qui en 1753 commençait à dater. Depuis son retour à Paris en 1744, il n'avait plus quitté la capitale et s'était spécialisé dans les problèmes de physique et de géométrie, développant surtout les travaux théoriques sur l'optique et la figure de la Terre. Il n'est d'ailleurs pas étonnant que le Traité de Navigation s'ouvre avec un discours sur la figure de la Terre²¹⁹, Bouguer s'inscrivant ainsi dans la démarche de son prédécesseur et cédant à la nécessité où sont les savants de se prononcer sur les grands sujets de la science en marche.

II.2. LES RAPPORTS DE BOUGUER, COMMISSAIRE POUR LA MARINE

G. Maheu²²⁰ donne la liste des 80 rapports auxquels Bouguer participa lors de l'examen de divers mémoires relatifs à la navigation, et particulièrement sur le problème des longitudes à l'aide d'horloges ou de montres marines. Malheureusement, Maheu ne donne qu'une idée trop vague du contenu de ces mémoires et de leurs rapports. D'autres arbitrages ont été identifiés dans les archives de la Marine, au CARAN, ou dans les archives du Service historique de la Marine à Vincennes. Nous détaillons le contenu de quelques-uns de ces mémoires et rapports.

La liste ci-après ne recense que les rapports portant sur des méthodes de DLM par divers moyens, en excluant les mémoires ou ouvrages soumis par des académiciens — en effet, on n'observe pas de refus pour ce type d'ouvrage. Au-delà de l'aspect a priori fastidieux de cette énumération, cette liste et

²¹⁶. Boistel, 1999.

²¹⁷. Boistel, 1999 : la révision in-octavo de Lacaille n'améliore pas vraiment le maniement de cet ouvrage. Le format n'est pas seul en cause. Dans la version originale, les tables sont dispersées dans tout le corps de l'ouvrage. Si elles sont en partie regroupées dans l'édition de Lacaille (Paris, 1760), l'addition de multiples notes en rend la lecture fastidieuse et double quasiment le nombre d'articles et de pages. Si riche que soit l'édition de Lacaille, l'ouvrage reste lourd pour un simple marin.

²¹⁸. Etienne-Nicolas Blondeau (1723-1783). Voir notices biographiques. Le projet de Blondeau est déposé au secrétariat de l'ARS le 11 février 1764. Le rapport est signé Clairaut et Le Monnier le 14 mars 1764 [PV ARS 1764, t. 83, 14 mars et 21 juillet 1764 et pochette de séance du 17 novembre 1764].

²¹⁹. Lefort, 1999, p. 67.

²²⁰. Maheu, 1966a, pp. 201-205.

quelques citations nous permettent de dégager quelques idées méconnues de Bouguer sur le problème des longitudes.

Liste des rapports sur les longitudes pour lesquels Pierre Bouguer fut commissaire

* 1745, 22 décembre, t. 64, p. 321-323 : rapport de Bouguer et Duhamel sur *Le parfait pilote* de M. Mandillo qui propose une méthode de DLM à l'aide des boussoles. Les commissaires rejettent le projet.

Il existe des suites de la présentation de cet ouvrage. En 1755, est présentée au ministre une « division en deux parties de la découverte des longitudes fait par M. MANDILLO, capitaine de vaisseau Ganois, au moyen d'une boussole universelle magnétique et d'un planisphère magnétique ». [AN, MAR, 3 JJ 16, pièce 56]. En note, il est précisé : « On sait que Mandillo a fait imprimer cet ouvrage en 1754 ou 1755 à Paris chez Boudet et que le public n'a point goûté l'ouvrage qui est tombé ». Le projet de Mandillo est repris par un certain Maupin en 1757²²¹.

* 1747, 1^{er} juillet, t. 66, p. 307, Mémoire de l'abbé FERRETTI « solution d'un problème sur les longitudes », Mémoire déposé le 21 avril 1747; la méthode est basée sur la déviation de l'aiguille aimantée. Rapport négatif de Bouguer et de Le Monnier [AN, MAR 3 JJ 7, pièce 3].

* 1748, 24 février, t. 67, p. 66-69, mémoire de CHABERT-Cogolin, sur la longitude de Buenos Aires. Le rapport est signé Bouguer et Le Monnier. Ce mémoire est imprimé dans les recueils des SAV ETR²²².

* 1749. BARADELLE, « ingénieur du Roi pour les instruments de mathématiques, demeurant sur le quay de l'horloge à Paris ». *Mémoire sur un nouvel instrument pour mesurer les latitudes sur mer*, mémoire soutenu par Le Monnier et Bouguer. Rapport de Bouguer [AN, MAR, 3 JJ 10, pièce 21], qui s'est même déplacé aider Baradelle au développement de cet instrument. Ce rapport nous apprend que cet instrument est construit et Baradelle n'attend plus que son financement (ainsi que le remboursement des dépenses occasionnées !).

* 1749 (décembre). L'auteur est répertorié comme anonyme. Il s'agit d'un mémoire sur la longitude à l'aide d'horloges. Rapport négatif de Bouguer [AN, MAR G94, fol. 88-89r] : lettre de BOUGUER

²²¹. Voir le chapitre précédent et l'inventaire des mémoires soumis aux institutions.

²²². Voir infra, chapitre IV.1 pour les activités de Chabert, capitaine de frégate, en astronomie.

datée du 13 décembre 1749. Le rapport est remis le 17 décembre 1749, sur ce mémoire d'abord transmis à Duhamel mais qui, devant s'absenter (?), l'a lui-même donné à Bouguer pour qu'il le regarde.

Des recoupements permettent d'identifier l'auteur qui est en fait un brestois, Le Maignan Duhoulbec (fils), enseigne de Vaisseau. Dans une lettre datée du 8 décembre 1749, il demande à rester (et non à y être affecté comme l'indique l'index des AN, p. 82) au port de Brest [AN, MAR, G94, fol. 90]. Le mémoire n'est plus conservé dans ces archives. La méthode proposée par Duhoulbec est fondée sur l'emploi d'horloges supposées exactes. Bouguer juge ce mémoire en des termes qui s'avèrent extrêmement importants pour l'historien des sciences :

Il y a très long-temps qu'on sait que si l'on peut réussir à construire des horloges assez exactes pour qu'elles conservassent la régularité de leur mouvement pendant un ou deux mois, ou pendant toute une traversée, on connoitroit avec précision les longitudes en mer. Tous nos livres font mention de ce moyen; et il est certain qu'on pourroit l'employer sans avoir recours comme le fait l'auteur du mémoire, au lever ou au coucher d'étoiles qu'on ne voit pas lorsqu'elles sont trop voisines de l'horizon. [...] Mais la difficulté qui arrête et **qui interdira vraisemblablement toujours cette voye**²²³, c'est qu'on n'a point d'horloges sur la régularité desquelles on puisse compter et qui soient assez exactes; malgré l'agitation continuelle du Vaisseau et le changement de la température de l'air. si on voit à peu près le moyen de remédier au second de ces deux inconvéniens, on n'a rien trouvé qui puisse remédier au premier, quoyque plusieurs personnes l'ayent tenté; comme Mr. Huygens, lorsqu'il inventa les horloges à pendule; et un fameux horloger Anglois, nommé Sully²²⁴, qui reçut des bienfaits de la Cour, du temps de la Régence. il est bien vrai que les altérations, que souffre une montre en mer chaque jour, sont peu considérables : mais un dérangement une fois produit influs continuellement sur l'état de l'horloge; et d'ailleurs il s'agit de cette somme qui doit décider à la fin de la traversée et si elle se trouve d'une heure, elle causera une erreur de 15 degrez, qui valent 300 lieües aux environs de l'équateur.

Je finis, afin de ne pas rendre cette lettre aussi longue que le mémoire; ce qui la rendroit inutile. Je serai éternellement avec le plus profond respect, Monseigneur.

²²³. Souligné par nous.

²²⁴. Voir en annexe l'inventaire des mémoires déposés auprès des Institutions. Henry Sully (1680-1728) est récompensé en 1726 [AN, MAR, 3 JJ 13, pièce 14]. Voir Andrewes, W.J.H., 1996, pp. 192-195.

Signé Vôtre très humble et très obéissant serviteur, Bouguer de l'Acad. des Sciences,
Paris, Rue des Postes, le 13 déc (Xbre) 1749²²⁵.

* 1750. Suite de l'examen d'un second mémoire de Duhoulbec. Rapport de Bouguer et Duhamel le 3 juin 1750 : le nouveau mémoire est refusé [AN, MAR G94, fol. 91]. « Sentiment de Mrs Bouguer et Duhamel sur un mémoire anonyme intitulé *Essay pour déterminer les longitudes* daté du 11 mai 1750 »

L'auteur [...] est encore un de ceux qui s'imaginent qu'on n'est arrêté dans la solution de ce problème que parce qu'on ne sçait pas tirer parti des Horloges que nous avons. [...] Ainsi il ne s'agit pas pour faire quelque chose d'utile pour la Marine de faire entrer dans un mémoire des calculs que les plus petits pilotins sçavent parfaitement faire mais il faudroit nous procurer de bonnes horloges [...].etc. Signé Bouguer et Duhamel [écriture de BOUGUER], Paris le 3 juin 1750.

Bouguer fait ensuite référence au prix de 1725 sur la perfection des sabliers sur lesquels Daniel Bernoulli donna de bonnes idées mais où il se garda bien de prétendre à quelque précision pour la DLM.

Ce mémoire est à recouper avec le carton [AN, MAR, 3 JJ 7, pièce 24] (s.d.) : « Essay sur la longitude », rapport de Bouguer et de Duhamel du Monceau.

Relevons les propos de Bouguer qui, sévère, écrit : « *il résulte que ce n'est qu'un galimatias, où il n'y a pas de bon sens , qu'un pilote qui écrirait un tel mémoire mériterait d'être cassé* ».

* 1750 (mai). SPERO MELIORA. Ce prétendant au prix des longitudes transmet le 11 mai 1750, un *Essai sur la détermination des longitudes à l'aide d'horloges à sable*. Le rapport de Bouguer est négatif, pour les mêmes raisons qu'indiquées précédemment et sur lesquelles Bouguer n'insiste plus. [AN, MAR, G94, fol. 92-95]. Le mémoire porte simplement la mention "refusé".

* 1750 (9 juin). J.B. COIGNARD, marin de Saint-Gilles Croix-de-Vie, qui propose une méthode pour les longitudes à l'aide d'horloges. Refus de Bouguer [AN, MAR, 3 JJ 7, pièce 12]. Le mémoire est adressé à Rouillé et concerne « le point fixe de la longitude sur terre et sur mer » à l'aide d'un sablier (sic) de 4 heures et d'une bonne montre donnant les heures et les minutes. Le rapport de Bouguer est daté du 17 juillet 1750 (rue des Postes). Bouguer écrit que la méthode a déjà été proposée une infinité de fois,

²²⁵. AN, MAR, G94, fol. 88r°-89r°.

avec des horloges dont l'auteur imagine seulement la régularité. Bouguer précise simplement que la méthode employant un sablier est totalement inutile.

* 1751, 26 juin, t. 70, p. 379, Ouvrage de Gabriel de Bory (Navigation) ; Bouguer signe le rapport avec Duhamel. Additions de Bory au traité sur le quartier de réflexion de d'Après de Manneville. Cité par Gilles Maheu, nous ne le mentionnons ici que pour mémoire.

* 1752, 26 avril [PV ARS, p. 224-225], de Bruhaud sur les longitudes à l'aide de pendules. Selon Maheu, Bouguer est seul commissaire. En fait, le rapport est signé de Bouguer et Camus. Il s'agit d'une pendule à équation de Berthoud. Mais comme précédemment, la méthode est impraticable en mer.

* 1752, 6 septembre 1752, pp. 487-489, rapport favorable de Bouguer, La Galissonnière et de Le Monnier à la publication de l'ouvrage du marquis de Chabert *Voyage fait par ordre du roi en 1750 et 1751, dans l'Amérique septentrionale [...] pour en fixer ses principaux points par des observations astronomiques* (Paris, Impr. roy., 1753). Dans ce mémoire, loué par les commissaires pour ses qualités scientifiques et la consistance des calculs effectués par son auteur, Chabert emploie toutes les méthodes connues pour déterminer les longitudes, à partir d'observations essentiellement terrestres²²⁶.

* 1755, 14 mai [PV ARS, pp. 332-334], mémoire d'un dénommé MARTIN sur plusieurs méthodes de DLM. Le rapport est signé Delisle et Bouguer. Dans son mémoire soumis à l'ARS, Martin suggère plusieurs "secrets" pour la détermination des longitudes, dont une méthode basée sur l'utilisation de la boussole, et une méthode supposant l'emploi d'horloges de marche régulière. Martin propose de tester le fonctionnement de plusieurs horloges dans différentes mers, calme, houleuse et formée, afin de déterminer les retards ou avances dans toutes les conditions météorologiques possibles (cela suppose donc que les écarts soient reproductibles). Bouguer rédige le rapport en ces termes :

Il y a longtemps que l'on sait que si l'on pouvait être assurés que les horloges conservassent la régularité de leurs mouvemens sur mer, ou au moins, si l'on pouvait connoître exactement la quantité dont elles s'écartent après un certain temps, soit par l'agitation des Vaisseaux ou par des autres causes qui altèrent le mouvement des meilleures horloges, l'on sait dis-je, depuis longtemps, que l'on en pourroit conclure les longitudes sur mer, avec autant de précision que l'on pourroit déterminer par

observation [de] l'heure du lieu ou l'on se trouve. mais comme l'on est pas encore parvenu à surmonter toutes les difficultés qui se sont rencontrées jusqu'ici dans cette recherche, ce que l'Auteur des prétendus secrets dont nous rendons compte n'a rien ajouté à ce qu'on savoit déjà, qu'il paroît même ignorer ; nous avons jugé que son mémoire ne nécessite aucune attention de la part de l'Académie²²⁷.

* 1757, 30 juillet [PV ARS, p. 489] : « *M. Clairaut [directeur] a présenté un écrit de Mons. Irwin, gentilhomme irlandais sur les longitudes, renvoyé par M. de Moras ; on a nommé pour l'examiner, MM. Bouguer et l'abbé de la Caille* ».

La méthode n'est pas indiquée, mais l'auteur, Christopher Irwin (fl. 1758-1763) est connu pour avoir inventé une « chaise marine », destinée à stabiliser l'observateur pour qu'il puisse lors de l'observation des éclipses, conserver Jupiter et ses satellites dans le champ d'une lunette astronomique embarquée à bord d'un navire. L'invention sera testée tout au long de la décennie 1760-1770. Le voyage d'essais académique de la frégate *La Flore* en 1771 et celui qu'entreprend Nevil Maskelyne vers les Barbades en 1773-74, mettront fin à l'espoir représenté par cette invention²²⁸.

Notons qu'à partir de 1745, Bouguer est le plus souvent associé à Le Monnier ou à Duhamel, inspecteur général de la Marine²²⁹. Le Monnier remplacera Bouguer comme « *préposé au perfectionnement de la Marine* » à son décès en 1758.

Bouguer ne croît pas en l'horlogerie maritime

Un examen plus attentif apporté à certains de ces rapports montre qu'une constante revient dans les jugements de Pierre Bouguer : il s'oppose à l'emploi des horloges pour la détermination des longitudes. Cette position négative de Bouguer est clairement formulée en décembre 1749 (voir page 89)²³⁰, après quoi il rejettera régulièrement toute proposition et tout mémoire se basant sur l'emploi de montres marines pour les longitudes²³¹.

²²⁶. Voir infra, chap. IV.1 pour les relations de Chabert avec Le Monnier et ses contributions aux méthodes lunaires.

²²⁷. PV ARS 1755, 14 mai 1755, p. 333-334.

²²⁸. Van Helden, 1996, p. 100.

²²⁹. Voir infra, et en annexe la table des savants et académiciens appointés par le département de la Marine.

²³⁰. AN, MAR, G 94, fol. 89r°.

²³¹. Mes remerciements à Mme Danielle Fauque qui m'a précisé que cette prise de position de Pierre Bouguer était déjà patente lorsqu'il essaya diverses méthodes de DLM lors de la traversée de l'Atlantique en 1735 par l'expédition

Dans quelle mesure cette opposition systématique de Bouguer freine-t-elle les progrès de l'horlogerie à usage nautique ? Son refus touche des mémoires prônant l'emploi de montres considérées comme parfaites. En cela, Bouguer a raison de s'opposer formellement à l'examen de telles méthodes car, à son époque, les horlogers français — Jean-André Lepaute (1720-1789), Pierre Leroy l'aîné (1687-1762), son frère Julien Leroy (1686-1759), son fils Pierre Leroy (1717-1785), et Ferdinand Berthoud (1727-1807) — ou étrangers, ne sont pas encore parvenus à construire des horloges capables de résister aux agitations des navires, ainsi qu'aux variations de températures, d'hygrométrie, etc²³². Il n'existe alors pas d'horloges marines fiables, ayant une marche aussi parfaite que l'exigent le problème des longitudes et les critères d'attribution des récompenses.

Mais les extraits des rapports de Bouguer cités auparavant montrent qu'il s'agit chez lui d'une position de fond et *qu'il ne croît pas en l'avenir de l'horlogerie appliquée à la navigation*. Il est évident que cette opinion négative du préposé au perfectionnement de la Marine était connue, et qu'elle n'était pas de nature à encourager les efforts en horlogerie maritime.

III. CLAIRAUT, LE MONNIER ET LALANDE : L'ASTRONOMIE NAUTIQUE LUNAIRE À L'HONNEUR

III.1 LA SUCCESSION DE PIERRE BOUGUER (1758-1765)

Après le décès de Pierre Bouguer survenu le 15 août 1758, Alexis Clairaut et Pierre-Charles Le Monnier deviennent les deux savants de l'Académie préposés au perfectionnement de la navigation, partageant à parts égales les 3000 Livres accompagnant cette charge²³³. Lalande se fait l'écho de ce choix dans une lettre écrite le 10 mars 1759 au secrétaire de l'Académie de Lyon, Bollioud Mermet :

[...] Nous ne voyons guère depuis la mort de M. Bouguer, de personnes qui prennent fort à cœur la marine. On a réparti la pension de 3000 Livres qu'il avoit sur la marine pour travailler à la perfectionner, à M. Le Monnier et à M. Clairaut, mais ils sont occupés l'un et l'autre aux recherches des mouvements de la Lune, qui doivent nous faire trouver les longitudes sur mer. Et en effet, M. Clairaut parvient à faire des tables de la Lune qui ne s'écarteront jamais de 2' de degré de l'observation la plus exacte [...] ²³⁴.

académique qui se rendait en Equateur pour la mesure du degré de méridien terrestre.

²³². Cardinal, 1996, pp. 282-292 : les Leroy et Berthoud ne travaillent à des horloges marines qu'à partir des années 1753-1754.

²³³. Partage mentionné par Grandjean de Fouchy dans son Eloge de Clairaut, HARS 1765 (Paris, 1768), Hist. p. 157.

²³⁴. Archives de l'Académie de Lyon, Ms 268, III, fol. 27-28, lettre de Lalande, place de la Croix-rouge à Paris, à Bollioud Mermet, le 10 mars 1759. Je remercie vivement Mme E. Badinter pour m'avoir communiqué cette importante

Ce choix est vraisemblablement entériné par le ministre de la Marine Nicolas-René Berryer, à cette charge du 1^{er} novembre 1758 au 3 octobre 1761. La date effective de leur nomination est encore inconnue. Ils n'apparaissent pas dans les index des listes des officiers civils appointés par le département de la Marine²³⁵, conservées aux Archives Nationales, dans la série Marine C². Clairaut n'apparaît pas non plus dans la série C⁷, constituée des dossiers personnels de diverses personnalités intéressant la Marine²³⁶. Des deux académiciens, seul Le Monnier possède un dossier personnel, fort maigre d'ailleurs puisqu'il ne contient qu'une pièce²³⁷.

Une recherche patiente et plus approfondie permet pourtant de détecter Clairaut et Le Monnier comme savants appointés par le trésorier général de la Marine, dans les Etats de paiements des appointements de divers sujets entretenus par différents bureaux de la Marine pour les années 1761 et suivantes²³⁸. On y apprend que Clairaut et Le Monnier reçoivent 1500 Livres pour leur poste de « *préposé au perfectionnement de la navigation* », pension payable par moitié, 750 Livres payables en juin, l'autre moitié en novembre²³⁹. Ils partagent donc bien la pension de 3000 Livres octroyée à Pierre Bouguer. Notons que la date du premier versement de leurs appointements ne figure pas dans ces états de paiements, comme on peut le voir par ailleurs dans d'autres documents du même genre et pour d'autres savants (série C².47 par exemple).

Les raisons de ce choix sont clairement exposés par Lalande dans la lettre citée : ces deux savants sont occupés au calcul de tables de la Lune²⁴⁰. A cette époque, Clairaut emporte les préférences de Lalande, aux dépens de Le Monnier, son ancien maître et désormais adversaire²⁴¹.

Lorsqu'en 1758 le problème de la succession de Bouguer se pose au ministre de la Marine, académiciens assidus, Clairaut et Le Monnier apparaissent en effet parmi les mieux placés. Depuis 1740,

lettre.

²³⁵. Pour la période qui nous occupe, les renseignements sont contenus dans les cartons C².47 à 51.

²³⁶. Nous donnons en annexe une liste non exhaustive des dossiers personnels recensés. La consultation n'a été que partielle.

²³⁷. AN, MAR, C⁷.179; une pièce datée de 1776.

²³⁸. AN, MAR, C².117, *Appointements des divers bureaux de la Marine, de divers écrivains et autres sujets entretenus en (1761, etc.)* ; années 1761-1774. Notre recherche dans les innombrables cartons des archives de la Marine est toujours en cours.

²³⁹. Notons pour comparaison, que sur ces états, le ministre de la Marine, Choiseul, reçoit 12 000 Livres [AN, MAR, C².117, année 1761].

²⁴⁰. Voir infra, partie IV.1 pour les travaux de Le Monnier sur les tables de la Lune et les parties IV.2 et IV.3 pour les travaux de Clairaut sur la théorie et les tables de la Lune.

²⁴¹. Voir infra, partie IV. Je tente de montrer comment, dans les années 1752-1754 et à l'occasion des travaux sur la parallaxe de la Lune, Lalande abandonne son ancien maître et passe rapidement du clan Le Monnier-d'Alembert au clan Lacaille-Clairaut, aggravant la rivalité entre les deux astronomes (Le Monnier et Lacaille). Le Monnier n'acceptera jamais cet abandon; Lalande ne semblera jamais arranger les affaires, ne manquant pas une occasion de se moquer de Le Monnier [Delambre, 1827, HA 18, p. 550 en particulier].

ils ont tous deux été membres des jurys chargés de statuer sur les prix de Navigation du Prix Rouillé de Meslay, Clairaut ayant participé à tous les jurys, Le Monnier à la quasi-totalité. L'inventaire précédent des rapports de Bouguer montre aussi clairement que depuis 1745, Le Monnier avait été commissaire pour l'examen d'un grand nombre de projets sur les longitudes en mer. Leurs travaux en astronomie lunaire les plaçaient donc comme de sérieux candidats au perfectionnement de la navigation astronomique.

Finalement, le partage de la charge 1758, vraisemblablement orchestré par Berryer, paraît logique : un mathématicien théoricien ayant produit une théorie et des tables de la Lune²⁴², et un astronome de nombreuses fois commissaire pour les mémoires sur les longitudes et tourné vers la pratique, ayant de surcroît inspiré un almanach nautique, *l'Etat du ciel* calculé par le chanoine de Sainte-Geneviève, Alexandre-Guy Pingré²⁴³.

III.2 LES TRAVAUX DE CLAIRAUT ET DE LE MONNIER POUR LA MARINE

Leurs recherches respectives sur le mouvement du satellite de la Terre trouvent là un cadre naturel, la théorie de la Lune débouchant sur de nouvelles tables et éphémérides de ses positions — en concurrence avec celles de Tobias Mayer²⁴⁴ — et autorisant ainsi l'emploi des méthodes lunaires, particulièrement la méthode des distances lunaires²⁴⁵. Si différentes dans leur nature, s'opposant dans leurs principes et dans les idées qui les dirigent, les recherches de Le Monnier et de Clairaut se complètent quant à leurs applications nautiques.

²⁴². Voir infra, partie IV pour une étude sur les tables de la Lune de Clairaut.

²⁴³. Voir infra, chap. II.1 pour une présentation de ces éphémérides nautiques parues entre 1754 et 1757.

²⁴⁴. Voir infra, partie IV, chap. IV.2 et IV.3 pour de plus amples détails sur les tables de la Lune de Tobias Mayer.

²⁴⁵. Voir infra, chap. III.1 et III.2 pour la recherche sur les distances lunaires et les débats entre astronomes autour des méthodes.

III.2.1 Clairaut et ses contributions au perfectionnement de la Navigation

Commencés en 1743, les travaux de Clairaut sur la théorie de la Lune²⁴⁶ n'ont pas été particulièrement développés dans le souci de contribuer à la Marine. En tout cas, rien dans sa correspondance et ses écrits ne le laisse présager²⁴⁷. C'est en raison de l'intérêt crucial que représentaient ses travaux pour l'astronomie nautique lunaire qu'ils furent remarqués et que Clairaut fut finalement choisi pour succéder à Bouguer.

Quelques jours après le décès de Pierre Bouguer, Clairaut et Deparcieux signaient un rapport positif et enthousiaste sur la seconde édition de *l'Architecture Navale* de Duhamel du Monceau, ouvrage traitant de construction navale, de plans de coupe des navires²⁴⁸.

C'est dans le cadre de cet emploi de préposé au perfectionnement de la marine que l'on doit à Clairaut son seul et unique mémoire sur un problème de navigation. Ce mémoire intitulé « Nouvelle solution de quelques problèmes sur la manœuvre des vaisseaux, qui se trouve dans le volume de l'Académie de 1754 »²⁴⁹, présenté à l'Académie les 22 et 26 mars 1760, n'est pas d'une grande originalité malgré ce que peut en dire Grandjean de Fouchy dans son *Eloge de M. Clairaut* :

Lorsqu'en 1758, l'Académie perdit M. Bouguer, une pension de Trois mille livres qu'il avoit pour travailler à la Marine, fut partagée entre M. le Monnier & lui, & ce nouvel engagement valut à l'Académie un excellent Mémoire sur la manœuvre des Vaisseaux, matière depuis long-temps traitée par les plus habiles Géomètres, mais sur laquelle ses recherches ont jeté un nouveau jour ; tout cela ne prenoit rien ni sur la Théorie des Comètes ni sur un autre objet aussi important que celui-là, qu'il traitoit en même temps, ni sur la netteté & la perfection de tout ce qui sortoit de ses mains²⁵⁰.

Clairaut ne fait que suivre les pas de son prédécesseur Pierre Bouguer en réexaminant l'un de ses mémoires. Ce dernier avait lu le 22 février 1755 un mémoire présentant diverses « Solutions des principaux problèmes de la manœuvre des vaisseaux ». Ce texte avait été inséré dans les mémoires pour l'année 1754, publié à Paris en 1759, sans doute en raison du décès de Pierre Bouguer intervenu entre-

²⁴⁶. Voir infra, chap. IV.2 et IV.3.

²⁴⁷. Depuis mon mémoire de DEA, je me suis attaché à collecter l'ensemble de la correspondance connue ou inconnue d'Alexis Clairaut (avec l'aide de M^{me} Elisabeth Badinter et de M. Olivier Courcelle que je remercie vivement).

²⁴⁸. PV ARS, 1758, 23 août 1758, pp. 784-792. L'ouvrage avait connu sa première édition en 1752, sous le titre d'*Elémens de l'Architecture navale ou traité pratique de la Construction des Vaisseaux*, Paris, Jombert. La seconde édition connu des traductions anglaise et hollandaise [Dhombres, 1999, p. 362].

²⁴⁹. Clairaut, 1760b.

²⁵⁰. Fouchy, 1765, p. 157.

temps²⁵¹. Clairaut se contente d'un réexamen purement mathématique et formel de quelques solutions données par Bouguer à divers problèmes de la navigation, par exemple au problème du calcul de la meilleure route suivie par un navire, selon la position des voiles.

Clairaut nous donne là l'impression d'avoir expédié ce travail pour justifier sans doute son nouveau statut de savant engagé par la Marine. N'oublions pas qu'en mars 1760, Clairaut a d'autres préoccupations. Sortant du succès de la prévision du premier retour calculé de la comète de Halley (passée au périhélie le 13 mars 1759), Clairaut surveille l'impression de sa *Théorie des Comètes*, prépare un manuscrit pour le prix de l'Académie de Saint-Pétersbourg sur le même sujet, et a entamé de nouvelles recherches sur les objectifs achromatiques. Après avoir délaissé quelque temps ses travaux sur les tables de la Lune, il s'apprête à les reprendre en cette fin d'année 1761. Vaste et important programme qui vaut bien les excuses que l'on peut apporter au faible intérêt que représente ce mémoire sur la manœuvre des vaisseaux.

III.2.2 En 1765, Le Monnier n'est pas le seul préposé au perfectionnement de la Marine

Clairaut décède brusquement le 17 mai 1765. Dans une lettre datée du 29 mai 1765, adressée au ministre de la Marine et écrite peu de temps après la mort de Clairaut, l'opportuniste Le Monnier vante ses travaux portant sur des *sujets utiles à la navigation*²⁵². En récompense, Le Monnier héritera, au cours de l'été 1765, de la totalité de la pension de préposé au perfectionnement de la navigation, malgré les réclamations de Lalande auprès du ministre. Lalande obtiendra cependant une gratification annuelle, transformée en pension quelques années plus tard, comme il sera expliqué plus loin.

Outre les rapports auxquels participe Le Monnier en tant que commissaire²⁵³, il est intéressant de lister quelques ouvrages que Le Monnier produit durant les années qui précèdent et suivent le décès de Clairaut, alors qu'il occupe le poste de savant attaché à la Marine.

III.2.3 Actions particulières de Le Monnier dans le cadre de son statut de préposé au perfectionnement de la Marine (liste non exhaustive)

Voici, classés par ordre chronologique, les principaux travaux de Le Monnier relatifs à la Marine, entrepris dans le cadre de sa charge officielle de préposé au perfectionnement de la navigation.

²⁵¹. Maheu, 1966a, p. 198.

²⁵². AN, MAR, G94, fol. 141-142r°.

²⁵³. Cet inventaire reste à établir, comme toute la biobibliographie de cet astronome et personnage étonnant (Voir notre notice biographique dans le *Dictionnaire de Biographie Française* à paraître).

1762-63. - Démarches de Le Monnier auprès du ministre pour le maintien des chaires d'hydrographie et en particulier celle de Rouen [AN, MAR, G86, fol. 97 et 98]. Peut-être est-il à l'origine de la création par Choiseul à Rouen en 1768, d'une école d'hydrographie dont le maître Vincent-François Dulague²⁵⁴ était recruté parmi les navigateurs. Dulague, professeur de mathématiques et d'hydrographie, est l'auteur la même année de *Leçons de navigation*, ouvrage plusieurs fois réédité et corrigé, qui constituait un bon manuel de navigation astronomique²⁵⁵.

1764-1766. - Nombreux échanges entre Le Monnier et son correspondant pour l'ARS depuis le 6 mars 1743, d'Après de Manneville, alors responsable du Dépôt des cartes et plans de la Compagnie des Indes à Lorient. Manneville projette alors de publier des « Instructions nautiques », additions à son *Neptune Oriental*. Critiquant très sévèrement l'ingénieur cartographe Bellin, responsable des cartes au Dépôt des cartes et plans de Paris, il lui sera demandé par Le Monnier de retirer toutes les attaques personnelles et ses critiques du travail du Dépôt de Paris²⁵⁶. Dans les années 1770, et jusqu'au décès de Manneville en 1780, Le Monnier échangera beaucoup avec son correspondant sur les problèmes des boussoles.

1765. - Lettre de Le Monnier au ministre datée du 29 mai 1765. Programme de recherches personnelles que Le Monnier porte à la connaissance du Ministre [AN, MAR G94, fol. 141-142r°]. Cette lettre est envoyée quelques jours après le décès de Clairaut, survenu le 17 mai 1765. Le Monnier liste ses travaux en cours, conformes avec sa charge de préposé au perfectionnement de la Marine et signale en substance :

I. Des essais en mer pour éprouver les récents progrès de l'horlogerie, ce qui est tout à fait nouveau par rapport à Bouguer et à Clairaut. Il achève également l'impression de ses observations de la Lune correspondant à un *saros*²⁵⁷.

II. L'ébauche d'un catalogue d'étoiles zodiacales pour la détermination des longitudes géographiques lors des éclipses (occultations d'étoiles par la Lune);

²⁵⁴. Dulague était professeur depuis 1753, donnant des leçons de navigation au collège des Jésuites à partir de 1762 [Russo, 1964, p. 439].

²⁵⁵. Collection personnelle. L'ouvrage de Dulague ne figure pas dans la BA de Lalande mais dans la bibliographie qu'il donne dans son *Abrégé de navigation* (Paris, 1793) : éditions en 1768, 1775, 1784 et 1791, chez Barrois l'Aîné à Rouen.

²⁵⁶. Fillozat, 1993 ; Chapuis, 2000, pp. 159-185. Les lettres de Le Monnier à d'Après de Manneville sont conservées dans les papiers de d'Après [AN, MAR, 3 JJ 341]. Je remercie vivement Mme Fillozat pour m'avoir communiqué ses notes de lecture et m'avoir mis sur la très importante piste de cette correspondance.

²⁵⁷. Il s'agit du cycle nommé Saros par Edmond Halley, cycle de 18 ans ou de 223 lunaisons au bout duquel les inégalités du mouvement de la Lune ou les erreurs des tables de la Lune sont censées se reproduire. Voir infra, chap.

III. Un traité sur la manœuvre des vaisseaux (sur la mâture et la mécanique);

IV. des travaux sur le cabotage et les routiers de diverses côtes, à propos desquels Le Monnier écrit cette phrase pour le moins sibylline :

il reste Monseigneur, la partie qu'on nomme le cabotage et qui a donné naissance à la Place qu'ont occupés Mrs de Maupertuis & Bouguer que nous avons représentés M. Clairaut et moi²⁵⁸.

1765. - Le 19 décembre 1765, Le Monnier et Pingré sont désignés commissaires pour examiner un mémoire du P. Miquel, sur un moyen de corriger les longitudes en mer [PV ARS 1765, fol. 416r°].

1766. - Réimpression et mise à jour partielle de l'*Abrégé du Pilotage à l'usage des hydrographes et des Pilotes*, de Coubard, hydrographe brestois²⁵⁹. [AN, MAR, G 88, fol. 200, lettre du 18 avril 1766 adressée au ministre]. La publication de cet ouvrage est l'objet d'une petite notice dans le *Journal des Sçavans* où le nom de Le Monnier n'apparaît que sous l'expression « un Académicien célèbre, moins jaloux de la Gloire de faire des Ouvrages nouveaux que de l'avantage de répandre ceux qui sont connus pour bons & de les perfectionner [...] »²⁶⁰.

S.D. - Navigation. De la correction introduite pour accourir la ligne sèche du Lock de 18 pieds et chaque nœud au tiers de cette différence (s.l.n.d.), in-16 (26 pp.) [BN, VP-5796].

Entre 1764 et 1767, Le Monnier est impliqué dans l'examen de divers travaux sur le loch, et notamment sur un loch présenté par Le Valois²⁶¹, destiné à être testé lors de l'expédition scientifique conduite par Courtanvaux²⁶². Notons que Le Monnier participe aux préparatifs de cette expédition; il se trouve au Havre au cours des mois d'avril et mai 1767²⁶³.

IV.1 pour une étude sur les travaux de Le Monnier à ce sujet.

²⁵⁸. AN, MAR, G94, fol. 141v°.

²⁵⁹. En 1682, un Coubard ou Coubert, est professeur séculier de l'école d'hydrographie [Levot, P., 1875, « Les écoles d'hydrographie de la Marine au XVII^e siècle », R.M.C., vol. XLIV, pp. 165-169 ; voir aussi, AN, MAR, G 86, fol. 24, lettre de Coubert du 20 juillet 1682]. Selon le *Journal des Sçavans*, l'ouvrage aurait été publié initialement en 1693 [JDS, août 1766, p. 557].

²⁶⁰. JDS, août 1766, p. 557.

²⁶¹. AN, MAR, G98, fol. 8 (9 août 1764); G97, fol. 128 (10 août 1767); G100, fol. 88, (août 1767).

²⁶². Voyage effectué entre mai et août 1767, par le marquis de Courtanvaux (1718-1781) à bord de l'*Aurore*, frégate construite à ses frais, accompagné des astronomes Pingré, Messier et de l'horloger Pierre Leroy. Cette mission est chargée de tester les montres marines de Leroy concourant pour le prix de l'ARS pour 1767.

²⁶³. AN, MAR, G98, fol. 84-85, lettre de Le Monnier au ministre du 15 avril 1767.

1768. - Lettre de Le Monnier au ministre datée du 29 janvier 1768 [AN MAR G94, fol. 236]. Le Monnier liste ses travaux sur la latitude (sic). Il signale une grave erreur relevée dans le *Traité de navigation* de Bouguer²⁶⁴, qu'il juge « *gâté dans une nouvelle édition par l'abbé de la Caille [...]* ». Le Monnier ajoute aussitôt que « [...] *malheureusement, ce livre est dans tous nos ports* » (sic)²⁶⁵.

Le Monnier propose l'emploi de montres marines pour une correction de la latitude lors de l'atterrage. Il a besoin de fonds pour l'édition de son nouvel ouvrage, l'*Astronomie Nautique Lunaire* (Paris, 1771), et sollicite une commande officielle de cent exemplaires de cet ouvrage, ainsi que sa diffusion dans tous les ports. Le coût d'une telle commande, selon Le Monnier, serait de 3000 Livres ou 30 pistoles.

1769. - Le Monnier est nommé associé de l'Académie de Marine à Brest.

Lors de la réorganisation de l'Académie de Marine à Brest en 1769²⁶⁶, Le Monnier est nommé associé de l'ARM. Étrangement, Doneaud indique que Le Monnier est astronome de la Marine et ignore son titre de préposé au perfectionnement de la navigation²⁶⁷. Le même Doneaud signale qu'à partir de 1770, Le Monnier disparaît définitivement des listes des associés sans que la cause en soit précisée²⁶⁸.

1771. - *Astronomie nautique Lunaire* [ouvrage publié en septembre 1771²⁶⁹].

Une lettre de Le Monnier retrouvée dans les archives de la Marine, nous donne un témoignage sur la destination et l'utilisation de cet ouvrage que lui réserve son auteur, ainsi que sur le prix double de l'ARS pour 1771/1773. Cette lettre de Le Monnier est datée du 19 mars 1771 et est adressée au ministre²⁷⁰. On y apprend que le marquis de Chabert²⁷¹ a pris livraison de 50 pages de tables de son *Astronomie*

²⁶⁴. Cette *erreur* est plus complètement traitée au chapitre III.2 de cette thèse, puisque le P. Pezenas apporta quelques éclaircissements sur les calculs de Lacaille.

²⁶⁵. Rappelons que Le Monnier et Lacaille étaient rivaux et ne s'estimaient guère. La brouille avait pris corps lorsque le jeune Jérôme Lalande, élève et proche de Le Monnier entre 1749 et 1751, était rapidement passé dans le clan adverse Lacaille-Clairaut, représentant l'astronomie "moderne" en 1754 (voir infra, chap. IV.2 pour de plus amples détails sur cet épisode). En 1768, Le Monnier règle ses comptes à distance avec un Lacaille décédé en 1762.

²⁶⁶. Voir infra, chapitre II.3 pour un exposé plus détaillé des conditions d'existence et des activités de l'Académie de Marine à Brest.

²⁶⁷. Doneaud, 1879, LXII, p. 333.

²⁶⁸. Doneaud, 1879, LXIII, p. 96.

²⁶⁹. Selon AN, MAR, G98, fol. 194, lettre de Le Monnier du 24 décembre 1771.

²⁷⁰. [AN, MAR, G95, fol. 7].

²⁷¹. Voir infra, à la fin du chapitre IV.1 sur les activités de Chabert en astronomie. A cette époque, le marquis de Chabert est associé libre de l'ARS (depuis le 7 janvier 1759) et s'apprête à entrer au Dépôt des Journaux, cartes et plans de la Marine. Depuis 1748, Chabert s'est engagé dans les méthodes astronomiques de DLM, et est l'un des premiers à tenter l'aventure des distances lunaires (voir chapitre III.1).

nautique lunaire. Chabert s'occupera de petites distances de longitude lors de ses navigations²⁷². Le Monnier annonce d'autres méthodes de détermination de la Latitude et autres nouveautés dans son ouvrage. Il demande au ministre l'autorisation de communiquer à Chabert d'autres pages. On apprend aussi par cette lettre que cet ouvrage est destiné à accompagner les astronomes de la frégate *La Flore*, Borda et Pingré, navire commandé par Verdun de la Crenne. Ces hommes sont chargés d'expérimenter les diverses méthodes de longitudes pour le prix proposé par l'ARS pour 1771. Le Monnier souligne le retard de l'armement de ce navire, deux fois consécutivement. Il dit redoubler de travail pour la mise au point de ses tables de la Lune.

Cet ouvrage traite essentiellement de la détermination de la latitude et comporte bien peu d'articles sur les longitudes. Le Monnier milite encore pour la correction des tables de la Lune selon le cycle du Saros²⁷³. Il fournit la liste des observations de la Lune correspondantes, pour les années 1753 et 1777²⁷⁴. Mais il n'est question d'aucune pratique des méthodes de DLM. Le Monnier profite de chaque occasion qui se présente pour promouvoir son *Astronomie nautique lunaire* et ses méthodes de corrections des tables de la Lune. Lors du report du prix de l'ARS pour 1771, Le Monnier envoie ses observations de la Lune pour aider à la navigation. Il n'oublie pas qu'il dispose dans l'équipe d'un allié précieux, le P. Pingré formé à ses méthodes²⁷⁵. Ainsi, le 24 décembre 1771, il peut écrire au ministre que son ouvrage est essentiel à la navigation du navire affrété et sollicite l'obtention des fonds nécessaires à la poursuite de son ouvrage :

La frégate qui est chargée d'instrumens propres à découvrir les grands secrets de longitude à la mer, comme aussi des montres marines, sembloit exiger des observations de la Lune antérieures faites pendant la période précédente, 18 ans auparavant.

Vous avés bien voulu, Monseigneur, en ordonner l'armement malgré le retard de plus d'une année, qui s'étoit écoulé de semestres en semestres pour cet armement.

j'ai publié, Mgr, dans la Iere partie de l'astronomie nautique lunaire toutes les observations de la Lune faites en 1753 et qui correspondent à l'année 1777.

²⁷². Doneaud (1880, LXIV, p. 61) nous donne de plus amples explications sur les navigations de Chabert à cette époque : le 2 avril 1771, Chabert alors capitaine de frégate est nommé commandant de *la Mignonne* chargée d'opérations astronomiques et hydrographiques. Cette expédition emporte une montre de Berthoud. La campagne s'achève en novembre. A son retour, Chabert est nommé capitaine de Vaisseau.

²⁷³. Déjà évoqué en note, supra.

²⁷⁴. Voir infra, chapitre IV.1, pour la correction des tables de positions de la Lune à partir du cycle du Saros, préconisée par Halley depuis 1694, méthode adoptée par Le Monnier à partir de 1735.

²⁷⁵. Voir infra, chapitre II.1 pour ce qui concerne les éphémérides nautiques — *l'Etat du Ciel* — que le P. Pingré calcule entre 1754 et 1757 selon les préceptes et les principes de Le Monnier.

Cet ouvrage aiant été présenté à la cour en septembre, et envoyé sans délai au commandant de la Frégate, j'ai continué pendant les vacances a preparer ce qui leur seroit utile en 1772 et je l'ai envoyé successivement a M. de Verdun avant la mi-octobre, a l'exception de quelques derniers mois que je dois envoyer bientôt a St Domingue.

Je demande Mgr, de continuer a imprimer la 2e Partie de l'astronomie nautique, laquelle renferme, ainsi que la Iere partie, outre les observations de la Lune, quantités de méthodes et tables nouvelles & solutions de Problèmes utiles en général à la Navigation²⁷⁶.

Delambre balaira l'*Astronomie nautique lunaire* en ces termes :

Cet ouvrage est [...] un des plus médiocres qu'on ait composés pour les navigateurs. Il est fait pour leur rappeler sa période de dix-huit ans, qu[e Le Monnier] voyait entièrement négligée²⁷⁷.

1772. - *Exposition des moyens les plus faciles de résoudre plusieurs questions dans l'art de la navigation [...] avec une table des sinus verses et de leurs logarithmes*, Paris, Saillant et Nyon (in-8°, 146 pp.) [BN, V-23286 (2)]. Dans cet ouvrage, Le Monnier tente de développer ses procédés pour la navigation astronomique,

et le plus utile, celui de l'angle horaire, et des analogies qui permettent de déduire le passage de la Lune ou du Soleil par le méridien, sa hauteur orientale étant donnée. On suppose dans ce problème de l'angle horaire que la latitude du lieu & que la déclinaison de la Lune ou du Soleil soient connus par les Ephémérides²⁷⁸.

Vieille méthode défendue par Le Monnier depuis 1743, qui sera violemment critiquée par l'abbé Lacaille entre 1754 et 1759, puis par le P. Pezenas entre 1766 et 1775²⁷⁹.

Après le voyage de *La Flore* et le succès reconnu de la méthode des distances lunaires vers 1775-1776 — méthode qui ne recueillera jamais vraiment son assentiment — l'influence de Le Monnier s'amointrit. Son activité ne diminue pas pour autant ; elle ne fait que se réorienter et changer d'objet. Le Monnier va s'occuper des marées, des instruments et de magnétisme. Ce ne sont guère que les mémoires

²⁷⁶. AN, MAR, G98, fol. 194, lettre de Le Monnier au ministre, de Paris, le 24 décembre 1771.

²⁷⁷. Delambre, 1827, HA 18, t.I, p. 213. Il s'agit du Saros que je traite plus en détail au chapitre IV.1.

²⁷⁸. Le Monnier, 1774, pp. 71-72.

²⁷⁹. Voir infra, chapitre III.2 pour les polémiques autour de ces méthodes.

de l'Académie qui accueillent essentiellement les travaux de Le Monnier, mémoires dans lesquels il tente de défendre vaille que vaille la méthode du Saros. L'expertise se passe assez de lui, elle qui devient l'activité essentielle du Chevalier de Borda. La CDT est complétée des distances lunaires en 1772 (CDT pour 1774) sous la double influence de Lalande et de l'ARM²⁸⁰. Lorsque Borda²⁸¹ entre à l'ARS, il devient peu à peu la figure de référence et c'est bientôt à lui que l'on confiera systématiquement l'examen des mémoires de DLM et de navigation en général, sans pour autant flatter son penchant naturel pour le rôle de commissaire, comme en témoigne un Condorcet sardonique :

qu'il est ce qu'on appelle bon académicien, c'est-à-dire parce qu'il parle dans les assemblées de l'Académie, et qu'il ne demande pas mieux que de perdre son temps à faire des prospectus, à examiner des machines, etc. [...] il a quitté [...] la géométrie pour la physicaille²⁸².

1774. - *Essai sur les marées, où l'on traite de leurs effets aux Grèves du Mont St Michel avec des réflexions sur l'effort des marées équinoxiales contre les digues en général, SUIVIES de quelques problèmes de la Sphère applicables aux besoins actuels de la Navigation*, Paris, Saillant et Nyon. [Archives Départementales du Calvados, Caen, in-8°-2131].

L'ouvrage n'est pas signé, mais le nom de Le Monnier apparaît à la page 16 lors de la mention de l'approbation du rapport de l'Académie signé le 12 mai 1770 par Cassini de Thury, Bory et l'abbé Bossut. Cet ouvrage consiste avant tout en un examen des marées dans la Baie du Mont St-Michel, de Granville etc.. Le Monnier effectue des recherches de coïncidences des marées avec le mouvement de la Lune. Dans la partie « Astronomie nautique » (pp. 71-77), Le Monnier fait explicitement référence aux ouvrages qu'il a publié précédemment, *Astronomie nautique lunaire* (en 1771), *l'Exposition des moyens les plus faciles etc.* (en 1772) et *l'Abrégé du pilotage* (en 1766). Aux deux premiers, Le Monnier en appelle à ses méthodes pour le calcul du passage de la Lune au méridien. En ce qui concerne le troisième, Le Monnier lui emprunte quelques méthodes sur la manière de réduire les calculs et les opérations exigées, soit par l'emploi d'une échelle logarithmique, soit par l'utilisation du quartier de réduction pour réduire les triangles sphériques, se plaçant ainsi sur le terrain des méthodes graphiques de

²⁸⁰. Voir infra, chapitre II.3 pour les échanges entre Lalande et l'Académie brestoise à ce sujet.

²⁸¹. Jean-Charles de Borda (1733-1799). A cette époque, Borda est associé géomètre le 6 juillet 1768 (remplace Deparcieux, pensionnaire); puis il devient pensionnaire géomètre le 19 février 1772 (remplace Alexis Fontaine décédé), en plein succès de la mission de *La Flore*, avec Pingré et Verdun de la Crenne (voir notices biographiques). En 1769 il est membre de l'ARM.

²⁸². Citée par Hahn, 1993, p. 177.

DLM²⁸³. Enfin, Le Monnier consacre cinq pages aux variations de l'aimant et aux liens éventuels avec les amplitudes du Soleil (pages 78 à 82) dans le but de déterminer l'heure et la longitude du navire.

1774. - *Description et usage des principaux instruments d'astronomie [...]* (s.l.), in-fol. [BN, V-3968 (1)].

1776-1778. - *Loix du magnétisme [...]*, Paris, Imprimerie Royale [BN, V-23286(4) (3 exemplaires)]. Le Monnier fait part de ses travaux sur le magnétisme au ministre en mars 1778, collectant les observations effectuées par le capitaine Julien-Marie Crozet, capitaine de Brûlot, de retour d'une campagne d'observations systématiques sur le magnétisme dans l'Océan Indien²⁸⁴. Notons aussi une *Carte générale des méridiens et de l'équateur magnétique pour l'année 1778*, imprimée (s.l.), publiée en 1778²⁸⁵.

1779. - *Traité de la construction des vaisseaux, avec une explication où l'on démontre les principes de l'architecture navale marchande et des navires armés en course, par M. Frédéric de Chapman [...]* traduit du suédois [...], Paris, Saillant et Nyon, in-fol., 167 pp. [BN, V-4003].

1780. - Divers travaux sur la navigation : déclinaison magnétique de la boussole, baromètres et thermomètres à l'occasion notamment du voyage de l'ingénieur Louis-Jean-Baptiste Malavois chargé de lever la carte de l'Île de France²⁸⁶.

1781-1788. - *Recueil des Mémoires concernant diverses questions d'astronomie, de navigation et de physique, lus et communiqués à l'Académie royale des sciences [...]*, Paris, Impr. royale, in-4° [BN, V-8069 (5 ex.)].

En 1791, Le Monnier devient aveugle et cesse ses activités. Il décède en 1799.

Si l'on en juge par le bilan de ses publications depuis 1758, Le Monnier n'aura nullement usurpé son statut de préposé au perfectionnement de la navigation et, de tous les savants recrutés, s'il est le moindre

²⁸³. Voir infra, chapitre III.3, pour l'examen des méthodes graphiques, spécialement celles basées sur l'emploi du quartier de réduction.

²⁸⁴. AN, MAR, G99, fol. 86, lettre de Le Monnier au ministre du 26 février 1778; fol. 87, lettre de Le Monnier au ministre le 21 mars 1778.

²⁸⁵. AN, MAR, G99, fol. 93, 1 ff. de 1778.

²⁸⁶. AN, MAR, G100, fol. 182 à 191, lettres de Le Monnier du 5 janvier 1780 au 26 novembre 1780.

des théoriciens, il est sans doute celui qui a le plus œuvré en conformité avec son statut. Ce n'est que son entêtement à défendre souvent des méthodes dépassées qui lui vaudra les railleries de ses confrères, au premier chef, de son ancien élève Lalande²⁸⁷.

Quid de la qualité des ouvrages de Le Monnier ? Delambre ne les considère pas mieux que Lalande ne le fera, lorsqu'il étudie les « *derniers ouvrages qui ont amusé sa vieillesse* » :

Ce qu'il y a de vraiment extraordinaire, est de voir un astronome, un académicien, qui avait tant observé et tant calculé, travailler en 1772 à ressusciter [d]es méthodes à peu près tombées dans l'oubli [...]²⁸⁸.

Néanmoins, à la lecture de cette liste, Le Monnier apparaît comme l'un des plus ardents militants pour la défense des méthodes horlogères pour la DLM. Le Monnier aura joué un rôle important dans l'organisation des voyages d'essai et aura agité de manière à ce que la frégate *La Flore* puisse effectuer sa campagne. En cela Le Monnier est l'un des promoteurs de l'horlogerie pour la navigation astronomique dans les années 1760 à 1773 (environ).

IV. LALANDE ET LE PERFECTIONNEMENT DE LA NAVIGATION : UNE CHARGE BIEN ENCOMBRANTE POUR UN AUTRE OPPORTUNISTE

IV.1 LALANDE ET LA MARINE

Lorsqu'en 1758 Bouguer décédait, Lalande était à l'âge de 26 ans encore trop jeune. Malgré ses travaux sur la parallaxe de la Lune, il devait encore apporter les preuves de ses talents en astronomie. Quelques années après, la situation n'est plus la même. Le succès de la prévision du premier retour calculé de la comète de Halley par Clairaut et auquel il participa activement, la charge de rédacteur de la CDT qui lui est confiée en 1759, ses travaux sur les perturbations de Vénus, sur la parallaxe de la Lune confirmés par Lacaille, et l'édition de son *Astronomie* en 1764, font de Lalande, en cette année 1765, un astronome connu, reconnu par ses pairs. Il lui reste peut-être encore à se faire connaître auprès du ministre de la Marine.

²⁸⁷. Delambre, 1827, HA 18, p. 550 en particulier.

²⁸⁸. Delambre, 1827, HA 18, p. 218.

Le décès de Clairaut offre à Lalande l'opportunité d'obtenir une nouvelle charge bien intéressante financièrement, lui permettant d'améliorer son confort de vie en obtenant les 1500 Livres auparavant attribuées à Clairaut.

Lalande est à Paris lors du décès de Clairaut en mai 1765. Le 2 juin, il fait part au P. Louis Lagrange de sa venue éventuelle en Italie²⁸⁹. Le 21 juin, Lalande fait une visite imprévue aux astronomes de Milan, entamant un séjour qui le conduira à Naples où il travaillera avec le P. Boscovich²⁹⁰. Lalande est ainsi pris de vitesse par Le Monnier qui se voit attribuer — vraisemblablement au 1^{er} juillet 1765 — la totalité de la pension du poste de préposé au perfectionnement de la Marine pendant l'absence de son ancien élève et désormais rival.

C'est au cours de l'été 1765 que d'Italie, Lalande demande à Choiseul d'obtenir la pension de Clairaut. Le ministre Choiseul lui répond de Compiègne le 15 août :

J'ai rendu compte au Roy monsieur de la demande que vous avez faites des 1500 livres dont jouissoit m. Clairaut et des titres que vous avies pour espérer cette grace. mais S.M. ayant voulu récompenser le zèle que M. Le Monnier a toujours montré pour le service de la marine et le progrès de la navigation, lui a accordé ces 1500 livres pour lui faire le même traitement de 3000 livres dont jouissait M. Bouguer. Cependant S.M. voulant vous donner une marque de la satisfaction qu'elle a de vous voir diriger vos études et vos travaux à la perfection de la navigation et exciter votre zèle, elle vous a accordé 1000 livres de gratification annuelle dont vous jouïrés a commencer du premier juillet. C'est avec plaisir que je vous annonce cette grace du Roy. je suis Monsieur votre très humble et très obéissant serviteur. Signé : le duc de Choiseul²⁹¹.

La lettre de Choiseul ne semble parvenir à Lalande que début septembre. La nouvelle du transfert de la pension de Clairaut l'étonne, comme il en témoigne dans sa réponse au ministre, en lui écrivant de Naples le 22 septembre 1765. Cette lettre porte en marge une note ainsi libellée : « remercie pour une gratification annuelle de 1000 Livres » :

²⁸⁹. Berkeley, microfilm 619/12, *Correspondance du P. Boscovich*. Lettre du P. Louis Lagrange au P. Boscovich, du 2 juin 1765, pp. 244-247. Le P. Louis Lagrange fut l'un des plus proches assistants du P. Pezenas à l'Observatoire de Marseille, entre 1749 et 1763. Lors de la suppression des jésuites en 1762, Lagrange partit à Milan où il devint le directeur de l'observatoire de Brera. Je remercie vivement Mme E. Badinter pour m'avoir communiqué cette correspondance.

²⁹⁰. Berkeley, microfilm 619/12, lettre du P. Lagrange au P. Boscovich du 29 juin 1765, pp. 248-251. Lors de sa visite surprise le 21 juin, Lalande apprend au P. Lagrange le décès de Clairaut.

²⁹¹. AN, MAR, C⁷.161, lettre du Duc de Choiseul à Lalande du 15 août 1765, recopiée par Lalande.

[...] Lorsque j'ai pris la liberté de demander a votre Grandeur la pension de 1500# de M. Clairaut, je ne prévoyois point qu'elle pouvoit etre destinée a m. Le monnier, je suis enchanté qu'il ait reçu cette nouvelle faveur. trente années de travaux et de succès ne pouvoient manquer de lui mériter votre protection. je prévoyois encore moins monseigneur que vous vous détermineriés a m'accorder une autre gratification annuelle de 1000#. Les titres que j'alleguois pour succeder a m. clairaut ne m'autoriseroient pas a demander une faveur aussi particuliere; je n'avois point l'honneur d'etre connu de votre Grandeur, je n'avois aucun ami qui fut a portée de vous parler de mes travaux ni de ma bonne volonté, et je suis aussi étonné que reconnoissant d'être comblé de vos bontés dans de pareilles circonstances. j'en ai reçu la nouvelle au fond de l'italie, ou j'étois venu pour faire diverse observations sur la phisique et sur les arts, mais je ne tarderai pas a me rendre en france pour y reprendre avec plus d'ardeur et d'assiduité que jamais les travaux qui m'ont valu cette distinction de la part de votre grandeur. j'ai eu de tous les temps l'entousiasme de la Marine, je n'avois rien tant désiré que de contribuer a ses progrès, je m'y trouve attaché désormais d'une maniere bien plus speciale, et je souhaite ardemment pouvoir seconder dans la partie mathematique les vues pleines de grandeur que vous avés sur toutes les branches de cette administration²⁹².

Lalande a bien raison de ne pas se plaindre puisqu'il obtient une gratification annuelle de 1000 Livres en dédommagement et en gage de remerciements pour ses travaux passés, et d'encouragement pour ses travaux futurs. Chaque année, Lalande est alors obligé de demander le renouvellement de cette gratification, comme en témoigne cette lettre écrite au ministre le 10 juillet 1769 :

Vous m'avez permis de vous rappeler chaque année dans le mois ou nous entrons la gratification annuelle de 1000 livres qui m'a été accordée sur la marine; comme c'est le temps ou je suis obligé de partir pour aller a cent lieües d'icy passer l'automne, je me hâte de solliciter l'effet de vos bontés ordinaires pour pouvoir arranger mes affaires avant mon départ²⁹³.

Cette importante lettre nous apprend par les notes en marge que Lalande est considéré comme préposé au perfectionnement de la Marine, et que sa gratification annuelle de 1000 Livres est prélevée sur les fonds de la Marine (à échéance du 30 juin de chaque année). Ainsi, au décès de Clairaut devons nous considérer les deux astronomes, Le Monnier et Lalande comme les deux nouveaux « *préposés au perfectionnement de la Navigation sous toutes ses formes* ».

²⁹². AN, MAR, G94, fol. 144, lettre de Lalande au ministre, le 22 septembre 1765.

²⁹³. AN, MAR, C⁷.161, lettre de Lalande au ministre, de Paris, le 10 juillet 1769.

A la demande de Lalande, cette gratification sera transformée en pension avec effet au 1^{er} juillet 1779, d'un montant de 883 Livres, prélevé sur le trésor royal. Dans une lettre du 5 juillet 1779²⁹⁴, il présente sa requête au Roi en joignant son extrait de Baptême, ses titres, l'état de ses appointements de l'ARS et du Collège Royal. Plaidant pour ses mérites, il souligne ses 25 années dédiées à l'astronomie, à la géométrie et à la Marine.

IV.2 RAPPORTS ET ACTIVITÉS DE LALANDE COMME COMMISSAIRE A LA MARINE, OU, COMMENT LALANDE NE FIT PAS PARTIE DU VOYAGE DE L'ISIS EN 1768

Lalande est donc sollicité par la Marine pour l'examen des nombreux mémoires qui ne manquent pas d'être proposés au prix des longitudes. Ses rapports sont peu nombreux, Lalande refusant rapidement d'examiner des mémoires sans intérêt comme il nous est montré ci-après.

L'un des tout premiers rapports de Lalande est daté du 27 février 1766 et porte sur un prétendu nouvel octant proposé par un monsieur Ravajoü, originaire de Marmande. La conclusion est négative, Lalande constatant que « *l'auteur ne comprend pas en quoi consiste le problème des longitudes* »²⁹⁵.

Mais très vite, cette charge devient fastidieuse à Lalande qui demande à être consulté pour des *travaux plus honorables* et qu'on le déleste de l'examen de mémoires sans intérêt. Voici en effet ce qu'il écrit le 24 septembre 1766 au ministre, le duc de Praslin, lors de l'examen d'un mémoire proposé par un certain Clerget, auteur de « Tables marines, horaires et itinéraires avec les méthodes par le moyen desquelles on est parvenu à la confection exacte de ces tables [...] destinées au calcul de la longitude, suivies d'un *Supplément à l'extrait du traité démonstratif de la quadrature du cercle* »²⁹⁶. Comme l'indique l'intitulé du mémoire, Clerget proposait une énième démonstration de la quadrature du cercle servant à construire géométriquement les cartes marines et à placer tous les lieux sur la surface terrestre, employant à cet effet le quartier de réduction, familier aux marins²⁹⁷. Lalande remet au ministre son rapport négatif, expliquant que,

²⁹⁴. AN, MAR, C⁷.161, lettre écrite de Paris au collège royal, le 5 juillet 1779. Les pièces de cette requête sont conservées dans le dossier Lalande : l'extrait de baptême de Lalande, ses titres, le brevet de la pension accordée par le Roi.

²⁹⁵. AN, MAR, G94, fol. 145, rapport de Lalande, à Paris, le 27 février 1766. Le mémoire incriminé et une planche décrivant l'instrument se trouvent fol. 146-147 : « Mémoire du Sr Ravajou sur sa méthode de détermination de la longitude au moyen d'un nouveau modèle d'octant », s.d., fol. 146; « Nouveau plan tiré géométriquement de l'instrument nommé octan, construit de trois cercles inégaux, par le Sr Ravajou, habitant de la ville de Marmande sur Garonne », s.d., fol. 147.

²⁹⁶. AN, MAR, G94, fol. 150-189 (1766, 46 ff.). Clerget avait envoyé son mémoire et son traité de la quadrature du cercle au ministre le 7 septembre 1766 [MAR, G94, fol. 149].

²⁹⁷. voir infra, chapitre III.3 sur l'origine des méthodes graphiques de DLM.

[...] le plus simple examen fait voir que l'auteur n'a aucune connoissance des matières qu'il traite; il suppose ce qu'il faut trouver quand la chose est difficile; et sur tout le reste il ne fait que des raisonnements d'un écolier ou d'un ignorant; la quadrature du cercle qu'il mêle la dedans et qui n'y a aucun rapport fait voir que sa folie s'étend sur plus d'un objet.

je désire monseigneur que votre grandeur veuille bien employer mes faibles lumières a des travaux plus fréquens et plus considérables, et je serois infiniment flatté de ces marques de confiance²⁹⁸.

La position de Lalande est claire. Au contraire de Borda ou d'autres académiciens amateurs de commissions et pressés de donner leur avis, Lalande n'aime pas cette charge. Il préférera éditer, publier, écrire, laisser des traces plus visibles et plus durables de son activité, que de simples rapports destinés à être classés dans des dossiers oubliés avec le temps. Lalande a d'autres ambitions : formé à l'histoire de l'astronomie par Joseph-Nicolas Delisle, il veut vraisemblablement demeurer célèbre non pas pour des rapports sur des sujets sans importance, mais pour une œuvre personnelle reconnue.

Lalande manque le voyage de l'*Isis*

Il est donc logique qu'en février 1768, Lalande soit pressenti par le duc de Praslin, pour être l'un des astronomes d'une mission chargée de tester à la mer, de nouvelles montres marines de Ferdinand Berthoud et de Pierre Leroy. Lalande refuse poliment, faisant valoir ses travaux professionnels — il est engagé dans la rédaction de la CDT, et dans une querelle académique autour du titre même de la publication (voir le chapitre II.2) — et des raisons de santé dont nous ne connaissons pas la teneur²⁹⁹. En revanche, Lalande vante les mérites de ses confrères qu'il estime, les très officiellement astronomes de la Marine, Pingré et Messier, ainsi que l'abbé Chappe d'Auteroche. C'est Pingré qui sera finalement choisi pour assister Claret de Fleurieu pour les observations astronomiques dans l'un des plus célèbres voyages d'essais de cette époque³⁰⁰.

²⁹⁸. Souligné par nous. AN, MAR, G94, fol. 148, lettre de Lalande au ministre, de Bourg-en-Bresse, le 24 septembre 1766.

²⁹⁹. AN, MAR, G97, fol. 156-157, lettre de Lalande au ministre, de Paris, le 21 février 1768.

³⁰⁰. Rappelons en quelques lignes les circonstances de ce voyage. Après le succès de John Harrison en Angleterre en 1765, la Marine commande à Berthoud et Leroy de nouvelles montres marines. Les deux horlogers se retrouvent compétiteurs pour le prix de l'Académie pour 1767 (prix reporté en 1769 - voir chap. I.1). Après le demi-échec du voyage du marquis de Courtanvaux entre mai et août 1767 (cabotage en Manche), l'Académie ordonne un nouveau voyage de mise à l'épreuve des chronomètres de marine en concurrence. Armée à Rochefort, la frégate l'*Isis* est commandée par Charles-Pierre Claret, comte de Fleurieu, alors enseigne de vaisseau — il deviendra ministre de la Marine à la fin des années 1780, jouant un rôle important dans la transformation de l'éphéméride, la *Connaissance des Temps* (voir partie II). Fleurieu est assisté d'Alexandre-Guy Pingré pour les observations astronomiques. Les essais ont lieu entre le 8 décembre 1768 et les 21 novembre 1769 lors d'un grand tour de l'Atlantique (les Canaries, les îles du

Lalande ne participera donc pas au voyage de la frégate *l'Isis*, et manquera ainsi une belle occasion de marquer un peu plus de son empreinte, l'histoire de l'astronomie nautique.

La principale contribution de Lalande réside durant toutes ces années, dans la rédaction des éphémérides nautiques³⁰¹, publiées dans la CDT, les EMC, et dans les éditions successives de son *Astronomie*, ouvrage dans lequel, l'astronomie nautique occupe une part toujours importante. C'est là sa contribution essentielle au développement de l'astronomie nautique.

Signalons que Lalande, entre 1768 et 1770, centralise les observations astronomiques effectuées par l'astronome Véron, embarqué sur la frégate *L'étoile* accompagnant l'expédition de Bougainville autour du Monde³⁰².

Nous rencontrons encore Lalande dans les archives de la Marine à l'occasion de l'impression de ses *Tables horaires* contenues dans son *Abrégé de navigation* qui sera publié en 1793, en pleine terreur. Suite aux décisions prises en juin 1791 par l'Assemblée Nationale³⁰³, Lalande demande à un département de la Marine en pleine réorganisation, les fonds nécessaires à l'impression de ses tables destinées à simplifier l'obtention de l'heure locale à bord d'un navire et à déterminer facilement sa longitude³⁰⁴. Après plusieurs reports et des délais dus aux troubles qui agitent la capitale, Lalande obtiendra finalement les fonds manquant à l'impression de son *Abrégé de navigation*, suite à une décision du département de la Marine datée du 6 novembre 1792³⁰⁵.

Cap Vert, la Martinique, Saint-Domingue, Cadix). Les résultats sont mitigés, Fleurieu et Pingré essaient diverses méthodes de DLM, et Fleurieu marque sa préférence pour une navigation scientifique, position qu'il réaffirmera clairement lorsqu'il sera devenu ministre de la Marine. [Grezillier, 1978 ; Bellec, 1992]. Le compte rendu sera publié en 1773 sous le titre *Voyage fait par ordre du roi, en 1768 et 1769, en différentes parties du Monde, pour éprouver en mer les horloges marines, par M. d'Eveux de Fleurieu*, Paris (in-4°, 2 vols.) [Lalande, 1803, BA, p. 534].

³⁰¹. Voir infra, la partie II pour l'histoire des tables et éphémérides astronomiques et les contributions de Lalande.

³⁰². AN, MAR, G94, fol. 191, lettre de Lalande du 9 octobre 1768 au ministre. Lalande conserve le manuscrit des observations effectuées par Véron à Rio et à Montevideo. Une autre lettre datée du 28 juin 1770 (fol. 192), nous apprend que Legentil ayant rencontré Véron, souligne l'excellence de ses observations. Legentil avait rencontré Véron à l'Île Maurice en avril 1770, peu de temps avant le décès de Véron.

³⁰³. AN, MAR, 3 JJ 10, pièce 35, Lettre de Lalande du 18 avril 1791 au département de la Marine. Le décret d'attribution des fonds date du 9 juin 1791 [AN, MAR, G96, fol. 135, lettre de Lalande, de Paris, le 31 octobre 1792].

³⁰⁴. Cet ouvrage et les tables de Lalande sont examinés plus en détail infra, chapitre III.3 à l'occasion du problème de la détermination de l'heure locale en mer sans l'aide des montres marines.

³⁰⁵. AN, MAR, G96, fol. 140, lettre de la Marine au trésorier général, avec ordre de verser à Lalande le reliquat des fonds destinés à l'impression des *Tables horaires* devant être insérées dans son *Abrégé de Navigation*.

CONCLUSION

Le poste de préposé au perfectionnement de la navigation avait été créé à une époque où la navigation astronomique devait nettement progresser. Relevant du seul privilège du secrétaire d'Etat à la Marine, *l'Académie royale des sciences restera toujours étrangère au choix de l'académicien apte à remplir cette charge.*

Créé par complaisance pour un Maupertuis courtisan et mondain, le poste de « préposé au perfectionnement de la Marine » le dédommage d'une réception plutôt froide à son retour de Laponie. Les contributions de Maupertuis ne répondent pas aux attentes du ministre Maurepas : initier un vaste courant de développement scientifique de la Marine. Les travaux de Maupertuis sont trop personnels et trop théoriques pour jouer un rôle important dans le développement des pratiques maritimes. Bien que ses écrits intéressent les débats sur la figure de la Terre — importante pour la géographie et la navigation — trop théoriques, ils n'ont pas d'applications immédiates dans la navigation astronomique. Il faut attendre le retour de Pierre Bouguer en France en 1744 et sa nomination en 1745 à ce poste pour voir quelques résultats importants, concernant la construction navale comme la navigation astronomique.

A partir de 1745, les préposés au perfectionnement de la Marine comptent parmi les plus grands savants du XVIII^e siècle : Bouguer, Clairaut, Le Monnier, Lalande, deux théoriciens, deux astronomes, l'un de terrain, l'autre grand vulgarisateur de l'astronomie.

Chacun des préposés contribua finalement aux « progrès de la navigation sous toutes ses formes ». Ces savants marquèrent leur époque, l'histoire de l'astronomie et l'histoire de la navigation scientifique, là où progrès scientifique et progrès de la Marine convergeaient : détermination de la figure de la Terre, amélioration de la géographie et de la navigation astronomique. On ne sera donc pas surpris de voir figurer dans la liste, quatre mesureurs de méridien. Maupertuis, Clairaut et Le Monnier avaient été ensemble en Laponie suédoise, en 1736-1737, mesurer un degré de méridien près du pôle ; Bouguer avait été membre de l'expédition académique dans la Cordillère des Andes (1735-1744) partie mesurer un degré de méridien près de l'équateur.

Que faut-il retenir de leurs contributions respectives ?

De Bouguer, on retiendra deux ouvrages touchant l'architecture navale et un traité de navigation revu et réédité deux fois. Ces ouvrages créent l'événement dès leur parution. La seule exception concerne la résolution du problème des longitudes à l'aide des horloges marines. A son époque, si certains horlogers se sont attachés à fabriquer des montres fiables, Bouguer ne croit visiblement pas en l'avenir des horloges marines et ses rapports n'encouragent pas de telles recherches. Ses prises de

position qui, dans le principe ne sont pas erronées, contribuent certainement à freiner la recherche dans le domaine de l'horlogerie de marine. En tous cas, durant les années Bouguer, cette recherche se fait ailleurs qu'au sein de l'Académie des sciences et hors du périmètre des savants appointés par la Marine.

De Le Monnier, on retiendra une action sur le terrain et un encouragement aux missions scientifiques chargées de statuer sur les horloges marines. Du trio Clairaut, Lalande, Le Monnier, ce dernier est le seul à avoir pris au sérieux la fonction, quoique opportuniste et profitant de celle-ci pour publier des travaux personnels. Le Monnier semble en effet plus impliqué dans la Marine que ses confrères et ses productions diverses couvrent un vaste éventail de sujets importants pour le développement d'une marine savante : marées, magnétisme, instruments nautiques, astronomie nautique. Si ses travaux ne sont pas d'une originalité extraordinaire et ne marqueront pas l'histoire comme les ouvrages de Bouguer, Le Monnier a au moins eu le mérite de croire dans le développement de l'horlogerie marine et d'encourager les ministres de la Marine à supporter les principales expéditions scientifiques de la charnière 1767-1773, de *l'Isis* à *La Flore*. Le Monnier aura aussi à cœur d'encourager la création ou le maintien d'écoles d'hydrographie, notamment à Rouen. Sans doute est-il à l'origine du maintien de la chaire d'hydrographie à Rouen³⁰⁶ et être ainsi indirectement à l'origine du futur succès des *Leçons de navigation* du maître d'hydrographie rouennais Jean-François Dulague (1729-1805), ouvrage qui connut un grand succès jusqu'en 1842³⁰⁷. Mais Le Monnier joue le plus clair du temps pour son propre camp. Il cherchera surtout à obtenir des fonds pour faire publier des ouvrages qui auront de bien faibles répercussions sur le développement des sciences nautiques.

De Clairaut, on retiendra des tables de la Lune qui seront prises en compte dans les débats sur l'astronomie nautique (parallaxe horizontale et tables du mouvement horaire). Les chapitres IV.2 et IV.3 montrent comment les tables de la Lune de Clairaut vont être l'objet des considérations des astronomes de terrain au cours des années 1763-1783.

Les contributions de Lalande sont concentrées dans son action à la tête de la CDT, intégrant, entre autres, les tables des distances lunaires en 1772 (CDT pour 1774), jouant un rôle important dans la diffusion des connaissances et des méthodes de navigation astronomique, animant ainsi les recherches et les débats sur le sujet. Lalande pèse de manière très importante sur l'évolution des tables astronomiques. C'est l'objet de la seconde partie.

³⁰⁶. [AN, MAR, G 86, fol. 97, lettres au ministre du 12 avril 1762; et fol. 98, 7 mai 1763].

³⁰⁷. [Russo, 1964, p. 439].

La révolution voit la désorganisation de la Marine d'Ancien Régime et met un terme à l'appellation officielle de savant *préposé au perfectionnement de la navigation*.

Résumé

Se basant sur de nombreuses archives, cette recherche se propose de réexaminer quarante années d'astronomie nautique (entre 1740 et 1780), durant lesquelles la méthode des distances lunaires — la méthode la plus usitée jusque dans les années 1850 pour la détermination des longitudes en mer — est mise au point, notamment par l'abbé Nicolas-Louis de Lacaille, et se voit finalement codifiée par le chevalier Jean-Charles de Borda.

Cette étude va s'attacher en particulier à reconsidérer les travaux scientifiques de savants de l'Académie des Sciences, Pierre-Louis Moreau de Maupertuis, Pierre Bouguer, Alexis Clairaut, Pierre-Charles Le Monnier et Jérôme Lalande, avec leur statut officiel méconnu de « *préposé au perfectionnement de la navigation* ». A la lumière de nombreuses mises à jour biographiques et de correspondances, on pourra mieux comprendre leurs influences mutuelles et leurs relations avec le milieu maritime. De même, on s'intéressera à la diffusion des méthodes auprès des marins, ainsi qu'à la manière dont la *Connaissance des Temps* — publication officielle de l'Académie des sciences et rivale du *Nautical Almanac* britannique — devient peu à peu un almanach nautique sous les actions de Jérôme Lalande, Pierre Méchain et des ministres de la Marine successifs.

On sera ainsi amené à porter un nouveau regard sur l'œuvre théorique d'Alexis Clairaut concernant le mouvement de la Lune, œuvre bien plus cohérente que l'on ne l'imaginait auparavant.

Mots-Clés : Astronomie nautique ; longitudes en mer ; distances lunaires ; éphémérides ; tables de la Lune ; mécanique céleste ; histoire de l'astronomie ; histoire de la navigation. Bouguer ; Clairaut ; d'Après de Manneville ; Lalande ; Lacaille ; Le Monnier ; Académie des sciences ; Marine.

Abstract

Based on numerous archives, correspondence and manuscripts, this research is dedicated to forty years of nautical astronomy in France, between 1740 and 1780. During this period, the method of lunar distances — the most used one for the determination of longitudes at sea up to the years 1850 — is developed by the abbé Nicolas-Louis de Lacaille and codified by the chevalier Jean-Charles de Borda.

This study reconsiders the scientific works of members of the French Academy of Sciences, Pierre-Louis Moreau de Maupertuis, Pierre Bouguer, Pierre-Charles Le Monnier, Alexis Clairaut and Jérôme Lalande, who were given the little known official responsibility of « *préposé au perfectionnement de la navigation* », i.e., persons in charge of improving navigation. With the help of unknown correspondences and biographic updates, this work clarifies their mutual influences and their relationships with the maritime sphere.

One important aim of this work is to examine how these methods were dispatched to seafarers and how the *Connaissance des Temps* — the official ephemeris of the Academy of sciences, in competition with the british *Nautical Almanac* — became a nautical almanac under the actions of Jérôme Lalande, Pierre Méchain, and the successive ministers of the French Navy.

This study also sheds a new light on the theoretical work of Alexis Clairaut on the Lunar motions. It appears to be more consistent than we have imagined before.

Key-words: Nautical astronomy ; Longitudes et sea ; Ephemeris ; Lunar tables ; Lalande ; Lacaille ; Clairaut ; Bouguer ; French Academy of Sciences ; History of astronomy ; History of astronomical navigation.

UNIVERSITÉ DE NANTES
FACULTÉ DES SCIENCES ET DES TECHNIQUES
CENTRE FRANÇOIS VIÈTE

L'ASTRONOMIE NAUTIQUE AU XVIIIème SIÈCLE
EN FRANCE :
TABLES DE LA LUNE ET LONGITUDES EN MER

TOME I
(Introduction, Parties I et II)

THÈSE DE DOCTORAT

Ecole doctorale : Connaissances, Langages, Cultures
Discipline : Histoire des sciences et des techniques

Présentée et soutenue publiquement par

Guy BOISTEL

Le jeudi 25 octobre 2001 devant le jury ci-dessous

<i>Président</i>	M. Patrice BAILHACHE • Professeur • Nantes
<i>Rapporteurs</i>	M ^{me} Michelle CHAPRONT-TOUZÉ • Astronome • Observatoire de Paris M. Philippe HAUDRÈRE • Professeur • Angers
<i>Examineurs</i>	Dr. Michael HOSKIN • Professeur • Cambridge M ^{me} Danielle FAUQUE • Chercheur associé • Orsay, Paris M. Jacques GAPAILLARD • Professeur • Nantes

Directeur de thèse : M. Jacques GAPAILLARD

SECONDE PARTIE - CHAPITRE 1

II.1

TABLES, ÉPHÉMÉRIDES ET « ÉTRENNES » ASTRONOMIQUES AU XVIII^e SIÈCLE EN FRANCE : QUELLES TABLES POUR QUELS USAGES ?PLAN**I. TABLES ASTRONOMIQUES ET PRATIQUES MARITIMES : QUELLES TABLES POUR QUELS USAGES DANS UN ALMANACH NAUTIQUE AU XVIII^e SIÈCLE ?**

- I.1 Le triangle de position ou comment se situer en mer au XVIII^e siècle ?
- I.2 Obtenir la hauteur vraie de l'astre observé : les quatre principales corrections.
- I.3 Différents types de tables.
- I.4 Les éphémérides.
- I.5 Les tables de manuels de navigation.

II. UNE PETITE HISTOIRE DES TABLES ASTRONOMIQUES ET NAUTIQUES AU XVIII^e SIÈCLE**II.1 Ephémérides des astronomes...**

- II.1.1 Les tables des astronomes.
- II.1.2 Les éphémérides pour l'usage nautique.
- II.1.3 Inventaire chronologique.

II.2 ...et Ephémérides des marins.

- II.2.1 Quelles tables et quels almanachs pour les marins ?
- II.2.2 Les *Étrennes maritimes ou nautiques* : un « digest » de l'*Almanach royal* ?

Au XVIII^e siècle, seule l'astronomie est capable de fournir les moyens de résoudre correctement, avec la précision requise ou espérée le problème de la longitude. En effet, c'est seulement à l'aide d'observations astronomiques quotidiennes que l'on peut régler et contrôler le fonctionnement des horloges marines.

L'*Encyclopédie* de Diderot-d'Alembert, peu prolixe sur le sujet, nous donne une définition sommaire de ce que sont les tables astronomiques : « [ce] sont des calculs des mouvements, des lieux & des autres phénomènes des planètes premières & secondaires ». Plus pratique et fonctionnelle est la définition donnée par Lalande : « Les tables ne sont que des moyens d'abrégé des calculs qui sans cela seroient d'une prolixité extrême »¹. Pour abrégé de longs calculs d'interpolation par exemple, les astronomes ont établi à partir de ces tables des éphémérides² donnant les positions des planètes pour chaque jour (ou tout intervalle défini selon la destination et l'utilisation des éphémérides) d'une ou plusieurs années.

Le XVIII^e siècle n'a pas la primeur de l'édition de tables, ni d'éphémérides astronomiques. E. Poulle³ a très bien montré la manière dont sont organisées les tables astronomiques pré-alphonsines au Moyen-Âge, et la manière de les étudier. Sa typologie des tables et des almanachs constitue un excellent point de départ et une précieuse source d'inspiration pour une telle étude au XVIII^e siècle, malgré les énormes différences de forme et de fond.

Depuis la renaissance de l'Astronomie que l'on fait remonter à l'année de la parution du *De revolutionibus* de Copernic en 1543, nombreuses furent les éditions de tables mêlant prédictions des dates et durées des éclipses de Lune et de Soleil, positions des planètes sur l'écliptique, phases de la Lune, météorologie, dates des fêtes et prédictions astrologiques selon les auteurs⁴. Après Regiomontanus qui fit paraître en 1475 des éphémérides pour une période de 31 années⁵, plusieurs

¹. Lalande, in Montucla, 1803, IV, p. 301.

². (Littré, II, 2171) Ephémérides (f. plur.) : tables astronomiques par lesquelles on détermine, jour après jour, le lieu de chaque planète dans le zodiaque. Ephéméride (sing.) : ouvrage qui énumère et enseigne les événements sujets à calcul et à prévision dans l'année. La CDT est une éphéméride. Quelques personnes demandèrent à ce que le *Nautical Almanac* devînt une éphéméride astronomique complète (Arago, Eloge d'Young).

(Littré, VI, 6169). Tables astronomiques : tables calculées [...] au moyen desquelles on peut, à l'aide de simples opérations numériques, assigner d'avance la position des planètes et des satellites pour un temps quelconque. Une grande table pour trouver l'heure en mer par la hauteur des astres, table qui est en entier l'ouvrage de Mme de Lalande sa nièce [de Lalande] (Delambre, *Inst. Mém. Scienc.*, 1807, 2e sem., p. 50).

³. Poulle, 1981, pp. 51-66.

⁴. Lalande, 1803, BA. Voir aussi Lalande, in Montucla, 1803, IV, pp. 318-320. Voir Savoie, 1996, 1997b.

⁵. Johannes Müller (alias Regiomontanus), 1489, *Opus almanach magistri Johannis de monte regio ad annos etc.*, Erhart Radolt, Augsperg (Nuremberg), non paginé. Ephémérides pour les années 1475 à 1506. Christophe Colomb emporta cette édition lors de ses traversées ; il tenta avec ces éphémérides de trouver la longitude de la Jamaïque lors de l'éclipse de Lune de février 1504 (Olson, 1992; Pickering, 1996).

astronomes se succédèrent dans cet exercice, André Argoli de Venise remportant la palme avec des éphémérides calculées pour 60 années (1641-1700)⁶.

La plupart de ces éphémérides calculées longtemps à l'avance furent secondées par des éphémérides annuelles éditées par les académies. La première et la plus ancienne est la *Connaissance des temps* éditée en 1679 et poursuivie jusqu'à aujourd'hui sans discontinuité. En 1766, l'Angleterre commence la publication à Greenwich du *Nautical almanac* sous la direction de son astronome royal, Nevil Maskelyne. La même année, l'Académie des sciences de Prusse publie à Berlin son éphéméride, *Astronomisches Jahrbuch*, sous la direction de Bode, astronome de l'Académie⁷. Ces deux publications sont bâties sur le modèle de la CDT, avec un avantage incontestable à l'almanach britannique : Maskelyne, en intégrant les distances lunaires à ses éphémérides, sut réaliser ce que l'abbé Lacaille avait vainement proposé à l'Académie des sciences parisienne douze années auparavant.

Activité majeure du calcul astronomique, on imagine difficilement l'astronomie sans ses volumes de tables. Après 320 années de *Connaissance des temps*, nous sommes trop familiarisés avec sa descendance — les *Ephémérides de la Société Astronomique de France* par exemple —, qui met à la portée des astronomes amateurs les imposants calculs effectués par le Bureau des Longitudes. Le navigateur de plaisance est sans doute plus familiarisé avec l'*Almanach du marin breton* qu'avec les *Ephémérides Nautiques* du Bureau des Longitudes, véritables héritières de la *Connaissance des Temps*. Mais les marins eux-mêmes ne connaissent pas bien leur histoire si l'on en juge par ce qu'écrit P. Brassier à propos des *Ephémérides Nautiques* : « il faut attendre 1888 pour voir publier un extrait de la *Connaissance des temps* spécialement destiné aux marins⁸ ; c'est en 1918 qu'il porte enfin le titre d'*éphémérides nautiques*. »⁹. Nous montrerons dans le chapitre suivant que cette division, déjà envisagée en 1785, était effective en 1791 à la demande du maréchal de Castries qui désirait réduire le prix de vente de la CDT et favoriser la diffusion de cette éphéméride auprès des capitaines marchands¹⁰.

En dehors de quelques études sommaires sur la naissance de la *Connaissance des Temps*¹¹ et de celles plus consistantes de M. Forbes sur le *Nautical Almanac*¹², il n'existe que très peu de travaux modernes sur le problème des tables astronomiques et nautiques, sujet ingrat en première approche et très technique. Montucla et Lalande ont esquissé une telle étude à la fin du XVIII^e siècle, fournissant

⁶. *Ephemerides [...] juxta Tychonis Brahe hypothesis* (éphémérides pour 1630-1680), 1638, Venise-Padoue. Les éphémérides pour 1641-1700 sont publiées dans *Exactissimæ cœlestium motuum*, 1648, 1652, à Padoue puis 1659, 1677, à Lyons.

⁷. Lalande, in Montucla, 1803, IV, pp. 321-322.

⁸. Voir aussi Grand-Carteret, 1896, p. 20.

⁹. Brassier, 1998, p. 77.

¹⁰. AN, MAR, G95, fol. 149-150.

¹¹. Grand-Carteret, 1896, pp. 19-20 ; Vivielle, 1929 ; Lévy, 1976. Voir le chapitre II.2 pour une histoire plus détaillée de la CDT.

¹². Voir Forbes, 1965, 1974, 1975.

de précieuses informations bibliographiques¹³. Denis Savoie a récemment complété les connaissances sur les *Tables Pruténiques* et sur la diffusion du copernicanisme (Savoie, 1996, 1997b). Avant lui, Owen Gingerich avait éclairci quelques problèmes liés aux *Tables Rudolphines* de Kepler (Gingerich, 1971). En 1980, Curtis Wilson a publié une colossale et moderne étude sur les tables du Soleil de l'abbé Lacaille, élucidant l'élaboration de ces tables en relation avec les progrès de la mécanique céleste à cette époque (1747-1755) (Wilson, 1980). On doit aussi à Nick Kollerstrom, une analyse précise et intéressante des tables newtoniennes de 1702 (Kollerstrom, 1991, 1995). Ces deux dernières études ont été pour nous une source d'inspiration, dans notre approche des tables de la Lune d'Alexis Clairaut, que nous étudions dans la quatrième partie de notre thèse.

En étroite relation avec le problème des longitudes en mer, il nous a semblé intéressant d'étudier de plus près le sujet des tables et, de manière générale, des éphémérides astronomiques, textes en apparence anodins mais chargés de signification, reprenant à notre compte cette observation d'Emmanuel Poulle, « **Pourtant il est un domaine où les textes les plus anodins ont quelque chose à dire [...]** »¹⁴. Au XVIII^e siècle, certaines éphémérides sont directement dédiées à leur usage maritime : navigation et recherche de la Longitude. Des tables utiles à la navigation sont publiées soit dans les manuels ou traités de navigation — le *Guide du navigateur* de Pierre Lévêque, (1779) —, soit dans des ouvrages entièrement dédiés à cet usage, des éphémérides — l'*Etat du Ciel* de Pingré, (1754-57), par exemple. Nous pensons qu'elles reflètent la démarche et les choix scientifiques de leurs auteurs : pratiques, méthodes et tables sont indissociablement liées.

Il n'est nullement question ici d'exposer et d'examiner les justifications théoriques des tables, ni de détailler leur fonctionnement interne, ni leur utilisation pratique. Notre propos est d'étudier leur organisation et de rechercher les points sur lesquels on peut juger de l'évolution des pratiques des astronomes autant que celles des marins.

Nous avons voulu répondre aux questions qui se posaient à nous : Quelles tables et pour quels usages ? Par qui sont calculées les éphémérides ? Les tables et éphémérides des astronomes et celles des marins sont-elles les mêmes ?

Nous n'avons pas voulu dans ce chapitre entrer dans le détail de toutes les tables existantes au XVIII^e siècle. Nous portons notre attention sur le contenu de quelques Ephémérides, Almanachs et Etrennes nautiques qui, dans l'histoire de la navigation astronomique, ont joué un rôle connu ou inconnu : *Connaissance des temps* (CDT), *Ephémérides des mouvements célestes* (EMC), *Etat du Ciel*, *Etrennes Nantaises* et autres *Etrennes mignonnes, curieuses et utiles*.

¹³. Lalande in Montucla, 1803, tome IV, part. V : Livre VII, « I. Des tables astronomiques », pp. 301-318; « II. Des Ephémérides », pp. 318-322.

¹⁴. Poulle, 1981, p. 52.

I. TABLES ASTRONOMIQUES ET PRATIQUES MARITIMES : QUELLES TABLES POUR QUELS USAGES ?

Les tables sont liées aux pratiques maritimes. Elles sont fonction des données nécessaires pour l'emploi de telle méthode, ou pour l'exécution de tel calcul.

Le principal et plus simple objet des tables destinées à un usage nautique est la détermination des marées et de l'heure locale du navigateur : à l'aide des levers et couchers du Soleil, de la Lune et d'autres observations astronomiques, on détermine l'heure. Rappelons que le problème de la détermination de la longitude revient à comparer des heures : l'heure du lieu où se situe l'observateur et l'heure qu'il est au même moment en un méridien de référence¹⁵. L'heure locale est facile à déterminer : une simple observation d'une hauteur du Soleil, de la Lune ou d'une étoile suffit. Un peu de calcul et quelques tables astronomiques permettent en peu de temps d'avoir cette heure locale. La difficulté réside dans la détermination de l'heure du méridien de référence. A défaut d'horloges ou de montres ayant un fonctionnement régulier, seuls des phénomènes astronomiques réguliers sont susceptibles de permettre l'accès à l'heure du lieu de référence. On sait que les éclipses des satellites de Jupiter (émersion, immersions) ont suscité l'espoir de voir le problème résolu. Cette méthode était effectivement pratiquée à terre. Mais ces phénomènes joviens sont pratiquement inobservables en mer : il est quasiment impossible, en raison de l'agitation du navire, de conserver Jupiter et ses satellites dans le champ d'une lunette astronomique.

Seuls des phénomènes rapides et fréquents peuvent être employés pour la DLM : le mouvement diurne de la Lune est le meilleur de tous.

Pour déterminer l'heure locale en mer, il est nécessaire de faire quelques observations et d'y apporter quelques corrections que nous examinons ci-après. Les hauteurs ou distances apparentes observées sont susceptibles de corrections : demi-diamètres du Soleil, de la Lune, dépression de l'horizon, réfraction atmosphérique, parallaxe de la Lune, coordonnées des étoiles. Ces réductions fournissent les données entrant dans le calcul de l'heure locale et finalement dans celui de la longitude du lieu.

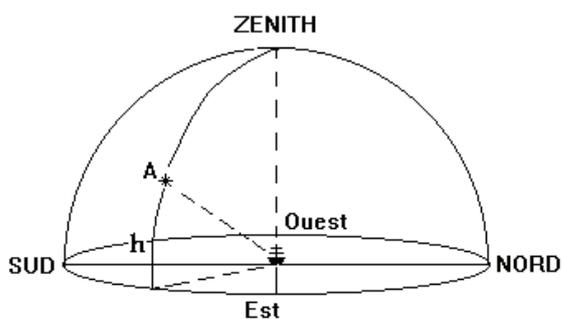
I.1 LE TRIANGLE DE POSITION OU COMMENT SE SITUER EN MER ?

La position d'un navire en un lieu sera déterminée principalement à l'aide de mesures de hauteurs des astres sur l'horizon, et de manière plus élaborée à l'aide de distances angulaires entre le Soleil et la Lune (distance luni-solaire) ou entre la Lune et des étoiles (distances luni-astres). Les astres situés

¹⁵. On utilise l'analogie : $360^\circ = 24^h$ soit encore $15^\circ = 1^h$ ou encore 1 minute d'arc pour 4 minute de temps. Ainsi, si le même phénomène est observé en deux lieux distants et que la différence des instants observés est d'une heure, les observateurs seront distants de 15° en longitude.

autour de l'observateur et un système de coordonnées centré sur lui définissent une sphère, **la sphère locale**. A bord d'un navire, un observateur mesure la hauteur apparente h de l'astre A sur l'horizon (Voir figures II.1.1 et II.1.2).

FIGURE II.1.1 : La sphère locale du navigateur et la hauteur apparente d'un astre sur l'horizon. L'angle h est la hauteur apparente de l'astre A sur l'horizon.



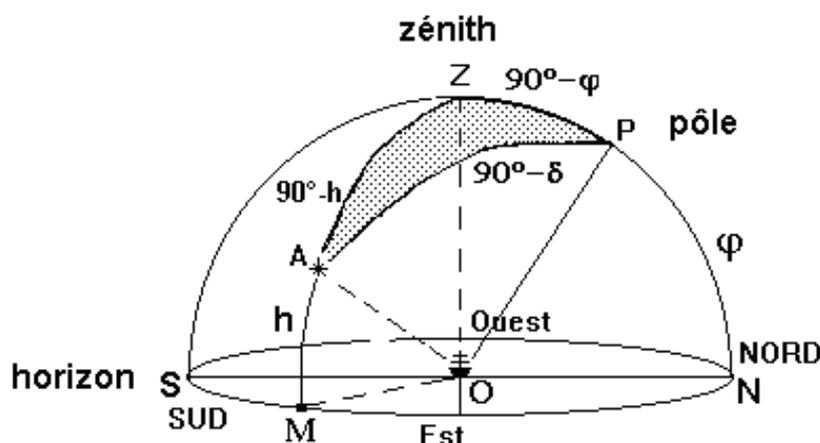
Lorsque l'on fait apparaître l'astre (A), le pôle (P) et le zénith (Z) sur cette sphère locale, on voit apparaître un triangle sphérique à partir duquel on peut ainsi définir un certain nombre de coordonnées.

FIGURE II.1.2 : h est la hauteur apparente de l'astre A (étoile, Soleil ou Lune) pouvant être mesurée à bord avec un quartier anglais, un octant ou un sextant (voir annexes). L'angle PN est la **latitude** φ . Les trois côtés du triangle sphérique sont : $PZ = (90^\circ - \varphi)$: **colatitude** ou **complément de la latitude** ; $PA = (90^\circ - \delta)$: où δ est la déclinaison de l'astre. PA est la **distance polaire** (Δ dans les manuels modernes) ; $ZA = (90^\circ - h)$: **distance zénithale** (N dans les manuels modernes).

Deux angles importants à noter :

- de manière moderne, l'**azimut est donné par l'angle (AZP)**. Mais au XVIII^e siècle, l'azimut est donné par l'arc SM ou l'angle (SZM) .

- l'angle au pôle (ZPA) est l'**angle horaire (local)** de l'astre observé si $(SZPN)$ représente le méridien du lieu de l'observation.



Le triangle sphérique (PZA) centré sur l'observateur situé en O est appelé **triangle de position**. C'est autour de ce triangle que vont se porter les efforts des astronomes et des marins, inventant des méthodes, globales ou particulières, de résolution de ce triangle sphérique.

La méthode des distances lunaires emploie plusieurs triangles sphériques similaires en considérant le Soleil, la Lune et une ou deux étoiles. La méthode de l'angle horaire emploie ce triangle en considérant la Lune au point A .

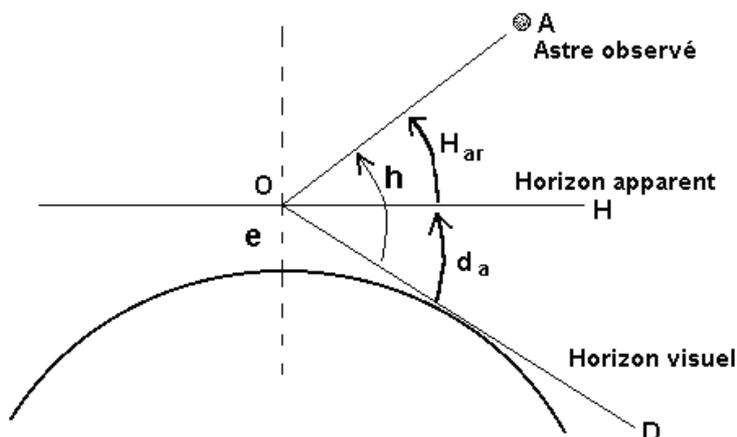
I.2 OBTENIR LA HAUTEUR VRAIE DE L'ASTRE OBSERVÉ : LES QUATRE PRINCIPALES CORRECTIONS

Quatre corrections sont à apporter à la hauteur apparente h mesurée à bord du navire afin d'obtenir la hauteur vraie de l'astre : 1°. la dépression (apparente) de l'horizon (d_a); 2°. le demi-diamètre du Soleil ou de la Lune (d); 3°. la réfraction atmosphérique ou réfraction astronomique (R); 4°. la parallaxe de hauteur de la Lune (p) pour ce type d'observation d'astres proches. Si elles sont de signes opposés, dans le cas de la Lune, la correction due à la réfraction ne compense presque jamais la correction due à la parallaxe lunaire.

I.2.1 DÉPRESSION ou INCLINAISON DE L'HORIZON (d_a)

La dépression est directement reliée à la distance de l'astre à la limite de l'horizon. Selon l'élévation de l'observateur au-dessus de la mer et au-dessus de l'horizon, celui-ci s'abaisse sous l'astre observé, le Soleil ou la Lune, comme l'indique la figure suivante. Ce qui peut se traduire par le fait que l'observateur voit l'horizon (OD) plus bas que l'horizontale (OH).

FIGURE II.1.3 : Inclinaison ou dépression de l'horizon selon l'élévation de l'observateur. La dépression est l'angle d_a ou (DOH) formé par l'horizon apparent perpendiculaire à la verticale de l'observateur O et l'horizon visuel, qui dépend de la hauteur e de l'œil de l'observateur au-dessus de la mer. L'observateur observe la hauteur (AOD) au lieu d'observer la hauteur (AOH)¹⁶.



L'horizon visuel est relevé par la réfraction atmosphérique qui dépend de la hauteur observée, de la température, de la pression atmosphérique et de l'hygrométrie. Sur l'horizon, les hauteurs sont entachées des erreurs les plus importantes, puisque la dépression peut atteindre 1 à 3' et la réfraction moyenne s'écarter de la valeur moyenne 0,08'.

¹⁶. Ducom, 1820, pp. 33-34 et fig. 7. Brassier, 1998, p. 45.

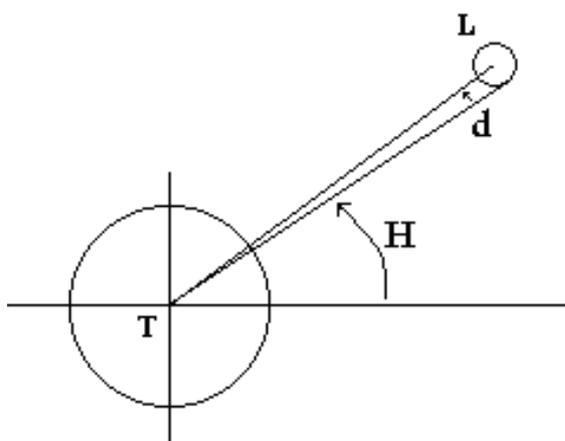
Les tables donnent, en tenant compte de la réfraction atmosphérique, les corrections à apporter aux hauteurs apparentes des astres observés à l'aide des instruments employés suivant l'élévation de l'œil de l'observateur au-dessus de l'horizon. Les hauteurs sont au XVIII^e siècle données en pieds et la dépression en minute (') et seconde d'arc(''). La **hauteur apparente réfractée H_{ar}** est donc égale à la hauteur observée h moins la dépression (apparente) d_a : $H_{ar} = h - d_a$.

I.2.2 DEMI-DIAMÈTRES DU SOLEIL ET DE LA LUNE (d)

Cette correction ne concerne ni les étoiles ni les planètes. Au XVIII^e siècle, ces données importantes sont accompagnées de leurs variations, au fur et à mesure de l'avancement des connaissances sur les mouvements de ces deux astres (au moment où se développent les théories basées sur la résolution du problème des trois corps, à partir de 1746 et dans les années 1750).

Lors des observations effectuées en mer, il est plus facile de mesurer la hauteur apparente du bord inférieur de l'astre ou de la Lune, celui le plus proche de l'horizon. Les tables ou les éphémérides astronomiques donnant les coordonnées du centre de l'astre dans le ciel, la première correction à effectuer est de tenir compte du demi-diamètre de l'astre afin de passer de la hauteur apparente de son bord à la hauteur apparente de son centre. Plus un astre est près de l'observateur, plus son demi-diamètre augmente et inversement. Les étoiles sont trop éloignées de la Terre pour avoir un diamètre angulaire sensible.

FIGURE II.1.4 : Sur la figure suivante, H représente la hauteur du bord inférieur de l'astre par rapport au centre T de la Terre, et d le demi-diamètre angulaire de la Lune. La hauteur du centre L de l'astre sera : $H_L = H + d$. La correction dépend de l'astre, du bord observé et de la date ; il conviendrait d'écrire \pm devant d .



La CDT donne ces valeurs pour le centre de la Terre. Mais dans la pratique, l'observateur est plus proche des astres et le demi-diamètre angulaire de l'astre est plus grand. Les tables sont donc données soit par rapport au centre de la Terre, et alors accompagnées de tables de correction, soit établies pour

un observateur situé à la surface de la Terre. Elles ne sont pas toujours explicites, et il convient d'être attentif à la manière dont elles sont dressées.

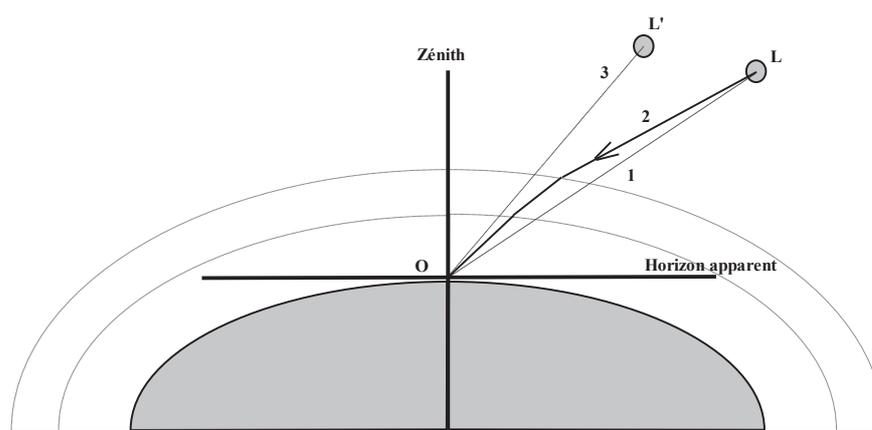
A la fin du XVIII^e siècle, le demi-diamètre du Soleil est tabulé de six jours en six jours dans la CDT par exemple. Le demi-diamètre horizontal de la Lune, i.e., tel qu'on le verrait du centre de la Terre, est calculé de 24 heures en 24 heures¹⁷.

I.2.3 RÉFRACTION ATMOSPHÉRIQUE ou RÉFRACTION ASTRONOMIQUE (R)

C'est l'un des paramètres les plus importants entrant dans le calcul de la longitude, lors de la réduction des hauteurs ou distances apparentes aux valeurs vraies. Les tables de réfraction sont parmi les plus renouvelées au cours du XVIII^e siècle. Au fil des années, les astronomes s'attachent à perfectionner la valeur de la réfraction atmosphérique et les tables de la réfraction.

C'est la correction apportée à la hauteur apparente réfractée H_{ar} une fois la hauteur apparente de l'astre corrigée de la dépression d_a : $H_a = H_{ar} - R$. Cette réfraction est due au changement de direction des rayons lumineux lors de la traversée de l'atmosphère terrestre non homogène du point de vue des indices de réfraction. La réfraction est maximale pour les observations sur l'horizon et diminue au fur et à mesure que la hauteur augmente, pour être nulle à 90°.

FIGURE II.1.5 : Réfraction atmosphérique. La ligne 1 correspond à la direction vraie du centre de l'astre L; la ligne 2 est le rayon lumineux issu du bord ayant subi la réfraction; la ligne 3 est la direction dans laquelle est vu l'astre par l'observateur situé en O. L' est la position apparente de l'astre due à la réfraction atmosphérique. L'angle R est mesuré entre la direction vraie 1 et la direction apparente 3.



Une fois précisée la variation de la réfraction avec la température et la pression, la table devient *Table de la réfraction moyenne*, accompagnée de corrections diverses.

¹⁷. Ducom, 1820, pp. 34-35.

Rappelons brièvement quelques éléments d'histoire de la recherche des réfractions astronomiques¹⁸.

Quelques repères historiques dans l'histoire des réfractions astronomiques

Le phénomène avait été signalé par Ptolémée. Reconsidéré par Tycho Brahé à la fin du XVI^e siècle, ses corrections étaient sous-estimées et nulles pour des hauteurs supérieures à 20° en raison de l'insuffisance de ses instruments d'observations. Au XVII^e siècle de nombreuses tables de la réfraction sont dressées mais elles sont toutes différentes ! C'est ce que remarque l'abbé Lacaille dans son mémoire sur les réfractions astronomiques publié en 1761, imaginant l'embarras d'un navigateur devant la disparité des corrections de réfractions¹⁹ :

Ne doit-il pas en effet avoir une espèce de dépit de s'être donné beaucoup de peine, pour tâcher d'éviter 2 ou 3 secondes d'erreur dans l'observation de la hauteur apparente d'un Astre élevé de 30 degrés, par exemple, & de voir que pour la réduire à la hauteur vraie, il en faut ôter selon Flamsteed 1'23'', selon Newton 1'32'', selon Cassini 1'42'', & selon la Hire 1'55'', en sorte qu'il se trouve plus de 30 secondes d'incertitude sur la correction qu'il doit faire ?²⁰

Peu à peu, les astronomes se persuadent qu'il faut tenir compte de la pression et de la température. L'abbé Picard semble être le premier à avoir remarqué ce phénomène²¹. Les bons observateurs se reconnaissent alors à ce qu'ils accompagnent leurs observations de ces deux paramètres — pression et température²². Au XVIII^e siècle, les progrès et l'utilisation des nouvelles méthodes de la navigation astronomique passent par des progrès dans l'élaboration de tables de la réfraction vraiment correctes.

En 1758, Lacaille et Mayer entreprennent de comparer leurs déterminations des réfractions, chacun ayant une indéfectible confiance en ses propres résultats. Les valeurs de Lacaille diffèrent avec les valeurs couramment admises, avec des écarts atteignant parfois de 15 à 20% (voir la table II.1.1 à la fin de ce chapitre), ce qui n'est pas le cas de celles de Mayer. Finalement, Tobias Mayer et James Bradley soupçonnèrent que l'instrument de Lacaille était défectueux. Un écart de 10 à 12" se trouvait

¹⁸. Gapailard, 1995 et 1996. Lalande, 1767a, 181-204

¹⁹. Gapailard, 1996, p. 504, n. 63.

²⁰. Lacaille, 1755b, Mém., pp. 547-548.

²¹. Lalande, 1765a, p. 195.

²². Voir par exemple les relevés météorologiques des astronomes jésuites de l'Observatoire de Marseille au XVIII^e siècle pour l'étude de la dépression de l'horizon [OP, B5-3 et C2-16].

dans les observations avec lesquelles il avait dressé ses tables fausses²³. Les réfractions données par Mayer sont tout à fait correctes et soutiennent la comparaison avec des valeurs modernes une fois ramenées dans les mêmes conditions de température²⁴. Les réfractions de Lacaille pourtant suspectes furent introduites par Lalande dans la CDT dès qu'il fut chargé de sa rédaction en 1759. On les trouve encore pour le volume pour l'année 1776, introduites par Jeurat et comparées à celles de Cassini et de Bradley.

Selon Lalande les astronomes, après avoir longtemps préféré les tables de J.-D. Cassini²⁵, ont opté pour celles de Lacaille et de Mayer, puis celles de Bradley. Lalande nous en dresse un court historique dans la CDT²⁶, soulignant les écarts entre les auteurs, qui peuvent atteindre plus de 30". Ce travail est poursuivi par Jeurat qui compare les tables de Cassini et de Lacaille dans son premier volume de la CDT 1776 (pp. 218-219), et donne celles de Bradley (pp. 220-221). Ces tables contiennent selon Jeurat, « *les différens résultats sur lesquels on peut le plus compter* »²⁷.

Lacaille, Mayer et Simpson tentèrent d'établir une relation numérique autorisant le calcul des réfractions à partir d'une certaine hauteur, intégrant la pression atmosphérique et la température. Mais ces relations empiriques et parfois obscures dans leurs principes n'eurent pas de succès. Après les travaux de ces astronomes, c'est à Laplace que revint le mérite d'établir une relation permettant le calcul de la réfraction pour des hauteurs supérieures à 10° de hauteur²⁸.

Les considérations les plus intéressantes sur les tables de la réfraction sont à consulter dans :

- Lalande, CDT 1765, pp. 196-197 ;

- Jeurat, CDT 1776 : Jeurat ne cache pas son embarras sur cette suspicion estimant que si l'instrument de Lacaille présentait l'excès de 10 à 12" sur un arc de 60° (se traduisant par une réfraction trop grande de 9.5" à 45° de hauteur), ses valeurs se rapprocheraient de celles de Bradley. Jeurat fournit pour les besoins de la navigation et à la demande des marins, la table de Bradley, seule table donnant la réfraction pour les minutes de hauteur et non la distance zénithale, donnée par les astronomes POUR les astronomes²⁹ !

La table II.1.1 suivante montre à titre de comparaison l'évolution du contenu de diverses tables de la réfraction chez différents auteurs. Du traité de navigation de Jean Bouguer à la table de James Bradley, les valeurs de la réfraction évoluent beaucoup. On comprend comment sa mesure précise au

²³. Voir par exemple Jeurat, CDT pour 1776 (Paris, 1775), p. 218. Voir infra, chap. III.1.

²⁴. Gapaillard, 1996, p. 504, n64.

²⁵. Voir Lalande, 1795, pp. 269 et suiv. Voir aussi Gapaillard, 1996, pp. 503-509, notes.

²⁶. CDT pour 1761, pp. 212-213.

²⁷. CDT pour 1776, p. 218.

²⁸. Pour une discussion plus détaillée des réfractions chez Lacaille et Mayer, voir Gapaillard, 1996, pp. 506-509, notes 71 à 74.

²⁹. Jeurat, 1776, p. 218.

milieu du XVIII^e siècle conditionne la diffusion et l'emploi de la méthode des distances lunaires, très sensible à cette correction, comme à celle de la parallaxe de la Lune.

Notons qu'au début du XIX^e siècle, la situation ne semble guère avoir évolué ; les valeurs données par P. Ducom dans son traité de navigation paru en 1821 ne semblent pas meilleures que les précédentes. Malheureusement Ducom ne donne pas ses références et il est difficile de connaître ses sources.

Terminons en signalant qu'une valeur approchée de la réfraction peut être calculée à l'aide de la relation de Laplace³⁰, pour une température de 0°C et à la pression atmosphérique normale (760 mm de mercure ou 1 013 hPa) :

$$R = 60,567'' \cdot \tan(90^\circ - h) \quad ^{31}$$

³⁰. Laplace, 1805, *Traité de mécanique céleste*, Paris, vol. IV, pp. 231-276. Gapailard, 1996, pp. 507-509.

³¹. Brassier, 1998, p. 45.

TABLE II.1.1 : Comparaison des valeurs de la réfraction atmosphérique chez divers auteurs de manuels au cours du XVIII^e siècle. Références : Jean Bouguer, 1706, *Traité complet de navigation etc.*, p. 83. Pierre Bouguer, 1753, *Nouveau traité de navigation contenant la théorie et la pratique du pilotage*, p. 264. Coubard/Le Monnier, 1766, *Abrégé du Pilotage*, p. 31. Edme Jeaurat, 1776, CDT, pp. 218-221. Jérôme Lalande, 1795, *Abrégé d'Astronomie*, p. 275. P. Ducom, 1820, *Cours d'observations nautiques*, p. 2 (table IV) : Ducom donne la réfraction moyenne moins la parallaxe du Soleil (prise égale à 9"). Cette table est suivie d'une table (V, p. 4 des tables) de correction de la réfraction moyenne avec la température. Relation de LAPLACE³² (0°C et Pression atmosphérique normale) : $R = 60,567'' \cdot \tan(\text{distance zénithale apparente}) = 60,567'' \cdot \tan(90^\circ - h)$ ³³ au premier terme pour $30^\circ \leq h \leq 90^\circ$.

HAUTEUR apparente (degré)	RÉFRACTION ATMOSPHÉRIQUE (en ' et " d'arc)							
	Jean BOUGUER (1706)	Pierre BOUGUER (1753)	COUBARD LE MONNIER (1766)	J.D. CASSINI (CDT 1776)	LACAILLE (CDT 1776)	BRADLEY (CDT 1776)	DUCOM (1820)	LAPLACE à 0°C et P _{atm}
0	32'	34'	32'30"	32'20"	33'30"	33'	33'46"	≈ 35'
1	27'	24'	25'	27'56"	28'57"	24'29"	24'21"	
2	21'	18'	19'	21'04"	21'50"	18'35"	18'22"	
3	16'		15'	16'06"	16'41"	14'36"	14'28"	
4	12'		12'30"	12'48"	13'16"	11'51"	11'48"	
5	10'	10'	10'15"	10'32"	10'46"	9'54"	9'46"	
6	9'		8'45"	8'55"	8'42"	8'28"	8'30"	
7	8'	7'		7'44"	7'41"	7'21"	7'25"	
8	7'	6'	6'20"	6'47"	6'51"	6'29"	6'34"	
10	6'	5'	5'30"	5'28"	5'37"	5'15"	5'20"	5'43"
12	5'		4'15"	4'32"	4'45"	4'23"	4'28"	4'45"
14	4'			3'54"	4'05"	3'46"	3'50"	4'03"
20	3'		2'30"	2'39"	2'55"	2'35"	2'40"	2'46"
25		2'		2'06"	2'21"	2'02"	2'05"	
30	2'		1'30"	1'42"	1'54"	1'38"	1'42"	1'45"
49		50"		52"	57.9"	49.4"	54"	
50	1'			50"	55.8"	47.6"	52"	50.5"
55		0' 40"		41"	46.6"	39.6"	45"	
62		30"		31"	35.4"	30.4"	36"	32.1"
71		20"		20"	22.9"	19.5"	26"	20.5"
80		10"		10"	11.7"	10"	17" !	10.4"
90		0"		0"	0"	0"	0"	0"

³². Laplace, 1805, *Traité de mécanique céleste*, Paris, vol. IV, pp. 231-276.

³³. La relation de Laplace n'est valable que pour des distances zénithales inférieures à 82° ou une hauteur supérieure à 8°. Près de l'horizon, les valeurs de la réfraction varient beaucoup et sont essentiellement mesurées [Francœur, 1821, p. 387].

Un commentaire tardif de Jean-Baptiste Delambre

Dans sa relation des travaux de Cassini, de Bernoulli, de Bradley et des recherches analytiques menées sur la réfraction, Delambre remarque, à propos de ceux de Bernoulli³⁴ :

Dans son *Hydrodynamique*, p. 222, en supposant comme Cassini, la réfraction 5'28" à 80°, a donné une table où l'on trouve 34'53" à 90° et 63" à 45°. La formule est composée de trois termes qui ont pour coefficient commun la réfraction à 45°.

Delambre ne donne pas cette formule sinon comme étant de la forme : $r = p \cdot \tan(N - q \cdot r)$, où p et q sont deux constantes à déterminer par l'observation, et N la distance zénithale observée. Delambre continue au sujet des travaux de Lacaille (p. 304) :

La table de Lacaille ne suppose aucune formule, elle est toute fondée sur les observations. du moins pour les distances au zénith depuis 45d jusqu'à 90°, le reste est calculé par la formule de Bernoulli : à 45° il fait $r=66''$ c'est-à-dire 3" de plus que Bernoulli, comme Bradley avait fait 57" ou 3" de plus que Newton.

Dans les pages suivantes (pp. 321 et suiv.) Delambre insiste sur les erreurs commises dans les tables de la réfraction. Remarques importantes car Delambre montre bien les insuffisances des tables de réfraction atmosphérique de Lacaille, Bouguer et des autres astronomes dans les années 1750-1770.

I.2.4 LA PARALLAXE DE LA LUNE

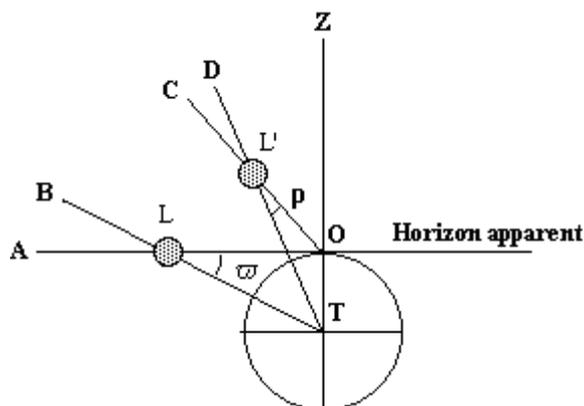
De manière générale, la parallaxe d'un astre est l'angle entre la direction dans laquelle il est vu par un observateur situé à la surface de la Terre et la direction dans laquelle il serait vu du centre de la Terre. En ce qui concerne la Lune, les deux parallaxes les plus importantes prises en compte par les astronomes du XVII^e au XIX^e siècle, sont la parallaxe horizontale (notée ϖ dans la suite ; π dans la plupart des manuscrits de l'époque) et la parallaxe de hauteur (notée p dans la suite). Elles interviennent toutes les deux dans la correction des hauteurs observées de la Lune. Quant à la parallaxe horizontale, elle correspond à une valeur particulière, celle pour laquelle la Lune est à l'horizon. Elles se déduisent l'une de l'autre par une relation donnée plus loin dans le texte.

La parallaxe fait son apparition timide dans les tables avant 1753. Elle est systématiquement donnée dans les éphémérides, après le voyage de l'abbé Lacaille au cap de Bonne-Espérance, et les mesures simultanées effectuées par Lalande à Berlin. Elle constitue l'un des principaux objets de recherche des astronomes au milieu du XVIII^e siècle (Cassini, Le Monnier, Maupertuis, Lacaille, Lalande, Clairaut). Nous consacrons une partie de notre chapitre IV.4 aux recherches effectuées au cours du XVIII^e siècle sur la parallaxe horizontale de la Lune.

³⁴. Delambre, 1814, I, chap. XIII, *Des Réfractions*, p. 301.

FIGURE II.1.6 : Parallaxe de la Lune dans l'hypothèse d'une Terre sphérique.

Dans le cas où la Lune est vue sur l'horizon par l'observateur O, dans la direction (OLA), depuis le centre de la Terre, T, elle est vue dans la direction (TLB). La **parallaxe horizontale** ϖ est l'angle (OLT). La **parallaxe de hauteur** $p = (OL'T)$ est obtenue en multipliant ϖ par le cosinus de la hauteur apparente ($h = AOL'$) (dans le cas de l'approximation des petits angles). Selon Bouguer, “ *La parallaxe fait paroître plus bas l'astre qui y est sujet ou qu'elle le fait paroître plus éloigné du zénith* ”³⁵.



Corrections combinées

Lorsqu'elles figurent dans les éphémérides, les tables de la réfraction et de la parallaxe sont distinctes l'une de l'autre. Au fil du développement de la méthode des distances lunaires dans la seconde moitié du XVIII^e siècle, dans un souci de simplification des procédures pour les marins, les astronomes combinent les deux corrections. Ainsi l'on voit apparaître dans les éphémérides des tables donnant une unique correction³⁶, (**parallaxe de la Lune - réfraction**), transformant la parallaxe horizontale de la Lune (c'est à dire la valeur maximale de la parallaxe quand l'astre est à l'horizon) en parallaxe de hauteur moins la réfraction évitant ainsi le calcul du $\cos(\text{hauteur apparente})$ de l'astre et la réduction intervenant dans la relation :

parallaxe de hauteur (p) = parallaxe horizontale (ϖ) \times $\cos(\text{hauteur apparente})$, ou encore,

$$p = \varpi \times \cos h_{\text{app}}^{37}$$

³⁵. Bouguer, 1753, p. 266.

³⁶. Ducom, 1820, table VI, pp. 5-13 des tables.

³⁷. Lalande (1795, p. 218) démontre le théorème suivant : « le sinus total est au sinus de la parallaxe horizontale comme le sinus de la distance au zénit est au sinus de la parallaxe de hauteur », qui conduit au résultat : *le sinus de la parallaxe de hauteur est égal au sinus de la parallaxe horizontale multiplié par le cosinus de la hauteur apparente*. Compte tenu des approximations sur les petits angles, les sinus sont confondus avec les angles. Cette approximation conduit au résultat énoncé et employé dans les calculs (Voir infra, chap. IV.2 pour de plus amples considérations théoriques).

Cette relation est une approximation de la relation que l'on peut démontrer³⁸ :

$$\sin p = \sin \varpi \times \cos h_{\text{app}}$$

Dans le cas où les angles sont petits on peut confondre les angles (en radians) et leur sinus, conduisant à la relation précédente, $p = \varpi \times \cos h_{\text{app}}$

Les travaux de Lalande et de Lacaille ont donné pour la Lune, une parallaxe horizontale moyenne environ égale à 57". En 1795, Lalande la donne variable entre les valeurs 53'46" et 62'26" à la latitude de Paris.

La hauteur vraie du centre de l'astre est donc égale à la hauteur apparente du centre (hauteur apparente du bord inférieur corrigé de la dépression, du demi-diamètre et de la réfraction) plus la parallaxe de hauteur.

Résumé des corrections de la hauteur apparente d'un astre

L'observateur mesure à l'aide d'un instrument³⁹ la hauteur apparente du bord inférieur de l'astre, le plus proche de l'horizon, notée h . Il doit appliquer les corrections de la dépression apparente ($- d_a$), le demi-diamètre ($\pm d$), la réfraction atmosphérique ($- R$), et finalement la parallaxe de hauteur ($+ p$).

La hauteur vraie H_v du centre de l'astre est donc donnée par : $H_v = h - d_a \pm d - R + p$

Remarque : La détermination de la parallaxe du Soleil fut l'objet des observations effectuées lors des passages de Vénus devant le disque du Soleil en 1761 et 1769. Longtemps prise égale à 10", cette parallaxe a été trouvée de l'ordre de 8",8, légèrement inférieure à 9". Des travaux ultérieurs menés par les astronomes Dionis Duséjour et Lexell ont tenté d'affiner cette valeur. La parallaxe du Soleil (environ 9" ou 8",88) ne sera prise en compte qu'au XIX^e siècle dans les éphémérides. Pour les planètes, les parallaxes valent en moyenne 0,1' pour Mars et 0,3' pour Vénus. Au XVIII^e siècle, elles ne sont ni prises en compte ni employées dans les calculs.

I.3 DIFFÉRENTS TYPES DE TABLES

I.3.1 Les corrections de la hauteur apparente

Ce sont les tables dont nous avons parlé auparavant : dépression de l'horizon, demi-diamètres, réfractions et parallaxes de hauteur de la Lune.

³⁸. Parès, 1976, pp. 83-85.

³⁹. Voir notre annexe sur les instruments nautiques.

Elles traduisent et reflètent l'activité principale des astronomes de terrain au XVIII^e siècle. Par exemple, les registres du P. Pezenas à Marseille sont constitués de passages au méridien des astres (Soleil et Lune), d'observations d'éclipses, de hauteurs méridiennes d'étoiles, de relevés météorologiques en vue de déterminer la dépression de l'horizon et d'étudier finalement la réfraction atmosphérique, travaux entrepris à Marseille de manière systématique par le P. Antoine Laval (notamment avant les années 1718)⁴⁰.

A la fin du XVIII^e siècle, les tables procurent aux marins une correction déjà simplifiée : en fonction de la hauteur apparente, les tables donnent la correction (parallaxe horizontale- réfraction) et sont accompagnées de petites tables pour les parties proportionnelles, permettant les interpolations pour les minutes de hauteur et de parallaxe.

I.3.2 Les positions des principales étoiles brillantes du Ciel et du Zodiaque

Ces tables connaissent une évolution au cours du siècle. Quasi permanentes au début du XVIII^e siècle, elles entrent dans la catégorie des tables mises à jour régulièrement dans les éphémérides vers 1755. Avec l'amélioration des techniques et des instruments d'observations, ces tables évoluent notablement à la suite des travaux de Lacaille, de Lalande, de Mayer et surtout de ceux de Bradley qui découvre l'aberration et la nutation. Le caractère permanent peut être conservé lorsque les tables des coordonnées des étoiles sont accompagnées de leurs mouvements de précession, assurant leurs variations en *longitude* et *latitude* (déclinaison, et Ascension droite ou coordonnées écliptiques). Elles sont principalement dédiées au calcul des distances lunaires en vue de la détermination des longitudes terrestres⁴¹.

Les tables des positions stellaires

Les tables de position des étoiles brillantes sont, à partir de 1755, complétées des tables de nutation et d'aberration des étoiles, les grandes découvertes du XVIII^e siècle en astronomie de position stellaire. Il n'est évidemment pas question des parallaxes stellaires dont la première ne sera détectée qu'en 1838 par Bessel⁴².

Les tables de variations de divers de ces phénomènes pérennisent des éphémérides ou almanachs qui au départ n'avaient qu'un caractère éphémère.

Signalons quelques tentatives au cours du XVIII^e siècle : certains auteurs ont voulu donner les passages du Soleil et de la Lune au méridien, calculées pour différents lieux sur la Terre (Seguin, 1735;

⁴⁰. [OP, B5-3 et C2-16].

⁴¹. Francœur, 1821, p. 494.

⁴². Mignard, 1982, pp. 17-22.

Silvabelle, 1768). Mais ces méthodes sont toujours rejetées car exigeant de trop longs calculs, par surcroît erronés dans leur principes mêmes (car sujets à variations et améliorations diverses)⁴³.

I.4 LES ÉPHÉMÉRIDES

Ce sont des tables mises à jour régulièrement ou calculées pour chaque année. Le navigateur du XVIII^e siècle est censé savoir déterminer l'heure en mer, à l'aide de quelques tables qui seront parfois l'enjeu de quelques luttes d'influence au sein de l'Académie concernant la rédaction de la CDT notamment (voir le chapitre II.2 suivant) : tables des amplitudes et tables des arcs semi-diurnes comme il sera décrit plus loin dans cette thèse. L'arsenal du marin est complété par les tables des levers et couchers du Soleil et de la Lune, et de la déclinaison du Soleil. Les tables des positions du Soleil et de la Lune complèteront les éphémérides à caractère plus professionnel. Mais certaines éphémérides, appelées *Etrennes*, comporteront aussi ces tables, qui permettent au marin connaissant un peu de calcul trigonométrique de faire un point astronomique grossier.

I.4.1 AMPLITUDES du Soleil, de la Lune

« C'est l'angle qui sépare l'endroit des levers ou couchers d'un astre avec le vrai Est ou vrai Ouest. Elle est Ortive le matin de l'Est vers le Nord ou le Sud (selon la déclinaison) et Occase le soir Nord ou Sud selon la déclinaison »⁴⁴.

Cette table est utilisée au XVIII^e siècle pour les coïncidences entre la longitude et la déclinaison magnétique de la boussole ou variation magnétique : *« si le Soleil se couche à 48° de la boussole tandis que l'amplitude est de 38°, c'est une preuve que l'aiguille est en erreur de 10°. »⁴⁵*

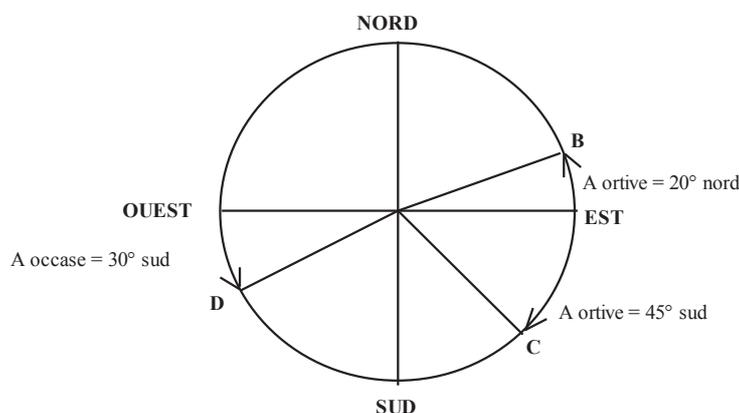
⁴³. Voir chap. I.1 et infra, §II.

⁴⁴. Bourdé, 1773, tome I, pp. 25-26.

⁴⁵. Lalande, 1795, p. 56 (art. 166).

FIGURE II.1.7 : Les Amplitudes du Soleil et de la Lune.

Si le Soleil se lève (en Été) au point B de l'horizon, l'amplitude est l'arc de l'horizon compté de ce point au vrai Est. L'amplitude est dite *ortive*, comptée vers le Nord. En hiver, le Soleil se lève du côté du Sud, au point C par exemple. L'amplitude est *ortive* comptée sud. Idem pour le coucher du côté ouest. Si le Soleil se couche au point D, l'amplitude est dite *occase* comptée sud⁴⁶. Voir aussi la figure II.1.8.



Au XVIII^e siècle, l'azimut est compté à partir du midi, ou du Sud, vers le Nord. L'amplitude est donc égale à la différence ou la somme de 90° et de l'azimut d'un astre selon sa situation sur l'horizon.

I.4.2 ARCS SEMI-DIURNES du Soleil et de la Lune

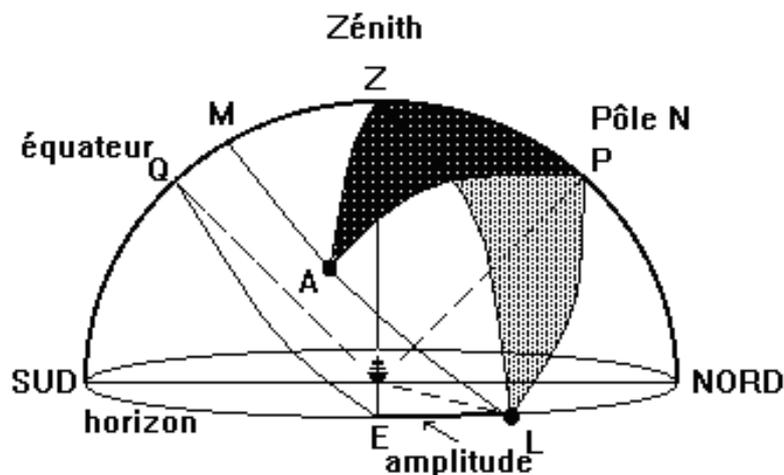
L'arc semi-diurne est la distance de l'astre situé sur l'horizon au méridien, à son lever ou à son coucher. Il est compté en heures, minutes, secondes. Il correspond à la moitié de l'arc du parallèle du Soleil (ou de la Lune) situé au-dessus de l'horizon, l'arc LM. **C'est en fait l'angle horaire de l'astre à son lever ou à son coucher.**

L'angle horaire (local au XVIII^e siècle) correspond à l'arc de l'équateur compris entre le méridien du lieu (NPZS) et le cercle horaire de l'astre (PL). Il est compté à partir du Sud, du passage par le méridien à un autre, d'est en ouest, compté de 24h en 24h. Lors du passage d'un astre par le méridien, l'angle horaire AH est nul.

Avec les arcs semi-diurnes, on se trouve dans l'antichambre des longitudes en mer. Si l'astre n'est pas sur l'horizon, mais à une certaine hauteur au-dessus de l'horizon, on détermine l'angle horaire de l'astre, angle formé entre l'astre, le pôle N et le zénith (ZPL). Cet angle horaire permet de connaître l'heure qu'il est en mer.

⁴⁶. Lalande, 1795, p.56. Brassier, 1998, 141.

FIGURE II.1.8: Les arcs semi-diurnes (arc LM) du Soleil et/ou de la Lune. L'arc (EL) est l'amplitude de l'astre.



C'est à partir de ce calcul que Pingré et Le Monnier développent leur méthode de l'angle horaire et des hauteurs de la Lune, dans *l'Etat du Ciel* (1756-1757), et que Lalande établit des tables horaires à partir de la hauteur du Soleil, dans son *Abrégé de navigation* paru en 1793⁴⁷.

Si l'astre est en A, son angle horaire AH est donné par MA dans le sens rétrograde, de 0 à 360° ou de 0h à 24h. Il est nul quand A passe au méridien (NPZS).

I.4.3 DÉCLINAISON du Soleil

Sur la figure précédente, si (LM) représente la trajectoire apparente du Soleil dans le ciel de l'observateur, sa déclinaison δ_{\odot} est donnée par l'arc (QM), distance entre le parallèle du Soleil et l'équateur céleste (EQ). Cet angle est directement lié à la détermination de l'heure locale de l'observateur. On peut trouver dans certaines éphémérides locales, les tables du Soleil réduites à cette seule donnée, suffisante pour les observations en mer (comme nous le montrons dans le chapitre III.3 lors de notre discussion sur la méthode graphique du Père Hoste et de Bouguer pour la détermination de l'heure locale en mer). On verra ci-après les extraits des *Etrennes mignonnes etc.* et des *Etrennes nantaises* donnant la déclinaison du Soleil.

Le scrupule et les habitudes des astronomes font que, le plus souvent, les tables comportent un ensemble de données qui ne présentent pas toutes le même intérêt pratique. On y trouvera aussi bien les coordonnées du Soleil, latitude et longitude écliptiques, aussi bien que son Ascension droite et sa déclinaison, alors que seule cette dernière présente une utilité directe pour le marin.

⁴⁷. Voir infra, chapitre III.3 pour plus de détails sur la détermination de l'heure locale en mer.

Ces tables sont complétées de celles des levers et couchers du Soleil et de la Lune, pour lesquelles les astronomes développent quelques méthodes de détermination de l'heure locale à l'aide des amplitudes ou des arcs semi-diurnes.

I.4.4 LIEUX (COORDONNÉES) de la Lune et du Soleil

Objets des recherches pratiques et théoriques depuis que les tables astronomiques existent, ce sont les grands sujets de recherches entreprises au cours du XVIII^e siècle. Nous renvoyons à notre quatrième partie pour les recherches sur les tables de la Lune. Celles menées par Lacaille pour améliorer les tables du Soleil ont fait l'objet d'une vaste et remarquable étude par C. Wilson publiée en 1980⁴⁸.

I.4.5 DISTANCES LUNAIRES (luni-solaire ou luni-astrale)

Nous donnons dans les chapitres II.2, II.3 et III.1 les principes et des éléments historiques des recherches sur cette méthode.

Voici ce que l'on peut retenir de l'introduction des tables des distances lunaires dans les éphémérides.

Elles apparaissent en 1754 dans les papiers de Lacaille, puis dans un mémoire du même auteur lu à l'Académie en 1759, qui propose un modèle d'almanach nautique. La percée des distances lunaires va de pair avec la mise à la disposition des astronomes des premières tables de la Lune issues du problème des trois corps (Euler-Mayer en 1753 et Clairaut en 1754). Ce sont les années 1760 qui vont consacrer ces tables. Inspiré par le modèle de Lacaille, le *Nautical Almanac* publié en 1766 est construit autour de ces tables et de cette méthode de DLM. En 1772, Lalande et l'Académie brestoise copient l'almanach britannique en l'adaptant légèrement, sans même recalculer les distances pour le méridien de Paris (voir infra chap. II.3). Elles constituent un tournant dans l'astronomie nautique en 1772. Elles seront supprimées de la CDT en 1908 seulement.

I.5 LES TABLES DES MANUELS DE NAVIGATION

Les exemples choisis couvrent environ un siècle de présentation de manuels de navigation. Ils ne sont pas nécessairement les plus représentatifs mais illustrent bien l'évolution du contenu et de l'organisation des tables de navigation.

Outre les tables mentionnées ci-dessus, on peut encore trouver des tables relatives à des pratiques particulières :

⁴⁸. Wilson, 1980.

- table pour le calcul de la latitude par une mesure de hauteur non méridienne;
- table pour trouver la latitude par la hauteur de l'étoile polaire;
- table donnant les amplitudes vraies du Soleil (et de la Lune) et leurs variations;
- tables pour réduire la distance apparente en distance vraie ;
- tables des sinus, des logarithmes des sinus et cosinus, du calcul des interpolations (les parties proportionnelles).

Nous avons choisi de présenter deux ouvrages : l'*Abrégé du Pilotage* de l'hydrographe brestois Coubard (1693), révisé par Le Monnier en 1766, et le *Traité de navigation* d'Etienne Bézout (publié pour la première fois en 1769) dans sa révision de 1793.

Pourquoi ces exemples ? L'*Abrégé du Pilotage* est un ouvrage du XVII^e publié au Havre, écrit par un hydrographe à Brest (Coubard) et revu par l'un des astronomes les plus importants du XVIII^e siècle, Pierre-Charles Le Monnier. Il reflète donc une partie des connaissances des praticiens en matière de navigation astronomique. L'autre exemple est constitué d'un manuel de navigation, commandé expressément pour l'instruction des Gardes de la Marine, et rédigé par l'un des cadres de la Marine, Etienne Bézout, mathématicien et pédagogue important de la seconde moitié de XVIII^e siècle. Bézout est l'auteur d'un cours de mathématiques en plusieurs volumes, ouvrage de référence, « LE Bézout » qui sera étudié jusque dans les premières décennies du XIX^e siècle. La disposition et la répartition des tables sont assez caractéristiques des deux types de manuels de navigation que l'on peut identifier si l'on tente une typologie sommaire de ces manuels⁴⁹.

Voici les tables que l'on peut trouver dans ces deux ouvrages et qui sont assorties des explications pour leur usage dans la navigation.

1. L'*Abrégé du Pilotage* de Coubard/Le Monnier (1766)⁵⁰

On y trouve des tables :

- des élévations de l'œil au-dessus du niveau de la mer (p. 28), destinée à la correction des hauteurs des astres observées ;
- des réfractions (p. 31) (voir la table à la fin du chapitre pour une comparaison avec les valeurs contemporaines - Le Monnier n'a pas assuré la mise à jour de cette table !) ;
- des déclinaisons du Soleil (pp. 136-153) pour les années 1765 à 1768 pour l'Ouest de l'île de Fer (méridien origine employé au XVII^e siècle, obsolète en 1766 !). Ces tables donnent pour chaque jour du mois, la déclinaison du Soleil, donnée essentielle pour déterminer l'heure en mer à l'aide des observations de la hauteur du Soleil.

⁴⁹. Voir Boistel, 1999.

⁵⁰. Voir aussi infra, paragraphe II.2.1.

- des ascensions droites qui répondent aux lieux du Soleil (pp. 154-155);
- des amplitudes (pp. 156-160), destinée à trouver pour les latitudes entre 1° et 60°, les amplitudes des astres dont la déclinaison ne dépasse pas 25° ;
- de la durée du lever et du coucher du Soleil (p. 169). Pour chaque degré de latitude, la table indique la durée des levers et couchers aux équinoxes et aux solstices ;
- de l'heure de la hauteur mer avant ou après le passage de la Lune au méridien (p. 201) ;
- de la hauteur des marées sous l'équateur (p. 203) en fonction des distances angulaires entre le Soleil et la Lune ;
- des étoiles les plus remarquables du Ciel (pp. 208-209) pour les époques 1750 et 1765 ;
- pour réduire le temps en parties de l'Equateur (pp. 221-222). D'usage pratique afin de faciliter les calculs, cette table est destinée à faciliter les conversions mutuelles des heures en degrés ;

Notons l'absence des tables de la dépression de l'horizon, des demi-diamètres du Soleil et de la Lune. On ne trouve pas non plus de tables de la parallaxe de la Lune, pour lesquelles Le Monnier renvoie à la CDT. Remarquons — et nous y revenons dans la suite du chapitre —, que Le Monnier n'a pas corrigé dans son édition le renvoi que Coubard faisait aux *Etrennes mignonnes et curieuses*, sorte de petits almanachs de poche dans lesquels on trouve les déclinaisons du Soleil, les lieux du Soleil et de la Lune, les heures des levers et couchers du Soleil et de la Lune, voire une table des amplitudes pour les meilleures d'entre elles.

Dans sa révision, Le Monnier a ajouté ses propres méthodes de DLM, à l'aide des tables de la Lune de Halley et met à jour les tables donnant la longueur d'un arc de méridien depuis les expéditions académiques chargées de “ mesurer la Terre ”. Le Monnier a donc ajouté une table des arcs du méridien sur le sphéroïde (p. 241). Cette table donne pour chaque degré de latitude la longueur en milles pour le calcul des routes, dans l'hypothèse de la forme déduite depuis le voyage de Lacaille au cap de Bonne-Espérance.

Remarquons que les tables sont dispersées dans le manuel, insérées aux chapitres où le sujet relatif à ces tables est traité. Il en est de même dans le *Nouveau Traité de Navigation* de Pierre Bouguer publié en 1753⁵¹. Cette dispersion en rend l'usage quotidien un peu lourd. L'édition de cet ouvrage par Le Monnier s'avère donc un peu obsolète par certains aspects, Le Monnier n'ayant pas apporté tout le soin espéré dans une mise à jour de certaines données.

⁵¹. Voir Boistel, 1999.

2. Le *Traité de navigation de Bézout* (Paris, an II)

Les tables sont ici regroupées à la fin du volume et numérotées. Cette disposition sera celles de presque tous les manuels et traités de navigation publiés après 1769. Voici quelles sont les *Tables à l'usage de la navigation* de l'ouvrage de Bézout⁵².

- Table I : table de l'équation du temps;
- Table II : Epoques des Longitudes moyennes du Soleil pour les années 1747 à 1773;
- Table III : des moyens mouvements du Soleil pour les mois complets ;
- Table IV : des moyens mouvements du Soleil pour les jours du mois, les heures, les minutes et les secondes;
- Table V : Tables du Soleil - Equation du Centre du Soleil ;
- Table VI : De ce que l'on doit retrancher de la Longitude du Soleil ou lui ajouter, pour avoir l'ascension droite;
- Table VII : pour la déclinaison du Soleil;
- Table VIII et IX : pour réduire le temps en partie de l'Equateur et réciproquement;
- Tables X-XII : Des corrections qu'on doit faire aux hauteurs observées (inclinaison de l'horizon de la Mer = dépression de l'horizon), réfraction, demi-diamètres du Soleil ;
- Table XIII : Coordonnées des principales étoiles brillantes pour 1760 et la variation annuelle ;
- Table XIV et XV : Pour calculer les temps vrais des Phases de la Lune pour le Méridien de Paris;
- Table XVI : pour calculer l'heure vraie des Phases de la Lune au méridien de Paris ;
- Table XVII-XVIII : De l'heure de l'Etablissement pour quelques ports et des corrections à apporter pour avoir l'heure de la plus haute marée pour un jour donné ;
- Table XIX-XX : Tables de Latitudes croissantes ou des Longueurs à donner aux divisions du Méridien dans les Cartes réduites (navigation avec le quartier de réduction).

Pour toutes les autres tables utiles (lieux de la Lune, parallaxe de la Lune pour la DLM par exemple), comme Le Monnier l'avait fait en 1766, Bézout renvoie avec raison à la CDT. En 1769, année de la première édition de son *Traité*, la CDT s'est remarquablement étoffée sous la direction de Lalande. Les tables de Bézout contiennent les données nécessaires à la navigation et à l'emploi de diverses méthodes de navigation.

⁵². Voir une biographie sommaire dans Vinot, 1883. Voir aussi infra, annexe III. Vinot présente le *Traité de navigation* comme le chef d'œuvre de Bézout et l'aboutissement de son *Cours de mathématiques à l'usage des gardes du Pavillon et de la Marine*.

II. UNE PETITE HISTOIRE DES TABLES ASTRONOMIQUES ET NAUTIQUES AU XVIII^e SIÈCLE

II.1 ÉPHÉMÉRIDES DES ASTRONOMES ...

II.1.1 Les tables des astronomes

Des *Tables Rudolphines* de Kepler (1627)⁵³ aux *Tables astronomiques* de Halley (1749), on compte, au cours des XVII^e et XVIII^e siècles, la parution de très nombreuses tables astronomiques permettant le calcul des positions du Soleil, de la Lune et des planètes pour une, deux ou plusieurs années⁵⁴. Bien que dédiées aux observations astronomiques, ces tables étaient depuis toujours destinées aux calculs des almanachs, des calendriers, des éphémérides — ou les *Etrennes* ... — et c'est à partir d'elles que les astrologues pouvaient établir leurs prédictions⁵⁵. Dans la première moitié du XVIII^e siècle, les tables de la Lune des La Hire, des Cassini, les compilations et les recueils de Le Monnier pour la France, celles de Streete, Flamsteed et de Halley pour l'Angleterre, connaissent un grand succès.

Le mouvement de la Lune autour de la Terre, perturbé par la présence du Soleil⁵⁶, est l'une des énormes difficultés que doivent surmonter les astronomes. Leur souci majeur est de représenter au mieux ce que les observations nous apprennent du mouvement de la Lune.

D'inspiration képlérienne, les tables de La Hire (1687-1735)⁵⁷ et de Cassini (1740-1756)⁵⁸ sont bâties sur des modèles complexes mêlant ellipses et épicycles, assez différentes des versions newtoniennes⁵⁹ des tables de Thomas Streete (1710) éditées par Edmond Halley⁶⁰, et les propres tables

⁵³. Voir Gingerich, 1971. Sur l'origine des tables de Kepler, voir aussi Savoie, 1996 et 1997b.

⁵⁴. Voir la belle étude de Curtis Wilson (1989a) ; en particulier, la théorie et les tables de la Lune construites au cours du XVII^e siècle sont examinées aux pages 194-201. Voir aussi Gingerich, 1997 pour une vision d'ensemble sur les tables astronomiques.

⁵⁵. La situation n'a pas beaucoup changé, comme le souligne D. Savoie (1997b, p. 50).

⁵⁶. Voir infra, chapitre IV.1 et IV.2 pour une discussion plus précise des perturbations du mouvement lunaire.

⁵⁷. Philippe de La Hire, 1687, *Tabularum astronomicarum pars prior de motibus Solis et Lunæ [...]*, Paris, in-4°, S. Michallet [Nantes, 19.427*rouge], rééditées de nombreuses fois et traduites en français en 1733 et 1735, Paris, J. Boudot [Nantes, 19.430 ; Poitiers, B 1675].

⁵⁸. Jacques Cassini (II), 1740, *Tables astronomiques du Soleil, de la Lune, des planètes [...]*, Paris, Impr. Roy., in-4° [Nantes, 19.431*rouge ; A.A.S. usuels]. Complétées par Cassini de Thury (III), 1756, *Additions aux Tables Astronomiques de Cassini*, Paris, Durand, in-4° [Nantes, 19.432].

⁵⁹. Voir infra, chapitre IV.1, pour une présentation (succincte) de l'approche newtonienne du problème et les emprunts de Newton à la théorie d'Horrocks. Celui-ci expliquait en partie le mouvement de la Lune en supposant le centre de l'orbite elliptique de la Lune tournant sur un petit épicycle. Horrocks est ainsi le premier à avoir imaginé de représenter l'orbite de la Lune par une ellipse qui se déforme au cours du temps.

⁶⁰. Thomas Streete, 1710, *Astronomia Carolina edito altea*, Londres, in-4°, édition par E. Halley. Voir Wilson (1989a), pp. 194-201 sur les premières tables de Streete qui emprunte beaucoup à Horrocks.

de Halley publiées tardivement, entre 1749 et 1759⁶¹. En dépit de leurs concepts pouvant paraître vieillots, les tables des La Hire puis des Cassini, reposant sur une exploitation maximale d'observations de grande qualité, seront largement employées par les astronomes jusque dans les années 1750, l'autorité académique et institutionnelle des Cassini aidant, il est vrai. Il faudra les réussites des expéditions académiques pour la mesure d'un degré de méridien terrestre entre les années 1737 et 1744, et le succès des premières théories analytiques de la Lune (Clairaut, 1751-52 ; Euler, 1753 ; d'Alembert, 1754-56)⁶², pour que le système newtonien soit accepté à Paris et que les astronomes rétifs à la nouveauté, acceptent les tables de la Lune d'inspiration newtonienne⁶³, celles de Halley et de Le Monnier.

Admirateur des travaux de Halley sur le mouvement de la Lune, Pierre-Charles Le Monnier s'attachera très tôt à suivre son modèle dans l'observation des positions de la Lune lors de cycles entiers du *Saros*. Ce cycle de 223 lunaisons ou d'un petit peu plus de 18 années, dont la découverte est attribuée par Halley aux Chaldéens, joue un rôle non négligeable dans la prédiction des éclipses de Soleil et de la Lune. Il servit à Halley à asseoir sa manière d'envisager le règlement du problème des longitudes en mer. En effet, à l'issue d'un *Saros*, les irrégularités du mouvement de la Lune sont censées se reproduire ainsi que, par voie de conséquence⁶⁴, les erreurs dans les tables de la Lune⁶⁴.

Lorsque Le Monnier traduit les *Institutions astronomiques* de John Keill en 1746⁶⁵, il envisage le problème des longitudes en mer en liaison avec la méthode de Halley. Ses tables fournissent préférentiellement pour la Lune les données nécessaires à l'emploi de la méthode de l'angle horaire ou des hauteurs de la Lune :

- la longitude, la latitude, la déclinaison et l'angle horaire de la Lune à Paris, à midi et à minuit;
- les temps des passages de la Lune au méridiens (culminations supérieures et/ou inférieures) ;
- le demi-diamètre lunaire et sa variation avec la hauteur et la parallaxe;

Le Monnier ajoute à celles-ci les distances de la Lune à l'apogée de son orbite et au Soleil, données nécessaires pour calculer l'erreur des tables suivant le procédé du *Saros*⁶⁶.

⁶¹. Parues en 1749 à Londres, en latin et en anglais. Dans leur version française, *Tables astronomiques de (Edmond) HALLEI*, trad. Par l'abbé Chappe d'Auteroche, Paris (1754), Durand et Pissot ; augmentées par Jérôme Lalande en 1759 [Nantes, 19.433*noire]. Voir infra, Chap. IV.1.

⁶². Voir infra, partie IV pour les théories de la Lune.

⁶³. Voir infra, chap. IV.1 pour ce que signifie l'expression " tables newtoniennes de la Lune " et les travaux de Halley sur ce sujet.

⁶⁴. Marguet, 1931, p. 223. Voir infra, chap. IV.1 où nous nous étendons longuement sur ce problème du *Saros* et les critiques formulées sur cette manière d'envisager les mouvements de la Lune.

⁶⁵. Le Monnier, 1746, *Institutions astronomiques ou Leçons élémentaires d'astronomie*, trad. Du latin de John Keill et améliorées par P.-C. Le Monnier, Paris, Guérin, in-4° [Nantes, 19-281*rouge] : la version originale comporte les tables de la Lune de John Flamsteed ; Le Monnier y a inséré ses propres tables selon les calculs et la théorie newtonienne, pp. 155-187.

⁶⁶. Le Monnier, 1746, « Inégalités de la Lune », chap. X, pp. 129-192; « Tables de la Lune », pp. 155-187.

II.1.2 Les éphémérides pour l'usage nautique

Au XVIII^e siècle, il existe deux types d'éphémérides. On trouve des éphémérides décennales, donnant les coordonnées moyennes des planètes, les éclipses, les principaux phénomènes astronomiques avec une précision suffisante pour l'établissement de calendriers dont les *Ephémérides des mouvemens célestes* (appelées dans la suite sous l'abréviation EMC) sont le principal représentant en France.

Les autres éphémérides sont de petits almanachs plus ou moins élaborés donnant pour l'année, avec leurs variations mensuelles et/ou quotidiennes les coordonnées des planètes, des étoiles les plus brillantes, des tables remises à jour chaque année où plus ou moins permanentes : CDT (depuis 1679), *l'Etat du ciel* (par Ph. Desplaces de 1720 à 1735, puis par Pingré de 1754 à 1757), les *Etrennes mignonnes [...]* (Paris), les *Etrennes nantaises [...]* (Nantes), ces derniers ouvrages se multipliant plutôt dans la seconde moitié du siècle (Saint-Malo, Marseille...) ⁶⁷.

II.1.3 Inventaire Chronologique

a) La Connaissance des Temps (Paris, in-8°, 1679....)

C'est l'une des plus anciennes éphémérides de l'astronomie (320 années d'existence environ). Sa publication ne s'est pas interrompue depuis le premier volume en 1679. Nous consacrons notre chapitre II-2 à une histoire de la CDT, ayant rassemblé suffisamment d'éléments nouveaux pour écrire une nouvelle page de son histoire au XVIII^e siècle. Nous n'en donnons ici qu'un résumé.

Semi-privée à son origine en 1679, cette éphéméride annuelle est calculée par au moins deux astronomes durant ses premières années, Joachim Dalencé et l'abbé Jean Picard. Il n'est pas impossible que le successeur de Picard, Jean Le Fèvre, ait participé au volume de 1682⁶⁸. Le Fèvre prend en charge la rédaction de 1684 à 1702. A la fin de l'année 1700, Le Fèvre et la famille La Hire — représentant alors l'astronomie officielle de l'Observatoire de Paris — se livrent à une querelle féroce qui oblige l'Académie des Sciences à intervenir. Cette polémique s'achève par la demande d'exclusion de Le Fèvre, prononcée en 1701 par le comte de Pontchartrain, ministre de la Marine et honoraire de l'Académie des sciences. La CDT est transférée à cette institution qui en confie la rédaction à Jacques Lieutaud. De 1702 à 1758 se succèdent Jacques Lieutaud, Louis Godin et Jean-Dominique Maraldi (II).

⁶⁷. Voir par exemple les *Etrennes Malouines [...]* tirées des éphémérides contenant le Calendrier [...] le Lieu, le Lever & le Coucher du Soleil & de la Lune, Déclinaison du Soleil, &c., Saint-Malo, Louis [Archives Municipales de Saint-Malo, 1994, in *Maupertuis et le développement des Sciences au XVIII^e siècle*, p. 17].

⁶⁸. Voir par exemple Grand-Carteret, 1896, p. 19.

La CDT prend sa dimension encyclopédique sous la direction de Lalande (1759-1775), plus particulièrement en 1770-1774. Lalande comme nous le montrons, réussit à lui donner le caractère d'annales astronomiques, et à en faire un ouvrage de référence indispensable justifiant sa place dans toutes les bibliothèques. Notons que Lalande avait été précédé dans cette idée par l'abbé de Brancas-Villeneuve, auteur de cinq volumes d'*Ephémérides cosmographiques* pour les années 1750 à 1754. Cet auteur, regrettant l'incomplétude des éphémérides existantes d'un point de vue nautique notamment, était animé de la volonté de compléter la CDT en y parlant de tout⁶⁹. Nous revenons plus loin sur les éphémérides de l'abbé contestataire.

L'œuvre de Lalande est poursuivie par Jeurat (1776-1784) puis par Méchain (1785-1792). En 1785, le maréchal de Castries exige que la CDT soit divisée en deux parties vendues séparément : l'une plus particulièrement destinée aux navigateurs et aux capitaines de la Marine Marchande, vendue au plus bas prix, l'autre, avec ses additions n'intéressant que les astronomes, vendue plus cher. La première partie ne prendra le nom d'*Ephémérides Nautiques* qu'en 1888⁷⁰. La CDT et le *Nautical Almanac* sont deux éphémérides qui au cours de la seconde moitié du XVIII^e siècle ont évolué parallèlement, leurs directeurs échangeant leurs données et/ou observations, s'inspirant mutuellement, tendant au même but, indépendamment des conflits et des débats nationalistes.

Nous renvoyons le lecteur au second chapitre de cette partie pour de plus amples détails sur la CDT : son origine, les avatars de son édition, ses calculateurs, et les démarches entreprises par Lalande pour faire évoluer une éphéméride qui avant son arrivée n'avait pas, selon lui, une bien grande réputation :

[...] Jusqu'à cette époque, il faut en convenir, la *Connoissance des tems* calquée, pour ainsi dire, sur un modèle uniforme, étoit comme un vieux almanac sans utilité, au moment où expiroit l'année pour laquelle il étoit fait; mais elle n'a pas été plutôt confiée à cet astronome [Lalande] qu'elle est devenue d'une utilité générale et presque constante, par les additions qu'il y a faites. [...] Le dirai-je, le cit. de la Lande eut d'abord quelques désapprobateurs, tant il est vrai qu'il est difficile de secouer une vieille habitude et d'en prendre une meilleure. [...] Depuis la *Connoissance des tems* est un ouvrage à conserver parmi les livres astronomiques à consulter presque à chaque moment; et depuis 1795 que le cit. de la Lande en a repris la rédaction, il a encore étendu cet utile ouvrage⁷¹.

⁶⁹. L'abbé A.-F. de Brancas-Villeneuve (5 avril 1700 - 11 avril 1758), Docteur en théologie, aumônier du roi en 1731, chanoine de la Sainte Chapelle en 1733, abbé d'Aulnay en 1734 (il n'a signé aucun de ses ouvrages) [Chabot, 1999, I, p. 75 ; supra, chap. I.1 ; Sgard, 1991, I, pp. 372-373]. Des exemplaires sont conservés à la B.M. de Toulouse [Fa D 1488 (1-2), 1750-53]. Voir infra, pour une étude de ces éphémérides.

⁷⁰. Grand-Carteret, 1896, p. 20 : vers 1888, la CDT fait l'objet d'un *Extrait* à destination des écoles d'Hydrographie et des marins du commerce.

⁷¹. Lalande, in Montucla, 1803, IV, pp. 320-321.

La CDT gardera longtemps la marque de Lalande au cours du XIX^e siècle ; elle sera toujours bien plus qu'un fastidieux et rébarbatif recueil de tables astronomiques.

b) Les *Ephémérides des Mouvements Célestes*, Paris, 1702-1800

Ces éphémérides semi-privées au début, de périodicité décennale, deviennent les autres éphémérides officielles de l'ARS à partir du moment où Lacaille prend en charge leur rédaction en 1743. L'histoire de ces éphémérides peut être entièrement déduite des courtes notices que Lalande dissémine dans sa *Bibliographie astronomique*.

Lalande signale en 1700 la parution à Rouen, d'un volume (in-4°) des EMC pour l'année 1701 « avec les tables du passage de la lune par le méridien &c. » calculées par Jean de Beaulieu. Cet homme aurait été, toujours selon Lalande, un mathématicien parisien auteur de quelques volumes d'éphémérides⁷². Mais plus loin, Lalande explique que Beaulieu n'aurait été finalement que le pseudonyme de Charles Desforges, vicaire de Saint-Gervais et mathématicien, mort le 20 septembre 1714⁷³. Ainsi, pour l'année 1701, on trouve un autre volume des EMC édités à Rouen, par « Jean de Beaulieu OU Desforges »⁷⁴. Notre commentateur précise que Beaulieu/Desforges calcula ces EMC jusqu'en 1715, année où Philippe Desplaces prit la suite (voir ci-après).

Remarquons au passage que le titre inspire à l'étranger. En 1703, paraissent à Berlin un volume d'éphémérides intitulées *Ephemeris motuum caelestium ad ann. 1704*, calculées par Johann Heinrich Hoffmann (1669-1716), astronome de l'Observatoire royal de Berlin⁷⁵.

Dans la préface du volume VII des EMC (Paris, 1774), Lalande nous donne quelques informations sur l'histoire de ces éphémérides que nous avons complétées à l'aide de sources extérieures. Un privilège royal d'impression d'éphémérides établies pour le méridien de Paris est accordé à un certain Le Comte le 13 janvier 1703⁷⁶. A cette époque, l'Académie Royale des Sciences contrôle l'édition d'éphémérides que nous qualifions de semi-privées car calculées par des académiciens. Il s'agit de :

⁷². Lalande, 1803, BA, p. 338.

⁷³. Lalande, 1803, BA, pp. 338 et 364. Lalande avait lu les notices biographiques écrites par Lacaille, OP, Ms. A 1.11, n° 8 (Lieutaud), 12 (de Beaulieu – C. Desforges) et 30 (P. Desplaces).

⁷⁴. Lalande, 1803, BA, p. 341.

⁷⁵. Lalande, 1803, BA, p. 348.

⁷⁶. Chouillet, 1991a, 352.

- Gabriel-Philippe de la Hire, *Ephemerides regiae scientiarum Academiae, juxta recentissimas observationes ad meridianum parisiensem [...] ad annum 1701 [-1703]*, Paris, in-4° (J. Boudot) : publiées en 1700 jusqu'en 1702 pour les années 1701 à 1704⁷⁷.

- Jacques Lieutaud édite plusieurs éphémérides : les *Ephemerides ad annos 1704 et 1705* (Paris, 1703), prenant la suite des éphémérides de La Hire. Il poursuivra cette édition jusqu'en 1711. Lalande nous explique⁷⁸ qu'il trouva dans les manuscrits de J.-N. Delisle⁷⁹ que les éphémérides pour 1704 et 1705 avaient été calculées en commun par Jacques Lieutaud, Desplaces et Bomie, les trois années suivantes (1706-08) par Philippe Desplaces seul, et enfin les trois dernières (1709-11) par Bomie. Toujours selon Lalande, Bomie aurait copié les éphémérides données par Beaulieu/Desforges, sous le titre *Ephémérides des Mouvements célestes depuis l'an 1702 jusqu'en 1714 [...] pour le méridien de Paris* (Paris, in-4°, 1703)⁸⁰. Lacaille ajoute que Bomie aurait copié les éphémérides de Beaulieu « jusqu'aux fautes »⁸¹.

Terminons cet inventaire en indiquant que Lieutaud, suite à la querelle survenue entre Jean Lefèvre et les La Hire, hérite de la rédaction de la CDT qui passe sous le contrôle de l'Académie royale des sciences en 1702⁸².

En 1714, le titre d'*Ephémérides des mouvements célestes* est repris par Philippe Desplaces (1659-1736)⁸³ pour l'édition des volumes suivants, selon les termes du privilège accordé le 21 janvier 1714 (signé par Fouquet)⁸⁴. Desplaces éditera ces éphémérides sous contrôle de l'Académie jusqu'en 1744, en trois volumes in-quarto donnant respectivement les éphémérides pour une décennie :

- tome I, années 1715-1725, Paris, 1716, J. Collombat [BN V-8507]
- tome II, années 1725-1735, Paris, 1727, J. Collombat [BN V-8508]
- tome III, années 1735-1745, Paris, 1734, J. Collombat [BN V-8509]

Desplaces calcule durant la même période de petits almanachs et calendriers sous le titre *Etat du ciel*, malheureusement confondus par certains auteurs avec l'*Etat du Ciel* calculé par A.-G. Pingré pour les années 1754-1757 (voir plus bas pour une discussion sur ce sujet).

⁷⁷. Ce sont ces éphémérides qui seront fortement contestées par Jean Le Fèvre de Lisieux, à l'origine du transfert de la rédaction de la CDT à l'ARS. Voir chapitre II.2 et Lalande, 1803, BA, pp. 312-314.

⁷⁸. Lalande, 1803, BA, p. 349.

⁷⁹. Delisle avait commencé une *Bibliographie Astronomique* restée à l'état de manuscrit, qui fut une source d'inspiration pour Lalande [Lalande, 1803, BA, préface]. Ce manuscrit de Delisle est conservé aux Archives Nationales dans ses papiers [AN, MAR, 2 JJ 65-66].

⁸⁰. *Ephémérides des mouvements célestes pour l'an de grâce 1702 [...] pour le méridien de Paris par le sieur J.D.B****, Paris, G. Valleyre, 1702 : éphémérides calculées pour les années 1703 jusqu'en 1714. [BN V-8506].

⁸¹. Lacaille, OP, Ms A 1.11, n°8.

⁸². Voir infra, notre étude sur la CDT.

⁸³. Philippe Desplaces (Paris, 3 juin 1659 - Paris, avril 1736) [Lalande, 1803, BA, p. 364; DBF, X, p. 1526 ; Lacaille, OP, Ms A 1.11, n°30].

⁸⁴. Chouillet, 1991a, p. 352.

Lacaille, les EMC et les longitudes en mer

La période la plus intéressante pour notre étude est la période où l'abbé Lacaille prend sous sa responsabilité la rédaction des EMC, pour les trois volumes courants de 1745 jusqu'en 1775 :

- tome IV, années 1745-1755, Paris, (avril) 1744, J. Collombat [BN V-8510]
- tome V, années 1755-1765, Paris, 1755, J. Collombat [BN V-8511]
- tome VI, années 1765-1775, Paris, 1763, J. Collombat : publication posthume, Lacaille étant décédé en 1762 [BN V-8512]. Le manuscrit est présenté à l'ARS le 15 novembre 1760 et fait l'objet d'un rapport par Cassini de Thury et Maraldi le 22 nov. 1760. Maraldi présenta un exemplaire du volume imprimé le 23 novembre 1763⁸⁵. Ce volume débute par une longue introduction qui comporte un « Discours sur les progrès que l'astronomie a fait depuis une trentaine d'années » (pp. XXXI-XLVIII), que Lacaille lut à la séance publique du 14 novembre 1761.

Les EMC deviennent alors publication officielle de l'Académie royale des sciences selon l'approbation et le certificat délivré par J.J. Dortous de Mairan, son secrétaire perpétuel, le 2 mars 1743. Le privilège signé à Versailles le 15 mars 1743 accordait au libraire-imprimeur Jacques Collombat l'autorisation d'imprimer trente années d'éphémérides pour 1744 à 1774 et d'annuaire royal⁸⁶ ! Mais Lacaille⁸⁷ travaillait à cette édition avant que le privilège soit signé et daté puisque le tome IV est examiné par les commissaires de l'ARS, Cassini de Thury et Maraldi, le 23 février 1743⁸⁸. Un exemplaire imprimé est présenté à l'Académie le 29 avril 1744⁸⁹. Dortous de Mairan nous détaille les nouveautés apportées par Lacaille pour le tome IV des EMC. Dans les additions importantes qui sont signalées, on peut noter « une colonne pour la déclinaison de la Lune, les demi-diamètres du Soleil de cinq en cinq jours (tant en parties de degrés, qu'en parties de temps employées à son passage par le méridien), les demi-diamètres & les parallaxes de la Lune de deux en deux jours »⁹⁰. Mairan fait l'éloge des nouvelles éphémérides remarquant qu'elles « sont précédées d'une Introduction qui en donne l'intelligence & qui peut mettre tout Lecteur médiocrement instruit en état de s'en servir »⁹¹.

⁸⁵. Taton, 1978b, p. 327.

⁸⁶. Lacaille, 1755, EMC, V, privilège et approbation à la fin du volume.

⁸⁷. Rappelons que Lacaille entre à l'Académie le 28 avril 1741, élu au poste d'adjoint astronome contre d'Alembert [voir par exemple Badinter, 1999, pp. 194 et suiv. ; *Index biogr.*, A.S., 1979, p. 316].

⁸⁸. PV ARS, 1743, pp. 119-121.

⁸⁹. PV ARS, 1744, p. 243 [Taton, 1978b, 320].

⁹⁰. HARS 1743 (Paris, 1746), Hist., pp. 149-150.

⁹¹. HARS 1743 (Paris, 1746), Hist., p. 150.

Dans son *Introduction aux éphémérides*, Lacaille nous fait part de son projet « caché » concernant les longitudes :

J'avois dessein d'insérer dans cette introduction un plus grand nombre de pratiques, principalement pour les navigateurs; j'ay remis à en faire la description dans le volume suivant, afin de pouvoir profiter des réflexions et découvertes de M. de Maupertuis, de l'Académie des Sciences, qui doit publier incessamment un livre sur ce sujet⁹².

Déférence envers un pensionnaire de l'Académie, Lacaille attend donc la publication de l'*Astronomie nautique* de Maupertuis (Paris, 1743). Nous avons expliqué par ailleurs dans quelles circonstances Maurepas avait créé pour Maupertuis, un poste de « *préposé au perfectionnement de la Marine et de la Navigation* » à l'automne 1739. On sait que cet ouvrage fut loin de remplir l'objet pour lequel il avait été écrit ou plus justement, aurait dû être écrit ! L'information la plus intéressante est que Lacaille, en 1744, pense déjà fortement aux longitudes et a une idée précise de ce qu'il veut écrire en la matière; son modèle d'almanach nautique s'y trouve déjà, première version de son *Mémoire sur l'observations des longitudes en mer* que Lacaille lira en mars et avril 1759. En 1742, Lacaille avait lu devant l'Académie, un mémoire sur le calcul des erreurs dans la trigonométrie sphérique, dans lequel il examinait déjà le problème des distances lunaires, sans toutefois l'appliquer aux longitudes en mer⁹³. En 1742-1744, Lacaille a déjà mûri son projet sur les distances lunaires et a une idée précise de ce que peut être un almanach nautique⁹⁴.

Sans obstacle devant lui, Lacaille met enfin son projet de 1744 à exécution dans le volume V des EMC, publié en 1755⁹⁵, à son retour du cap de Bonne-Espérance. Au cours de ce voyage effectué entre novembre 1750 et juin 1754, pour des mesures géodésiques et de parallaxes de diverses planètes, Lacaille expérimenta les distances lunaires. Nous reviendrons plus longuement dans un chapitre de notre étude. Lacaille ne se prononce pas sur la validité de l'ouvrage de Maupertuis; on se souvient que l'Académie interdisait toute querelle publique entre ses membres. Il donne sa *Méthode pour observer les longitudes en mer*⁹⁶ où il suit le même plan que dans sa révision du *Nouveau traité de navigation* de Pierre Bouguer (Paris, 1760). Ce plan est reproduit dans les annexes à cette thèse.

Lacaille consacre la moitié de son introduction (30 pages sur 60) aux longitudes en mer. Cette introduction préfigure et annonce le mémoire de 1759. Tout y est : les critères de choix de la meilleure méthode de DLM, ce que doit être une bonne méthode de DLM, et un modèle d'almanach nautique pour la réduction des calculs nautiques (préface, p. xlviii).

⁹². Lacaille, 1744, préface, p. lxxij.

⁹³. Lacaille, 1741. Le mémoire est lu les 10 et 14 février 1742, et imprimé dans HARS 1741 (Paris, 1744).

⁹⁴. Voir infra, chap. III.1.

⁹⁵. Le manuscrit fait l'objet d'un rapport à l'Académie le 5 septembre 1753 par Cassini de Thury et Maraldi (PV, ARS, 1753, p. 547). Ce manuscrit d'environ 160 pages, se trouve aux Archives Nationales [AN, MAR 3 JJ 13, pièce 9].

⁹⁶. Lacaille, 1755, « Introduction aux éphémérides », pp. 34-49.

Disposition des tables de Lacaille pour les volumes IV à IX

Le choix que fit Lacaille de la disposition des tables sera définitif. Lalande ne le modifiera pas expliquant dans ses *Introductions aux éphémérides* que Lacaille avait donné aux EMC une forme plus pratique et plus commode pour les astronomes que la disposition adoptée par Desplaces.

Les éphémérides sont établies pour une dizaine d'années et chaque mois est donné sur deux pages. La première page de chaque année donne les fêtes mobiles et le comput ecclésiastique, les dates des saisons, les éclipses remarquables de l'année (une carte de visibilité peut accompagner cette description) et finalement la valeur moyenne annuelle de l'obliquité de l'écliptique.

Pour chaque mois, Lacaille fournit les renseignements suivants :

- 1^{ère} page du mois : le calendrier, les saints du jour, les positions du Soleil et de la Lune, les demi-diamètres du Soleil et de la Lune, la parallaxe de la Lune et les phases de la Lune ;

- 2^{de} page du mois : les positions des planètes de Mercure à Saturne, les éclipses des satellites de Jupiter, les phénomènes et observations extraordinaires (rétrogradations, etc.).

Lacaille nous fournit quelques indications sur la précision de ses tables. Jusqu'au volume V, les tables sont calculées sur celles de Cassini et la précision n'est pas meilleure : la longitude de la Lune est donnée à 4 ou 5' près et la déclinaison du Soleil est annoncée comme très exacte. Pour le volume VI, Lacaille se sert de ses propres tables du Soleil : ce sont alors les meilleures, prenant en compte les récentes recherches sur le problème des trois corps. Lacaille utilise les calculs de Clairaut et tient compte des actions de Vénus, de la Lune et de Jupiter pour le calcul des perturbations du mouvement terrestre afin d'établir ses tables de position du Soleil dans le ciel terrestre⁹⁷. De même, Lacaille tiendra compte des travaux de Tobias Mayer pour l'établissement des éphémérides de la Lune (voir infra notre étude sur les tables de la Lune de Clairaut). Ces positions sont alors données à environ 1 à 2' près.

Lalande et les EMC jusqu'en 1800

Les EMC seront reprises par Lalande pour trois volumes in-quarto imprimés et distribués à Paris (rue St-Jacques, par la veuve Hérissant)⁹⁸ :

- tome VII, années 1775-1784, Paris, 1774 : le volume ne se trouve pas à la B.N.F. Nous l'avons consulté à la Bibliothèque Municipale de la ville de Toulouse [Fa B 1664 (4)]
- tome VIII, années 1785 à 1792, Paris, 1783 [BN V-8519]
- tome IX, années 1793 à 1800, Paris, 1792 [BN V-8547]⁹⁹

⁹⁷. Voir par exemple la manière dont Lacaille suit les progrès de la mécanique céleste dans la colossale étude de Curis Wilson, 1980, pp. 111-120 et 168-188.

⁹⁸. Le privilège est donné à la fin du tome VII.

Bien que se fondant dans le moule dessiné par Lacaille, Lalande ne peut s'empêcher d'apporter sa touche personnelle, développant la partie histoire de l'astronomie, les « nouveautés en astronomie », transformant un peu les EMC en cours d'astronomie. Lalande précise l'objet d'un tel ouvrage : **fournir aux astronomes des éphémérides permettant de préparer les observations et d'élaborer des calendriers pour plusieurs années à l'avance**. Les EMC n'ont donc vocation à remplacer la CDT.

Si Lacaille avait donné aux EMC une forme plus commode pour les astronomes, Lalande trouvait que les calculs exigeaient plus de précision et une charge accrue de travail. Il profite donc de son recrutement de calculateurs pour la CDT pour les mettre à contribution pour le calcul des EMC et déléguer beaucoup de sa charge de travail (voir notre étude sur la CDT) : Bertrand-Augustin Carouge, Wargentin, Edme-Sébastien Jaurat, Nicole-Reine Lepaute, Joseph Lepaute d'Agelet, Jean-Louis Guérin, L.R.J. Cornelier-Léméry, Charles Duvaucel, Jean-René Lévesque, Madame du Pierry¹⁰⁰, Dom Manniotte¹⁰¹.

Lalande fit publier dans le volume VIII une nouvelle édition du *Catalogue céleste* de Flamsteed, qu'il regardait comme bien supérieure à celle de 1725¹⁰². Nicole Lepaute est signalée par Lalande comme la principale calculatrice et rédactrice du volume VIII : calculs des positions du Soleil, de la Lune et de toutes les planètes¹⁰³. Mme du Pierry n'est pas oubliée puisque l'on trouve une « Explication de la table du lever et coucher du Soleil par Mme du Pierry »¹⁰⁴.

Lalande annonce une précision pour la longitude de la Lune et ses passages au méridien à quelques minutes près, précision suffisamment utile pour le calcul des marées et les levers et couchers de cet astre. Pour toute précision supérieure et les corrections à apporter à ces calculs, Lalande renvoie à la CDT pour 1771 et à la dernière édition de son *Astronomie*.

A nouveau, après la CDT, Lalande voulait faire des EMC un ouvrage personnel et imprimer sa marque.

⁹⁹. Il semble que le volume IX publié à Paris en 1792 soit devenu rare, ou peut-être n'a-t'il été tiré qu'à un nombre très limité d'exemplaires. Nous ne l'avons localisé qu'à la B.N.F.

¹⁰⁰. Selon Lalande, Mme du Pierry commença en 1789 des cours publics d'astronomie, « *et il était difficile de trouver une dame qui eût plus d'esprit et de savoir en tout genre que M.^{me} du Pierry* » [Lalande, 1803, BA, p. 687]. Dans la préface de son *Astronomie des Dames* (Paris, 1806, 3^{ème} édition. Réédition fac-similé ; Vannes, Burillier), Lalande indique que Mme du Pierry fit de nombreux calculs d'éclipses de la Lune « *pour mieux prouver son mouvement* » (p. 7). Voir encore Lalande, 1803, BA, p. 704 (année 1791).

¹⁰¹. Bénédictin de la Congrégation de St-Maur.

¹⁰². Lalande, 1783, EMC, VIII, commentaires et explications de Lalande pp. xxiiij-xliv ; catalogue de Flamsteed (en latin), pp. 17-72.

¹⁰³. Lalande, 1803, BA, 679 et préface de Lalande, EMC, t. VIII (Paris, 1783).

¹⁰⁴. Lalande, 1783, EMC, VIII, p. xlviiij.

c) L'Etat du Ciel [...] calculé sur les principes de M. Newton, rapporté à l'usage de la Marine par M. Pingré, Paris, Durand, in-8°, années 1754-1757¹⁰⁵

Le père Alexandre-Guy Pingré (1711-1796) a débuté ses activités en astronomie tardivement mais s'est rapidement fait remarquer pour ses aptitudes au calcul astronomique. Installé à Sainte-Geneviève, il prend en charge l'observatoire en 1751 et se voit attribué par le chapitre un télescope de six pieds¹⁰⁶.

Pingré, alors âgé de 42 ans, est engagé en 1753 par Le Monnier à calculer une éphéméride qui fournirait aux marins, sur la base des tables des *Institutions Astronomiques*, les moyens de DLM. Reprenant un titre ancien désignant de petits calendriers astronomiques calculés par Philippe Desplaces¹⁰⁷, le premier volume est soumis à l'ARS le 24 juillet 1753 et examiné favorablement par Cassini de Thury et Le Monnier, juge et partie (!) le 28 juillet 1753¹⁰⁸. Le courageux Pingré calcule seul cette éphéméride pour les quatre années 1754, 55, 56 et 1757. Il cesse en 1758, le libraire (Durand) refusant de l'imprimer à l'avenir parce qu'il ne trouvait aucun bénéfice dans le débit de l'ouvrage si l'on en croit Marguet¹⁰⁹. Entreprise courageuse car Pingré acceptait de se faire connaître « *par le travail le plus pénible qu'un astronome put entreprendre; ce fut de calculer un almanach nautique [...]*.¹¹⁰ »

Lalande nous en dit un peu plus à propos de l'édition de 1755 :

C'était la seconde fois que Pingré calculait cet almanach à la demande de Le Monnier, pour encourager les navigateurs à observer les longitudes; il en fit encore

¹⁰⁵. [BN V 21618 et Rés V-2216, Rés V-2217]. Nous l'avons consulté à la Bibliothèque Municipale de la ville de Toulouse [P.A. 10 330].

¹⁰⁶. Lalande, 1803, BA, p. 775. Voir infra, chapitre III.2 où je donne de plus amples éléments biographiques du P. Pingré dans le cadre de ses relations avec Le Monnier.

¹⁰⁷. Remarquons que la notice sur cette éphéméride dans J. Sgard (1991, 383-384) est erronée, l'auteur confondant et assimilant plusieurs éphémérides aux titres similaires et pourtant très différentes. Selon l'auteur, la collection serait incomplète, commençant en 1706, avec Beaulieu puis Desplaces comme calculateurs. L'éventuelle confusion semble être due à Lalande (1803, BA, pp. 364, 373, 383) qui affirme avoir vu seize exemplaires de petits calendriers astronomiques calculés par Philippe Desplaces, sous le titre *Etat du Ciel* (Paris, in-12), pour les années 1720 à 1735 — Desplaces est mort en 1736 —, à l'époque où ce dernier calcule les tomes II et III des *Ephémérides des mouvements célestes (1725-1734)* (Paris, in-4°) [voir aussi Lacaille, OP, Ms A 1.11, n°30]. La BN conserve 28 exemplaires des éphémérides de Desplaces sous le titre *Etat du Ciel pendant l'année 1721 [1722, 1728-30, 1732-1735], ou Journal de ce qui arrivera de plus considérable dans le mouvement des astres [...] par le sieur Desplaces*, Paris, J. Collombat, in-16 [BN V-21608 à 21616 et Rés V-2197 à Rés V-2215]. La catalogue de la Bib. Mun. de Toulouse reprend ce classement erroné car l'*Etat du Ciel* de Pingré est catalogué comme périodique pour les années 1725 à 1757.

Le privilège de l'édition de Pingré est donné dans le volume de 1755. Les *Etats du Ciel* de Desplaces et ceux de Pingré n'ont rien à voir entre eux, ni dans le contenu, ni dans les motivations qui ont prélué à leur publication.

¹⁰⁸. HARS 1753 (Paris, 1757), Hist. p. 256.

¹⁰⁹. (Marguet, 1931, 223). Je n'ai pas pu retrouver trace de cette affirmation. 1758 correspond aussi au moment où Maraldi cesse son action à la CDT et où se pose à l'Académie le problème de sa succession à laquelle postulent Pingré et Lalande (voir infra, partie II-2).

¹¹⁰. Lalande, 1803, BA, p. 774.

deux autres, après quoi il cessa, voyant que cela ne prenait pas, et qu'il n'était pas dédommagé du temps et de la peine qu'un si grand travail exigeait¹¹¹.

Cette explication nous semble plus conforme à la réalité. Pingré ne recevait pas d'appointments pour ce travail. Par ailleurs les marins, nous dit Lalande, « *n'étaient pas encore prêts à en profiter et à le dédommager par-là de ce pénible travail.*¹¹² ». Il est vraisemblable aussi que l'abbé Lacaille farouchement opposé à la méthode de l'angle horaire, qui ne le cachait pas et l'écrivit¹¹³, soit intervenu auprès de Pingré pour l'encourager à abandonner ce travail. Peut-être doit-on voir en cet épisode l'une des raisons supplémentaires de l'animosité existant entre Lacaille et Le Monnier. Enjeu et objet de la querelle, Lalande qui avait été à son arrivée à Paris (1749-1751) jeune élève doué de Le Monnier, était progressivement passé du côté du clan Lacaille-Clairaut, défendant des idées astronomiques qui s'opposaient à celles défendues par le couple Le Monnier-d'Alembert¹¹⁴.

La méthode proposée par Le Monnier exigeait le calcul de l'angle horaire¹¹⁵ de l'astre observé. En plus des tables usuelles (positions des planètes selon les tables de Halley) les tables de l'*Etat du ciel* donnent entre autres, la valeur de l'angle horaire pour le Soleil et la Lune pour le méridien de Paris, en plus des passages des astres au méridien de Paris et la distance de la Lune au Soleil afin de prédire les erreurs des tables d'après les observations de Halley et de Le Monnier réparties sur un *Saros*¹¹⁶.

Ce travail valut à Pingré les regrets de Lacaille de voir tant de talents gâchés pour un travail aussi dangereux qu'inutile pour la navigation¹¹⁷. Dans son éloge de Pingré¹¹⁸, Lalande loue le courage dont celui-ci fit preuve dans ce travail en citant un extrait de la préface de l'*Etat du ciel pour 1754* :

Je doutais l'année dernière [1753?] qu'un seul homme pût suffire pour calculer dans toute la perfection possible les mouvemens de la Lune; je n'en doute plus maintenant, et c'est par ma propre expérience¹¹⁹.

Réflexion à laquelle Lalande répond à distance : « *Il était presque le seul qui pût faire une pareille expérience* »¹²⁰ !

¹¹¹. Lalande, 1803, BA, p. 458.

¹¹². Lalande, 1803, BA, pp. 453-454.

¹¹³. Lacaille, 1759, pp. 75-80. Voir infra, chapitre III.2 pour une étude plus fine des relations entre Lacaille et Pingré.

¹¹⁴. Lalande, 1803, BA, pp. 819-826 pour un éloge de Le Monnier, et pp. 824-825 pour les relations personnelles entre Le Monnier et Lalande et un témoignage édulcoré de ce dernier.

¹¹⁵. C'est-à-dire au XVIII^e siècle, l'angle horaire local de l'astre, l'angle entre le méridien du lieu d'observation et le cercle horaire passant par l'astre. (voir le chapitre III.2 plus de précision sur cette méthode).

¹¹⁶. Voir infra, notre chapitre consacré au Saros et les corrections des tables selon Le Monnier.

¹¹⁷. Lacaille, 1759, 88.

¹¹⁸. Lalande, 1803, BA, pp. 773-778.

¹¹⁹. Pingré, 1754, *Etat du Ciel pour l'an 1754 etc.*, Paris, Préface citée par Lalande.

¹²⁰. Lalande, 1803, BA, p. 774.

En 1767, le JDS, présentant le premier volume de l'almanach nautique anglais rédigé par Maskelyne et al. — le *Nautical Almanac* pour l'année 1767 (Londres, 1766)¹²¹—, fait ce commentaire sur le travail de Pingré :

Cette éphéméride [le *Nautical*] contient pour la méthode des distances, autant & plus de travail que l'Etat du Ciel de M. Pingré qui étoit fait pour la méthode des angles horaires & des hauteurs ; mais cet habile Académicien avoit discontinué son travail, parce qu'il ne croyoit pas les Navigateurs disposés à en profiter¹²².

Désenchantement, surcharge de travail, compétition et querelles académiques personnelles se mélangent dans les motifs de l'arrêt de la publication de l'*Etat du Ciel* par Pingré. On peut avancer d'autres raisons, éditoriales principalement : Pingré travaillait déjà en 1756 à divers projets, annales du XVIII^e siècle ou une histoire des comètes, par exemple. Quelques années plus tard, Pingré se fait l'écho des difficultés rencontrées dans l'édition de cette éphéméride dans une lettre adressée à l'officier de la Compagnie des Indes Jean-Baptiste d'Après de Manneville¹²³ :

[...] Vous me flattez beaucoup en me disant que les Marins regrettent mon Etat du Ciel : mais ce n'est pas ma faute si j'ai cessé de le donner ; on ne vouloit plus l'imprimer. J'ai au moins prouvé qu'on pouvoit donner des calculs exacts et précis ; on a condamné Lalande à en donner de semblables ; il prétend le faire ; ce seroit maintenant aller sur ses brisées et lui faire une espèce d'affront que de reprendre mon ancien travail. D'ailleurs, qui voudroit m'imprimer, qui fourniroit à la dépense¹²⁴.

L'histoire retiendra que Pingré présenta à l'Académie son dernier *Etat du Ciel* (pour l'année 1757) le 7 décembre 1756¹²⁵.

¹²¹. Voir infra, chap. II.3 pour une présentation plus détaillée de cet almanach.

¹²². JDS, juillet, 1767, p. 515.

¹²³. Voir la partie III de cette thèse pour les contributions de d'Après de Manneville au développement de l'astronomie nautique et ses relations avec l'abbé Lacaille.

¹²⁴. Lettre de Pingré à d'Après de Manneville, de Paris, le 21 février 1764 [AN, MAR, 3 JJ 341, div.11].

¹²⁵. PV ARS, 1756, 7 décembre 1756, p. 566.

d) Une contestation intelligente en 1755 : l'abbé Brancas et ses *Ephémérides cosmographiques*

L'abbé André-François Brancas de Villeneuve (fin XVII^e siècle - Paris, 11 avril 1758)¹²⁶ est assez mal connu.

Né dans le Comtat Venaissin, il ne fait parler de lui que dans les dernières années de sa vie, lorsqu'il fait imprimer en 1750 le premier volume de ses *Ephémérides cosmographiques*¹²⁷. Ces éphémérides ne sont qu'un moyen pour l'abbé Brancas de diffuser et de faire connaître sa propre vision du monde. En 1745, il avait fait imprimer des *Lettres sur la cosmographie ou le Système de Copernic réfuté* (Paris, 1745 ; La Haye)¹²⁸. Cet ouvrage fut, selon Conlon (1987) réimprimé sous un titre différent à La Haye et à Paris (chez Jombert), *Système de Cosmographie et de physique générale*.

Brancas s'apparente donc aux réformateurs des systèmes cosmographiques et contestataires de l'« astronomie officielle », censurés par les « préposés au perfectionnement de la Marine » (voir chap. I.1). Aussi peut-on s'étonner que le censeur royal pour les mathématiques, Montcarville¹²⁹, ait signé l'approbation pour la parution des *Ephémérides cosmographiques* en 1750.

L'objet de ces éphémérides est clair. Brancas manifeste sa volonté de compléter la *Connaissance des Temps* en y parlant de tout. L'abbé Brancas apparaît ainsi comme une sorte de précurseur de Lalande avec dix années d'avance.

En 1755, après l'arrêt de la parution de ses éphémérides astronomiques — pour des raisons encore inconnues —, Brancas adresse un mémoire en forme de supplique au ministre de la Marine, via la correspondance de J.-N. Delisle¹³⁰. Nous ne savons pas si c'est Delisle qui l'a reçu ou si ce mémoire lui a été transmis par le ministre. En qualité d'astronome de la marine¹³¹, Delisle pouvait être sollicité pour donner son avis sur tel ou tel projet soumis au jugement du ministre¹³². Toujours est-il que ce texte se trouve dans sa correspondance conservée aux Archives Nationales. Le ton et le style laissent toutefois penser que ce très intéressant mémoire était adressé au ministre.

Mémoire intéressant en effet car Brancas y stigmatise l'incomplétude des éphémérides existantes concernant le problème des longitudes en mer : EMC, CDT, et *Etat du Ciel* pour sa seconde livraison. Il y effectue une analyse qui le conduit à en appeler aux astronomes pour qu'ils se concentrent sur le

¹²⁶. Quérard, I, p. 492 ; Sgard, 1991, I, pp. 372-373 ; Conlon, 1987, V, pp. 487-488 ; Conlon, 1988, VI, p. 244.

¹²⁷. Des exemplaires sont conservés à la B.M. de Toulouse [Fa D 1488 (1-2)] pour les années 1750-53.

¹²⁸. Cet ouvrage devait comporter deux tomes ; un seul est paru (Conlon, 1987, V, P ; 275) [Rennes, 17.080].

¹²⁹. Robert Bidet de Montcarville, remplaçant de J.-N. Delisle au Collège Royal jusqu'en 1748 ; professeur royal successeur de François Chevallier (? – 1748) à la chaire de mathématiques et censeur des livres [Torlais, Jean, « Le Collège Royal », in Taton (dir.), 1964, pp. 261-286].

¹³⁰. AN, MAR, 2 JJ 69, lettre et mémoire de l'abbé de Brancas, de Berci, le 24 avril 1755 (fol. 109 et suiv.).

¹³¹. Voir infra, annexes.

¹³². Voir supra, chap. I.2 et annexes.

véritable objet de leurs travaux : publier un véritable almanach nautique ou bien compléter les éphémérides existantes, toutes prêtes à accueillir les tables manquantes à la détermination des longitudes en mer :

Je souhaite d'engager les astronomes à la composition des tables qui est préalable pour rendre usuel ce moyen naturel simple et unique de parvenir à une si utile connoissance [celle des longitudes] ; l'unité du moyen doit animer leurs travaux comme l'importance du succès¹³³.

Branças regrette — avec raison —, que les efforts déployés par les royaumes ne tendent pas vers cet objectif :

[...] Les souverains étant intéressés à animer ce travail par des récompenses, il est à souhaiter que celles qu'ils ont promises tant de fois pour cette découverte, soient appliquées en partie à cette composition, unique moyen d'y réussir. Il y a plus de déterminations concertées à prendre pour la perfection de cette méthode, que de la dépense à craindre¹³⁴.

Pourtant, continue Branças, les structures existent et le travail n'est pas si étranger à celui de la rédaction de la CDT :

Ce seul et véritable moyen de réussir à cette découverte importante dépend de la composition et publication annuelle de quelques tables astronomiques additionnelles à celles que l'Académie des sciences fait publier dans la Connoissance des temps¹³⁵.

Branças assortit son appel d'une clause de publication des éphémérides nautiques plusieurs mois à l'avance chaque année de manière à ce que les marins disposent des éphémérides. Cette disposition sera adoptée avec l'arrivée de Lalande à la tête de la CDT en 1759 !

Mais la proposition de Branças ne peut recevoir le bon accueil que ces réflexions méritent. Ses *Lettres sur la cosmographie* et sa révision du système copernicien le désignent comme un astronome du passé. Par ailleurs, quand Branças parle de tables additionnelles, il tombe dans un projet totalement délirant pour les calculateurs de l'époque. Reprenant des projets déjà suggérés en 1736-37 (Seguin, 1735 et La Jonchère, 1737) et inspirant de futurs prétendants aux longitudes (Silvabelle, 1768, 1769), Branças propose simplement de calculer pour les 360 méridiens terrestres distants de un degré en longitude, et pour presque toutes les latitudes (boréales ET australes, distantes de un degré), les données nécessaires pour l'exploitation des passages des astres (Lune, Soleil, étoiles brillantes et planètes) au méridien, le calcul de l'angle horaire (sic) !

¹³³. AN, MAR, 2 JJ 69 fol. 109 et suiv. (n.p.).

¹³⁴. AN, MAR, 2 JJ 69 fol. 109 et suiv. (n.p.).

¹³⁵. AN, MAR, 2 JJ 69 fol. 109 et suiv. (n.p.).

Il est assez difficile de savoir quelles ont été les influences réelles de ces réflexions sur les astronomes et quel a été le destin du mémoire. Pourtant, les propositions de Brancas sont contemporaines des actions que Lacaille et Le Monnier entreprennent chacun de leur côté pour promouvoir leur méthode : Lacaille suggère à l'Académie l'idée très précise d'un almanach nautique donnant les distances lunaires calculées de quatre heures en quatre heures, Le Monnier fait calculer par Pingré l'*Etat du Ciel* depuis 1753. Remarquons que cette éphéméride devient vraiment nautique, avec les livraisons de 1756 et 1757 qui contiennent de véritables préceptes et explications pour la détermination des longitudes en mer à l'aide du calcul de l'angle horaire et des hauteurs de la Lune.

II.2 ...ET ÉPHÉMÉRIDES DES MARINS

Nos lectures et recherches étaient guidées par la question suivante : les pratiques des marins, tant dans la Marine royale que marchande, correspondaient-elles à celles auxquelles les astronomes travaillaient ?

Nous avons trouvé des indices montrant qu'il existait des pratiques bien différentes et qu'il fallait explorer d'autres pistes : les marins employaient des éphémérides toutes autres que les éphémérides officielles établies par l'Académie royale des sciences. L'écueil à éviter consistait donc à ne pas se limiter à des évidences et aux seules sources connues et exploitées jusqu'à présent.

II.2.1 Quelles tables et quels almanachs pour les marins ?

Un exemple : L'Abrégé du Pilotage de Coubard/Le Monnier (1766)

Le premier indice que nous avons trouvé est la mention d'autres sources de données astronomiques que la CDT ou les EMC dans un traité de navigation du XVII^e siècle, l'*Abrégé du Pilotage* de Guillaume COUBARD (ou encore COUBART ou COUBERT), publié la première fois en 1685 à Brest, réédité plusieurs fois au Havre, revu et augmenté en 1766 par Le Monnier. Coubard était professeur séculier de l'Ecole d'hydrographie de Brest pour les gardes de la Marine et les particuliers. François de Dainville rapporte qu'en 1682 Coubard n'avait pas encore voyagé sur mer et ignorait encore le moyen de faire une bonne estime¹³⁶. Il précède à la chaire d'hydrographie les PP. jésuites chargés de l'instruction des Gardes de la Marine, corps — rappelons-le — créé en 1682. Son successeur, le père Claude-J. Thoubeau est nommé à Brest en 1686 et y enseigne jusqu'en 1700 avant de partir pour Toulon pour y remplacer le père Paul Hoste décédé¹³⁷.

¹³⁶. Dainville, 1960, p. 435 (François de Dainville cite ici Didier-Neuville, *Les établissements scientifiques de l'ancienne marine*).

¹³⁷. Dainville, 1956, pp. 323-338. Danielle Fauque signale que Coubard fils supplée son père déjà âgé en 1716, sans brevet ; il n'obtient son brevet de maître d'hydrographie qu'en 1730 [Fauque, 2001, p. 360].

Dans ses additions, Le Monnier développe les méthodes de recherches des longitudes¹³⁸. A propos du calcul de l'amplitude apparente de la Lune (autre manière de compter les azimuts), Le Monnier indique que pour le calcul,

on peut s'aider au défaut du Globe, d'un calcul ébauché qui se trouve dans les
Etrennes* curieuses & utiles.

La note (*) de bas de page précise : *Etrennes Mignonnes & autres almanachs*¹³⁹.

Le Monnier, suivant visiblement d'assez près le texte original, ne cite pas la CDT et donne les tables juste utiles aux marins et à la résolution des problèmes que peut rencontrer le marin dans sa navigation quotidienne.

Une lettre de Pierre Lévêque au chanoine Alexandre-Guy Pingré en 1775

Le second indice et précieux témoignage que nous regardons comme emblématique de la lutte des astronomes contre les habitudes et les pratiques routinières des marins, nous est fourni par la correspondance de Pingré, conservée à la bibliothèque Sainte-Geneviève¹⁴⁰. Le 12 janvier 1775, Pierre Lévêque, maître d'hydrographie à Nantes¹⁴¹, écrit une lettre à Pingré, lui transmettant un extrait du journal de bord¹⁴² d'un navire « où ni le capitaine, ni les officiers ne sont savants », extrait transmis le 3 janvier 1775 par M. Grivard, sans doute un responsable de la Marine marchande de la ville de Nantes.

Ce navire ayant effectué la traversée de Nantes à Saint-Domingue, Lévêque se propose de vérifier la position d'un écueil particulièrement dangereux pour la navigation et de rectifier les cartes marines de la région. Mais il ne peut cacher son irritation devant l'impossibilité de retrouver les positions du navire à partir des observations effectuées et consignées par le capitaine du navire nommé Moraud :

L'instrument dont le Capitaine faisait usage c'est l'octant de Hadley [...] il n'y a aucune correction dans la déclinaison relativement à la différence des méridiens; ces vils routiniers sont habitués à prendre la déclinaison consignée dans les *Etrennes nantaises* ou dans celles de Paris. Ils comptent 12 minutes de corrections parce qu'ils comptent constamment les demi-diamètres du Soleil de 16 min. et la somme de la réfraction et de l'inclinaison de l'horizon de la mer de 4 min.

[...] j'ai fait chercher le livre de Lock ou les carnets; mais ces MM. suivant leur louable coutume l'avaient perdu. Ce capitaine n'est pas un savant navigateur, ni ses

¹³⁸. Coubard-Le Monnier, 1766, *Abrégé du Pilotage etc.*, Paris, Desaint : « De la longitude en mer », pp. 223-234.

¹³⁹. Coubard-Le Monnier, 1766, p. 232.

¹⁴⁰. Ms 2551, « Correspondance de Pingré », fol. 24-25, Bibl. Sainte-Geneviève (B.S.G.), Paris.

¹⁴¹. Voir le chapitre suivant pour une petite biographie de ce personnage que nous rencontrerons aux côtés du chevalier de Borda dans la partie III, concernant le débat sur les distances lunaires.

¹⁴². Les extraits du Journal de bord et les observations sur la latitude de Saint-Domingue se trouvent fol. 27-28r°.

officiers; mais cependant il est au dessus du commun on peut avoir quelque confiance dans son travail [...].¹⁴³

La suite de la lettre de Lévêque à Pingré n'est pas sans importance. En effet, devant les manques et lacunes énormes du journal de bord de ce navire, Lévêque ne peut retenir ses critiques et un sévère jugement sur le mode de navigation suivi par ces marins :

L'écueil dont je vous parle est à peu près par la même latitude et ne diffère en longitude que d'environ un degré. Si on fait attention aux imperfections des instruments employés anciennement on n'aura pas de peine à sentir que ce peut être le même Ecueil, joignez à cela la grossièreté de l'estime de la plupart des navigateurs¹⁴⁴.

Lévêque demande à Pingré d'intervenir auprès du ministre de la Marine afin que les dispositions des ordonnances royales soient appliquées :

[...] Il y a une partie de l'ordonnance de la marine qui est absolument sans exécution qui est la communication des journaux au professeur d'hydrographie¹⁴⁵. ce point serait cependant très important surtout si on infligeait quelques peines à ceux qui y manqueroient ou les tiendraient inexactement; vous pourriez engager le ministre à remettre en vigueur cet article important. Le professeur d'hydrographie ferait annuellement son rapport des observations importantes qui lui auraient été communiquées et de la manière dont les travaux Nautiques auraient été tenus dans son département¹⁴⁶.

Là où Le Monnier ne fait que transmettre de vieilles pratiques datant de la fin du XVIII^e siècle, Lévêque affirme qu'il faut aller plus loin et être de son temps : passer d'une navigation routinière à une navigation raisonnée.

Pratiques routinières, instruction minimale, formation insuffisante, règlements non appliqués se révèlent être les points d'achoppement d'un usage plus répandu des méthodes de navigations astronomiques¹⁴⁷.

¹⁴³. B.S.G., Ms 2551, « Correspondance de Pingré », fol. 24r°.

¹⁴⁴. B.S.G., Ms 2551, « Correspondance de Pingré », fol. 24v°.

¹⁴⁵. *Règlement du 15 août 1725 concernant la réception des capitaines, maîtres ou patrons, pilotes ou pilotes lamaneurs ou locmans*, titre II, art. 2 : les pilotes devaient apporter leurs journaux de navigation afin de prouver leurs voyages en mer [Lutun, 1995, 10]. La requête de P. Lévêque devra attendre 11 années avant d'être prise en compte dans le code "Castries" du 1^{er} janvier 1786 (voir en annexes, l'inventaire des actes royaux).

¹⁴⁶. B.S.G., Ms 2551, « Correspondance de Pingré », fol. 25r°.

¹⁴⁷. Boistel, 1999, 257-259.

II.2.2 Les *Etrennes maritimes ou nautiques* : un « digest » de l'*Almanach royal*

Que sont donc ces éphémérides mentionnées par ces acteurs de l'histoire de l'astronomie nautique au XVIII^e siècle — un astronome, Le Monnier, et un professeur d'hydrographie, Pierre Lévêque — ? Nous avons cherché à en savoir un peu plus. Notre recherche n'est pas exhaustive ; elle s'est limitée aux almanachs conservés à la bibliothèque municipale de Nantes, fonds qui s'est avéré suffisamment riche — certaines de nos références ne se trouvent pas à la BNF — pour confirmer notre première idée.

De manière générale, la plupart de ces *Etrennes* se présentent comme de petits almanachs de poche (format in-16), avec un contenu astronomique très variable. L'essentiel est consacré à donner un état de la constitution des divers corps de l'armée du royaume, de l'Etat et de la Ville pour lesquels certains volumes sont constitués. On y donne le calendrier, les fêtes mobiles, les saisons, les éclipses et le comput ecclésiastique.

Voici les divers titres que nous avons consultés et systématiquement dépouillés. Cette liste n'est pas exhaustive et ne constitue qu'une ébauche d'une exploration plus vaste de ces éphémérides et de leur diffusion¹⁴⁸.

1. *Etrennes Maritimes pour l'année 1765, [...] contenant des idées générales de la marine & des vaisseaux et l'état des officiers de la Marine à la fin de 1764, à Paris, Nyon, Quai des Augustins.*

Almanach, annuaire et calendrier de tout petit format, 108 pages et 5 planches montrant des navires en coupe ou vue de faces légendées. Son contenu est entièrement dédié à la Marine : historique, classification et description illustrées des navires, listes des officiers par ports. Cet almanach ne comporte pas d'éphémérides astronomiques autres que le calendrier.

Notons que l'hydrographie est définie comme partie distincte de la navigation !

¹⁴⁸. Le *Dictionnaire des Journaux* de Sgard (1991) est un outil. Une ancienne version de ce dictionnaire est constitué par Grand-Carteret, 1896.

2. *Etrennes, mignonnes, curieuses et utiles augmentées [...] pour l'année 1748, Paris, Durand, rue St Jacques au Griffon.*

Nous avons reproduit quelques pages du mois de janvier 1748. Cet annuaire est augmenté de données astronomiques pouvant être utiles aux marins. Par mois, on trouve deux pages d'éphémérides astronomiques avec l'âge de la lune (lunaison), les phases de la Lune, les levers et couchers du Soleil, lieu du Soleil, déclinaison du Soleil, lieu de la Lune (en D. M. avec le signe correspondant), levers et couchers de la Lune. Le reste est un abrégé de l'*Almanach Royal*.

Ces *Etrennes* évoluent notablement, la partie astronomique se réduisant à sa plus simple expression. Pour l'année 1771, par exemple, la partie éphéméride est réduite aux seuls calendrier et phases de la Lune. Les séries étant incomplètes, nous n'avons pas pu retrouver l'année de changement du contenu et la réduction de la partie astronomique. Si du temps de la première édition de l'*Abrégé du pilotage* de Coubard en 1685, ces *Etrennes* suffisaient d'une certaine manière aux marins, lorsque Le Monnier en est encore à le rééditer en 1766, elles ne le sont plus. Le Monnier ne fait pas la correction des sources et la nécessaire mise à jour que son édition aurait dû comporter.

3. *Etrennes intéressantes des quatre parties du Monde, enrichies de cartes géographiques contenant diverses connoissances aussi curieuses qu'utiles & un état très-exact de toutes les troupes du royaume, Paris, Langlois et Deschamps.*

Ces *Etrennes* portent la même cote que l'almanach précédent dans le catalogue d'Emile Péhan — auteur du catalogue de la Bibliothèque Municipale de la Ville de Nantes — annonçant une série continue malgré un contenu et une présentation manifestement différents. Voici rassemblés quelques éléments bibliographiques :

- année 1783, Paris, Langlois (rue du Petit-pont) et Deschamps (rue St Jacques). Nous avons reproduit les tables du mois de janvier 1783. Le contenu astronomique est similaire aux *Etrennes mignonnes, curieuses et utiles*. Notons la présence d'une table de l'équation des horloges, qui est en fait l'équation du temps et le principe de correction des horloges.

Chaque mois, deux pages avec les phases de la Lune, levers et couchers du Soleil, déclinaison du Soleil, lever et coucher de la Lune, lieux de la Lune.

- année 1792, Paris, Langlois et Deschamps. Même contenu qu'en 1783.

Ni les sources, ni le calculateur ne sont connus.

4. *Etrennes nantaises, Nantes, Joseph Vatar.*

Le titre de cet almanach in-24 (ou petit in-18) évolue. D'*Etrennes nantaises*, il devient *Etrennes nantaises, civiles, ecclésiastiques et nautiques calculées au méridien de Nantes*, à partir de 1758. Il gardera ce titre jusqu'en 1792, dernière année de sa parution.

Cet almanach nous a fait découvrir un contenu scientifique plus étendu que les autres références consultées. Il n'est pas surprenant alors que les marins emploient cet almanach si l'on en croit Pierre Lévêque. Notre lecture nous a permis aussi de trouver des indications précieuses sur l'enseignement de l'hydrographie à Nantes : le programme proposé par le P. Simon Chardin est donné dans le volume pour 1757; celui de l'Ecole du Croisic tenue par Jean Digard de Kerguette, est donné dans les *Étrennes* pour 1760. Enfin, les horaires de l'Ecole gratuite d'hydrographie de Pierre Lévêque sont indiqués dans le volume pour 1771. Oliver Sauzereau a récemment mis à jour l'état de nos connaissances sur l'Ecole d'Hydrographie de Nantes¹⁴⁹.

Ces *Étrennes nantaises [...] nautiques* méritaient une étude plus attentive afin de préciser le caractère astronomique et nautique de son contenu.

II.2.3. Un cas local : les *Étrennes nantaises* (1745-1789)

Le *Dictionnaire des Journaux*¹⁵⁰ fournit les renseignements suivants.

Titre court: *Étrennes Nantaises (1745-1789)*. Le titre long est : *Étrennes nantaises et de la Province de Bretagne, augmentées à chaque fois d'une table du lever & du coucher du Soleil & de la Lune, & le passage de la Lune par le méridien*. Le titre est variable selon l'actualité écoulée de l'année. C'est un périodique annuel publié de 1745 à 1789, de 98 à 260 pages environ, de format in-12 (65x112). Il est imprimé à Nantes, chez N. Verger (1745-1750), Jos. Vatar (1754-1757), V^{ve} Vatar (1758-1782)¹⁵¹ et Despilly (1784-1789)¹⁵². On y trouve le contenu habituel des calendriers, étrennes et almanachs mais avec un supplément d'informations.

Cette notice incomplète ne signale ni l'évolution du titre, ni celle du contenu, ni la ou les dates des privilèges accordés aux imprimeurs pour les changements de titre. Jusqu'en 1754, il s'agit surtout d'un almanach local qui comporte les noms des seigneurs et notables de la Ville de Nantes et de la Bretagne, l'annuaire ecclésiastique de Bretagne, les dates des courriers, un abrégé de l'*Almanach Royal*. A partir de 1754, il comporte un état de la Marine de France. Après 1757, il donne des précisions sur les différentes écoles et académies de Nantes.

¹⁴⁹. Travail entrepris par O. Sauzereau (2000) encore à compléter avec notamment les travaux de D. Fauque (2000), P. Lamandé (1991). Nous n'avons pas ici entrepris d'exposer nos propres recherches, qui n'étaient pas essentielles à notre démonstration et qui risquaient de déborder du cadre de la thèse.

¹⁵⁰. Sgard, 1991, tome I, pp. 392-393.

¹⁵¹. [Nantes, 49.674] : années 1758 à 1782, *Étrennes nantaises, civiles ecclésiastiques et nautiques calculées au méridien de Nantes*, chez la veuve de Joseph Vatar puis chez V^{ve} Vatar et fils. Imprimée et vendue chez Despilly, gendre de V^{ve} Vatar en 1777; pour 1772-1775 et 1778, chez Vatar fils aîné; pour 1772, à l'imprimerie Brun l'Aîné. Pour 1776, l'almanach est vendu à l'imprimerie d'Augustin Jean Malassis en 1775.

¹⁵². [Nantes, 49.675] : années 1783 à 1792, à Nantes, chez Despilly, format in-24.

La consultation de la collection conservée à la bibliothèque municipale de Nantes nous a éloigné de l'apparente uniformité indiquée par cette notice. Le premier titre porté en 1745 est : *Etrennes Nantaises et de la province de Bretagne*. Le privilège de publier cet almanach est accordé à N. Verger le 27 août 1745. Suite au privilège accordé le 28 octobre 1754 à Joseph Vatar¹⁵³, « imprimeur du Roi & de Monseigneur l'Evêque; Libraire de la Ville & Police, & de l'Université », pour le changement de titre, l'almanach devient en 1755 : *Etrennes nantaises civiles ecclésiastiques et nautiques pour l'année [...] calculées au Méridien de Nantes*. Le titre affirme clairement sa vocation nautique et la précision du calcul pour le méridien de Nantes, sa vocation astronomique.

Bien qu'incomplète, la collection conservée à Nantes autorise un suivi de l'évolution de son contenu astronomique.

Les tables astronomiques

L'annonce des éclipses occupe le début du volume. Pour l'année 1750 par exemple, on trouve les éclipses de l'année avec un dessin et une carte d'une éclipse partielle observable cette année-ci. Pour chaque mois, on a les phases de la Lune, les levers et couchers du Soleil et de la Lune.

Le contenu astronomique et nautique est précisé aux pages 147 et suivantes avec l'*Usage de la Table du passage de la Lune par le méridien & de la Table des heures de la basse-mer dans quelques ports au jour de la Pleine & Nouvelle Lune*. L'objet de cette table évolue au fil des années. Destiné au seul calcul des marées depuis son introduction, elle sert aussi, à partir de 1757, à connaître l'heure en un lieu du globe (à l'aide d'un cadran solaire ou lunaire).

A partir de 1754, les tables sont assorties d'explications. Par exemple, pour le volume de 1754 : calendrier avec levers et couchers du Soleil et de la Lune (pp. 4-27), suivi de « Remarques sur les tables des levers et couchers du Soleil » (p. 28) qui tiennent compte des réfractions, et de l'« Usage de la Table du passage de la Lune au Méridien » (p. 29).

Le contenu astronomique évolue avec les *Etrennes* de 1757 qui contiennent des tables astronomiques de base utiles pour la navigation :

- 160-163 : « Table de la déclinaison du Soleil à l'heure de son passage au Méridien de Nantes »;
- 164-175 : « Table des amplitudes du Soleil pour tous les degrés de sa déclinaison & pour tous les degrés de latitude depuis l'Equateur jusqu'aux cercles polaires ».

Ces tables permettent de déterminer l'heure en mer et, pour les marins les plus instruits, d'aborder les prémisses des calculs de la longitude.

Le contenu n'évolue plus jusqu'en 1780 au moins (collection consultée jusque là). Nous avons reproduit deux pages des *Etrennes* pour 1778. Loin d'être anecdotiques, ces tables suffisent aux marins pour obtenir l'heure en mer selon la méthode décrite par Bouguer en 1753 (voir notre étude chap.

¹⁵³. Le privilège sera accordé à sa veuve le 9 juin 1762 pour l'impression du volume pour 1763.

III.3), à savoir l'observation d'une hauteur du Soleil, suivie d'une petite réduction graphique ou d'un calcul trigonométrique assez simple. Et peut-être faut-il voir ici une certaine influence pour le changement du contenu opéré en 1755-57 par Joseph Vatar.

Par qui ces tables sont-elles calculées ? La seule indication est que l'almanach est calculé à l'Evêché de Nantes où se trouve aussi le secrétariat. Il est vraisemblable que les éphémérides aient été calculées par le P. jésuite Simon Chardin lors de son séjour à Nantes de 1756 à 1762 comme professeur d'hydrographie et de mathématiques¹⁵⁴.

Nous avons avec les *Etrennes nantaises* un exemple de petit almanach suppléant bien à la CDT, de moindre coût, avec les données suffisantes pour des marins marchands aux connaissances astronomiques réduites.

¹⁵⁴. Sommervogel, 1960-1961, II, pp. 1071-1072 ; Kerviler, 1978, IV, pp. 331-332. Voir O. Sauzereau, 2000, pp. 16-20.

CONCLUSION

A travers une histoire des tables astronomiques au cours du XVIII^e siècle, on note que l'enjeu de l'astronomie est bien la parution d'un almanach nautique officiel destiné à débarrasser les navigateurs de certaines pratiques habituelles et jugées par certains hydrographes et astronomes comme néfastes. Tous les progrès de l'astronomie contribuent à développer les techniques de navigation astronomique. Dans les années 1750, toutes les conditions sont réunies pour que l'une ou l'autre des publications officielles de l'Académie — EMC ou CDT — puisse jouer le rôle qui sera celui du *Nautical Almanac* britannique en 1767. L'Académie dispose des structures et d'une publication toute prête à accueillir les tables requises et attendues. Les esprits des principaux astronomes sont mobilisés par ce travail. Les tables de la Lune se sont suffisamment améliorées pour que le marin puisse déterminer sa position avec une précision acceptable, en rapport avec la précision parfois médiocre des cartes nautiques.

Par ailleurs, l'Académie des sciences est composée de multiples clans qui s'opposent. Ce phénomène amène les astronomes à défendre à tous crins leur propre méthode. Ainsi, en 1755, on est bien loin des propositions de Newton énoncées en 1714, de celles de Fontenelle et Cassini II qui, en 1722, recommandaient que l'on ne cherche pas de hiérarchie dans les méthodes de DLM. Clamant que toutes les méthodes sont complémentaires, Fontenelle et Cassini II s'écrient :

[...] Une méthode sera employée au défaut de l'autre selon les occasions, & il y en aura toujours quelqu'une qui aura lieu ; de plus, l'incertitude qui restera à chacune, sera, ou levée, ou amoindrie, par le concours de plusieurs, selon qu'elles s'accorderont plus ou moins¹⁵⁵.

Cette position philosophique ne tient pas devant les rivalités personnelles. Le Monnier et Lacaille prêchent pour leur propres tables, leurs propres méthodes — respectivement angle horaire et distances lunaires —, et n'imaginent pas de concilier les deux moyens de déterminer la position d'un navire en mer comme il en sera question dans le chapitre III.2.

Des rivalités personnelles, un manque d'implication des instances officielles, Académie et département de la Marine, peut-être une foi dans les méthodes lunaires qui tarde à s'épanouir dans les esprits, freinent l'apparition d'un almanach nautique en France au cours des deux décennies qui vont de 1754 (date du retour de Lacaille du cap de Bonne-Espérance) à 1772, date de l'introduction des tables des distances lunaires anglaises dans la CDT par Lalande (objet de l'étude dans les deux chapitres suivants).

Il faut regarder l'*Etat du Ciel* de Pingré comme un essai d'almanach et d'expérimentation permettant d'envisager la somme de calculs à effectuer pour un tel ouvrage. Il faudra attendre 1785 pour que la CDT se voie munie d'un calculateur auxiliaire, rémunéré comme tel, spécialisé dans les calculs des tables à usage nautique. C'est seulement à cette époque qu'une double volonté académique

¹⁵⁵. HARS 1722 (Paris, 1724), Hist., p. 107.

et ministérielle de faire évoluer les éphémérides astronomiques se manifeste, près de trente années après que de nombreuses voix aient suggéré la publication d'un almanach nautique français.

SECONDE PARTIE - CHAPITRE 2

II.2

UNE PETITE HISTOIRE DE LA *CONNAISSANCE DES TEMPS*
AU XVIII^e SIÈCLE (1678-1795)

PLAN

I. PREMIÈRE ÉPOQUE (1678-1702) - LA CDT DE SA CRÉATION JUSQU'À SA REPRISE EN MAIN PAR L'ACADÉMIE DES SCIENCES

I.1 La création et les débuts de la CDT : Joachim Dalencé (1678-1682).

I.2 Privilège et Imprimeurs de la CDT.

I.3 Comment la CDT devient une publication officielle de l'Académie royale des sciences.

I.3.1 La querelle La Hire- Le Fèvre.

I.3.2 La reprise en main par l'Académie royale des sciences.

II. SECONDE ÉPOQUE (1702-1758) - LES ACADÉMICIENS RÉDACTEURS DE LA CDT

II.1 Jacques Lieutaud (1702-1729).

II.2 Louis Godin (1730-1734).

II.3 Jean-Dominique Maraldi (ou Maraldi II) (1735-1759).

III. TROISIÈME ÉPOQUE (1758-1785) - DE JÉRÔME LALANDE À PIERRE MÉCHAIN

III.1 Jérôme Lalande (1760-1775).

III.1.1 Eléments biographiques.

III.1.2 La succession Maraldi II – Lalande : le « pénible emploi »

III.2 Edme-Sébastien Jaurat (1776-1787).

III.2.1 Eléments biographiques.

III.2.2 La succession Lalande – Jaurat.

III.2.3 La CDT sous la direction de Jaurat.

IV. QUATRIÈME ÉPOQUE (1785-1795) - DE LA REFONTE DE LA CDT EN 1785 À LA CRÉATION DU BUREAU DES LONGITUDES

IV.1 Pierre Méchain (1788-1794), et la refonte de la CDT entre 1785 et 1792.

IV.1.1 Eléments biographiques.

IV.1.2 Les exigences du ministres de Castries : un pas vers un véritable almanac nautique.

IV.1.3 1792 : nouvelle augmentation des fonds destinés à la CDT.

IV.2 1795 : un changement d'époque ? La CDT et le Bureau des longitudes.

V. LES VARIATIONS DE TITRE : *CONNAISSANCE DES TEMPS* OU *CONNAISSANCE DE MOUVEMENTS CÉLESTES* ?

V.1 Lalande impose sa marque.

V.2 Les successeurs de Lalande sous influence.

VI. LES CALCULATEURS DE L'OMBRE

VI.1 Les sources.

VI.2 Une liste des calculateurs et auteurs de la CDT entre 1760 et 1795.

VI.3 Analyse sommaire de l'inventaire des calculateurs de la CDT.

Le chapitre précédent nous a déjà montré que les *textes les plus anodins avaient quelque chose à dire*, selon l'expression d'Emmanuel Poulle¹. La *Connaissance des Temps* (abrégée par CDT dans la suite) est publiée sans interruption depuis 1679. Ni la Révolution, ni la Terreur n'ont empêché la publication de ces éphémérides au XVIII^e siècle, outil quotidien des astronomes professionnels ou amateurs, devenues vitales pour les navigateurs à partir de la fin des années 1760. Un examen rapide des volumes de la CDT publiés tout au long du XVIII^e siècle laisse entrevoir une évolution sensible de son contenu, de son titre, de son volume. Ses différents auteurs sont à des degrés divers impliqués dans les progrès de l'astronomie.

Quelques auteurs ont ébauché une courte histoire de cette publication (Lalande, 1803; Delambre, 1827; Vivienne, 1929). D'autres auteurs en ont donné quelques éléments précieux (Lévy, 1976), parfois discutables (Andrewes, 1996). La base de toute étude sur la CDT est constituée des écrits de Lalande, et surtout sa volumineuse *Bibliographie astronomique* (Paris, 1803) d'une part, et d'autre part, la CDT elle-même.

Cette éphéméride n'a jamais fait l'objet d'une étude historique approfondie. C'est ici l'objectif poursuivi, en limitant cette histoire à la période qui va de la création de la CDT jusqu'aux années qui suivent immédiatement la création du Bureau des Longitudes en 1795.

Nous avons voulu ici pour la première fois, rassembler des éléments fragmentaires de cette histoire afin de mieux mettre en relief l'apport de l'astronome Jérôme Lalande et de comprendre l'importance de cette éphéméride dans l'histoire de l'astronomie nautique et du problème de la détermination des longitudes en mer et de la diffusion des méthodes de DLM.

Nous nous arrêterons sur la période 1760-1775, époque de la première direction de Lalande à l'édition de la CDT, époque où la publication subit des aménagements et modifications importantes du point de vue de son contenu scientifique et de sa forme. Cette histoire met en lumière quelques relations particulières de Lalande avec les deux académies royales françaises dont il fut membre, l'Académie Royale des Sciences de Paris et l'Académie Royale de Marine brestoise.

Cette étude, après avoir présenté brièvement les six académiciens chargés de la CDT jusqu'en 1795, se propose d'établir la liste des calculateurs recrutés comme assistants, méconnus jusqu'à présent pour la plupart d'entre eux. D'une manière générale, et jusqu'à l'époque de Lalande, on ne connaît pas bien la contribution d'autres personnalités aux calculs publiés dans la CDT. Pourtant Lalande donne un certain nombre d'informations sur certaines contributions individuelles. Ces informations sont disséminées tout au long de ses nombreux ouvrages qu'il a été nécessaire d'explorer, de lire et relire patiemment afin de rassembler tous les renseignements permettant de préciser les notices biographiques des calculateurs de la CDT.

Des moments clés dans l'histoire de la CDT ont pu être identifiés et éclaircis, comme les nominations et le statut des rédacteurs de la CDT, l'arrivée de Lalande comme rédacteur des

¹. Poulle, 1981, p. 52.

éphémérides, sa politique de recrutement et de délégation, la succession Lalande-Jeaurat, les variations irrégulières de titre et la réforme de 1785 qui voit la division de la CDT en deux parties, origine des éphémérides nautiques actuelles.

I. PREMIÈRE ÉPOQUE (1678-1702). LA CDT DE SA CRÉATION JUSQU'À SA REPRISE EN MAIN PAR L'ACADEMIE ROYALE DES SCIENCES

Nombreuses sont les tables astronomiques au XVII^e siècle comme il a été montré au chapitre précédent. Almanachs et tables astronomiques sont largement publiés, par des auteurs aux motivations diverses. Le plus souvent établies par des astronomes pour des astronomes, les tables astronomiques servent à la confection de calendriers ou de petits almanachs annuels de poche, à destination de la société lettrée.

La fondation de l'Observatoire Royal à Paris change les données du problème. Les taches à accomplir par les astronomes sont clairement définies : améliorer la cartographie du royaume et assurer les progrès de la navigation. Par son soutien aux sciences, Colbert est l'un des moteurs des progrès de l'astronomie. C'est dans ce contexte de développement des grandes institutions scientifiques que la CDT est créée. D'abord publication privée, elle deviendra en 1702 publication officielle de l'Académie des Sciences, très peu de temps après que celle-ci soit devenue en 1699, une institution reconnue par le Roi, munie d'un règlement, ses membres confirmés statutairement dans leurs fonctions².

I.1 LA CRÉATION ET LES DÉBUTS DE LA CDT : JOACHIM DALENCÉ(1678-1682)

Il semble que Lalande soit à l'origine d'une erreur que de nombreux commentateurs, y compris les rédacteurs de la CDT se sont appropriés. En effet, Lalande explique dans les avertissements de ses volumes de la CDT, que l'auteur du premier volume publié en 1679 fut l'abbé Jean Picard (1620-1682), l'un des plus grands astronomes français de la fin du XVII^e siècle. Cette erreur est reprise en grande partie dans la seule biographie³ un peu consistante de Jean Le Fèvre (1652-1706), le successeur de Picard à la tête de la CDT. Nous y revenons par la suite.

². Voir Costabel, 1988, pp. 153-168 pour les nuances que cette distinction apporte à la compréhension du fonctionnement de l'Académie. D'abord réunion de savants soutenue par ses protecteurs, mais pas vraiment par le Roi, elle obtient en 1699, la reconnaissance qui lui permet de voir ses membres s'investir dans les progrès de la science — par le jeu des pensions —, et étendre ainsi son autorité et son rôle d'expert incontournable au XVIII^e siècle.

³. Tissot, 1872. Remarquons que Tissot ne fait finalement que reprendre à son compte et sans les citer, les notes que Lalande dissémine dans sa *Bibliographie Astronomique*. L'intérêt de ce travail réside dans les quelques informations que livre Tissot pour les premières années de la vie de Le Fèvre.

Le premier auteur de la CDT : JOACHIM DALENCÉ (1678-1682)

J. Lévy (1976, 75-77) a montré que l'histoire concernant cette période allant de 1679 à 1699 restait assez floue. Selon son étude, la dédicace au roi du premier volume paru en 1679 est signée *** de même que le privilège est accordé au Sr ***. Ce privilège est daté du 16 mars 1679. Lalande commet donc une erreur en écrivant à deux reprises que le premier volume parut en 1678⁴. Le véritable auteur des premiers volumes serait, selon J. Lévy, Joachim d'Alencé (ou Dalencé) auteur de plusieurs autres ouvrages contemporains de la première CDT. Pingré, selon J. Lévy, l'aurait aussi oublié (dans ses *Annales célestes du XVII^e siècle*) en attribuant la paternité de la CDT à l'astronome Jean Picard pour l'année 1679. Il semble finalement que les contributions respectives de Picard et de d'Alencé soient confondues entre 1679 et 1682, année du décès de l'abbé Picard⁵. Le premier volume de la CDT comporte les éphémérides pour les années 1679 et 1680, reliées ensemble. La lecture de l'avertissement nous apprend que le projet devait débiter pour l'année 1680, et qu'il se proposait de calculer des éphémérides annuelles pour le méridien de Paris⁶. Mais un grand voyage prévu par le Roi a fait avancer le début des calculs et à la hâte, l'auteur a donné ses éphémérides dès 1679.

On sait peu de choses à propos de d'Alencé. Nous ne pouvons ici que reprendre les éléments de la notice de René Taton⁷. Son père, Martin d'Alencé, chirurgien du roi d'obédience janséniste, lui permit de devenir conseiller au secrétariat du roi le 15 septembre 1663. Astronome et physicien, Joachim d'Alencé acheta un télescope lors d'un voyage en Angleterre au cours de l'année 1668. A cette occasion, il servit d'intermédiaire entre le président de la Royal Society, Henry Oldenburg, et Huygens. Il fut aussi en relation avec Leibniz.

Dalencé abandonne la CDT en 1685, après avoir cédé son privilège à Jean Le Fèvre. Dans l'avertissement du volume pour l'année 1684, on peut en effet lire que les éphémérides sont présentées au Roi pour la sixième fois⁸.

Dalencé rédigea les années suivantes un *Traité de l'Aiman* (Amsterdam, 1687), puis un *Traitez des baromètres, thermomètres et [...] hygromètres* (Amsterdam, 1688) réédité plusieurs fois jusqu'en 1738⁹.

L'imprimeur de la CDT assistant d'Alencé dans sa tâche est, pour la même époque (1679-82), Jean-Baptiste Coignard, imprimeur du Roi.

⁴. Lalande dans Montucla, 1802, IV, p. 320. Voir aussi Lalande, 1803, BA, p. 288.

⁵. Sgard, 1991, p. 241.

⁶. CDT pour 1679 et 1680 (Paris, 1679 et 1680), « Avertissement », p. v [O.P., 21.736].

⁷. DSB, 1971, 3-4, pp. 534-535.

⁸. CDT pour 1684 (Paris, 1684) [O.P., 21.736].

⁹. Maurice Daumas consacre quelques lignes à ces derniers travaux : Daumas, 1953, 78-79.

I.2 PRIVILÈGE ET IMPRIMEURS DE LA CDT¹⁰

1. Un cahier des charges fixé par le Privilège

Il est intéressant d'examiner le privilège d'impression accordé aux imprimeurs de la CDT, ce privilège fixant le cahier des charges auquel doit répondre chaque volume des éphémérides astronomiques. Il détaille le contenu de ce qui doit figurer dans la CDT : tout ce qui doit permettre de déterminer l'heure en mer ou sur terre, de jour ou de nuit, les principaux phénomènes astronomiques (éclipses, éphémérides générales, etc.).

Quel est le contenu de la CDT à cette époque ? Outre les tables usuelles donnant les positions des principaux astres, les heures des levers et couchers de la Lune et du Soleil, le calendrier, on y trouve aussi divers renseignements astronomiques : usage des tables pour connaître l'heure des marées ; mettre à l'heure les horloges à l'aide des observations astronomiques, notamment sur le moyen mouvement du Soleil ; trouver l'heure locale à l'aide des observations de la hauteur des étoiles.

A partir de 1690, la CDT se distingue déjà des autres éphémérides par une grande nouveauté concernant la détermination des longitudes terrestres : l'insertion des tables des immersions et émergences des satellites de Jupiter. L'emploi de cette méthode pour la détermination des longitudes terrestres, complétant les résultats de la nouvelle géodésie qui connaît son essor avec l'abbé Picard — il développe la technique de triangulation — sera à l'origine d'une révolution cartographique du royaume à la fin du XVII^e siècle¹¹.

Les longitudes (sur mer ou sur terre) ne sont pas véritablement traitées, sauf dans des discours de principe. Le rédacteur des éphémérides édite par exemple des « *Avis pour ceux qui cherchent les longitudes par la pendule* »¹². A partir des années 1686-87, on trouve quelques tables donnant la « *déclinaison de l'aiguille aimantée* » ainsi que les passages de la Lune au méridien de Paris. Mais ces tables ne sont assorties d'aucune méthode ou explication pour en déduire les longitudes, en mer par exemple.

Jean Picard décède en 1682. Joachim Dalencé assure la parution de la CDT en 1683-84. Jean Le Fèvre le remplace, très certainement pour la parution des 17 volumes, allant des années 1685 à 1701. Les premiers numéros sont signés Le Fèvre à la suite de l'adresse au roy, mais ne le sont plus que par le

¹⁰. Sgard, 1991, p. 241.

¹¹. *Recueil d'Observations faites en plusieurs voyages par Ordre de Sa majesté, pour perfectionner l'Astronomie et la Géographie, avec divers Traitez astronomiques, par Messieurs de l'Académie Royale des Sciences*, Paris, Imprimerie Royale, 1693 ; *Carte de France Corrigée par Ordre du Roy sur les Observations de M^{SS} de l'Académie des Sciences*, carte hors-texte [voir Picolet (dir.), 1987, pp. 206-311, « Géodésie et Cartographie » dans l'œuvre de Picard]. La nouvelle carte de France est présentée à l'Académie des Sciences dès 1683 ; elle est l'œuvre de Jean Picard (1620-1682), Philippe de La Hire (1640-1718) et Jean-Dominique Cassini (1625-1712). Voir aussi Chapuis, 2000, pp. 89-93.

¹². Par exemple, CDT pour l'année 1680, pp. 73-81 [OP 21.736].

signe *** pour les volumes des années 1690¹³. J. Lévy nous apprend que le privilège avait été cédé à Jacques Lieutaud en 1693, repris par Dalencé en 1695 qui avait accusé Lieutaud d'incompétence. Il aurait été souhaitable que J. Lévy cite ses sources car il ne nous a pas été possible de confirmer cette affirmation ; il est en effet étonnant de ne pas voir mentionné Le Fèvre dans la signature pour les numéros de ces années. Il est vraisemblable que les auteurs se mêlent à nouveau pour les numéros des années 1690 à 1699.

La querelle qui bientôt va opposer Le Fèvre à la famille La Hire atteste bien que Le Fèvre est le principal auteur des éphémérides pour les années 1700 et 1701. Suite à cette violente polémique, Le Fèvre est destitué par l'Académie en 1701 pour manquement au règlement. Lalande, Delambre à sa suite, et Tissot nous en content les principaux événements qu'il a été nécessaire de vérifier et compléter par la lecture des procès-verbaux des séances de l'Académie.

2. Le privilège est transmis à l'Académie des Sciences

Suite à cette querelle exposée plus bas, le comte de Pontchartrain transmet le privilège à l'Académie en janvier 1701¹⁴.

L'édition de La Connaissance des Temps semble comprise dans le privilège général octroyé à l'Académie des Sciences en 1704, l'autorisant à publier comme bon lui semblera, tout ce qu'elle jugera important, « *Toutes les Recherches ou observations journalières & Relations annuelles de tout ce qui aura été fait dans les Assemblées de l'Académie Royale des Sciences [...]* »¹⁵.

Un nouveau privilège sera accordé à l'ARS en la personne de son Président, Jean-Paul Bignon¹⁶, le 1^{er} juillet 1717 pour une durée de quinze ans¹⁷.

3. Les imprimeurs de la CDT¹⁸

1679-1728 : une grande diversité d'imprimeurs

Pour l'année 1683, la CDT est imprimée par Denys Thierry. De 1684 à 1699, par Estienne Michalet, en 1700 par la Veuve Etienne Michallet. On note aussi Antoine Lambin pour les années 1688 à 1699.

¹³. Les années sont d'ailleurs indiquées en chiffres arabes à partir du volume pour les années 1690 et 1691.

¹⁴. PV ARS 1701, T. 20, mercredi 19 janvier 1701, fol. 26v°.

¹⁵. CDT 1711, *Privilège du Roy*, pp. 204-206.

¹⁶. L'abbé Jean-Paul Bignon (1662 - 1743), bibliothécaire du Roi, académicien honoraire en 1691 puis premier titulaire honoraire en 1699.

¹⁷. Voir par exemple CDT 1727, p. 196.

¹⁸. Sgard, 1991, p. 241.

A partir de 1701, on trouve curieusement plusieurs imprimeurs se partageant sans doute le travail. Jusqu'en 1702, comme le souligne R. Hahn¹⁹, la *Connaissance des temps* est gérée comme une entreprise commerciale par son éditeur et son (ou ses) imprimeur(s). De 1690 à 1713, l'éphéméride est imprimée par Veuve et fils Jean Boudot. Mais l'impression est aussi assurée en 1701 par Jean-Baptiste Delespine, puis de 1702 à 1708 par Jean Boudot, imprimeur du Roi et de l'ARS depuis le 13 février 1707 conformément au traité passé avec son père le 3 juillet 1699.

A partir de 1713 et jusqu'en 1728, l'astronome Jacques Lieutaud, premier académicien rédacteur de la CDT, transfère l'autorisation d'imprimer les éphémérides à Jean Mariette. On trouve aussi la CDT chez la Veuve Antoine Lambin de 1702 à 1722.

En regroupant toutes ces informations, on peut se demander si la CDT n'a pas été imprimée ou débitée par plusieurs imprimeurs-libraires à la fois. Françoise Bléchet ne le précise pas dans sa notice²⁰; une telle situation serait alors contraire aux termes du privilège.

1729-1795 ; l'Imprimerie Royale

Après la reprise en main par l'Académie royale des sciences en 1702 — dans des circonstances exposées ci-après —, c'est finalement l'Imprimerie Royale qui assurera l'impression de la CDT, de 1729 jusqu'à la Révolution.

En 1766, la CDT est vendue 3 livres²¹, ce qui en fait un ouvrage assez cher pour ce qu'il est.

A partir de 1795, l'Imprimerie de la République assure l'édition sous le contrôle de son directeur, le C^{en} P.D. Duboy-Laverne; l'impression en est confiée à l'imprimeur Dupont (rue de la loi) jusqu'en 1797 inclus, puis à Duprat (Quai des Augustins).

¹⁹. Hahn, 1993, p. 88.

²⁰. Bléchet, 1991, p. 241.

²¹. JDS, 1766, “ Connaissance des Mouvemens célestes pour l'année commune 1767 ”, août 1766, p. 513.

La C.D.T., un ouvrage devenu rare et précieux en 1800

En 1798-1799, Duprat prend l'initiative de réunir une collection d'anciens numéros de la CDT²² depuis 1760 ainsi que quelques numéros antérieurs. Ces anciens volumes sont vendus trois francs pour les numéros ordinaires, cinq francs pour les numéros les plus rares et deux francs pour les numéros antérieurs à 1760. Les numéros les plus chers — et déjà les plus rares — sont ceux postérieurs à 1760, époque où sous l'impulsion de Lalande sont insérés de nombreux mémoires d'astronomie. Ces volumes sont déjà considérés comme ayant une grande valeur historique et scientifique. Selon Grand-Carteret (1896, p. 20), la CDT est au début du XIXe siècle vendue 2 francs.

En 1804, J.J. Marcel remplace Duboy-Laverne à la tête de l'Imprimerie de la République et l'impression est confiée à Courcier (Quai des Augustins).

I.3 COMMENT LA CDT DEVIENT UNE PUBLICATION OFFICIELLE DE L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES

I.3.1 La querelle La Hire-Le Fèvre

Le successeur de Picard et de Dalencé se nomme Jean Le Febvre (ou Le Fèvre)²³, astronome pour lequel les éléments biographiques sont bien minces. La seule notice consistante, base de toutes celles qui suivront, est due à Lalande²⁴. L'étude biographique d'Amédée Tissot (1872) doit presque tout à Lalande et n'apporte finalement pas grand-chose de nouveau, si ce n'est quelques informations sur sa vie à Lisieux.

Jean Le Fèvre né à Lisieux, le 9 avril 1652 (?), est mort à Paris en 1706. Il aurait été tisserand, ouvrier toilier à ses débuts selon la tradition biographique²⁵. Il fut l'ami d'un astronome amateur, le père Pierre — originaire de Lisieux et qui fut professeur de rhétorique au collège de Lisieux à Paris — qui travailla aux côtés de Picard et de P. de La Hire. Le père Pierre, son maître en astronomie, recommanda Jean Le Fèvre à l'abbé Jean Picard. Ce dernier, après avoir constaté les capacités de Le Fèvre aux calculs astronomiques²⁶, l'engagea à la CDT. Jean Le Fèvre assista La Hire dans ses observations astronomiques et lors d'opérations géodésiques effectuées le long de la Méditerranée,

²². CDT an X (sept. 1801-sept. 1802), publié à Paris en 1799, page 2.

²³. d'après la notice de R. M. McKeon, DSB, 7-8, pp. 131-132 ; Tissot, 1872; Lalande, 1803. On trouve les trois orthographes : Le Fèvre (la plus courante), Le Febvre ou Lefebvre en un seul mot. Nous avons opté pour Le Fèvre.

²⁴. Lalande, 1803, BA, pp. 312-314 et pp. 341-344.

²⁵. Tissot, 1872. Vivielle, 1929, p. 339. Le très mince dossier biographique de Le Fèvre aux archives de l'Académie des sciences ne comporte qu'une petite coupure de journal extraite du *Moniteur du Calvados* du 17 janvier 1935 (ou 37), qui reprend les éléments de la notice de Tissot, elle-même très inspirée de Lalande...

²⁶. Selon Lalande (1803, p. 313), Tissot (1872), Picard lui aurait demandé de calculer une tables des passages de la Lune au méridien.

entre septembre et décembre 1682. Tissot rapporte que Le Fèvre et La Hire furent chargés du nivellement pour l'alimentation des eaux de Versailles, en 1684 et 1685. Le Fèvre devint membre de l'ARS peu de temps après : il fut reçu astronome en 1688 et fut le premier astronome titulaire nommé par le Roi le 28 janvier 1699²⁷. Dans la très courte notice qu'il lui consacre, Lacaille lui attribue le titre d' « ingénieur pour les instruments de mathématiques ».

Les relations conflictuelles et les rivalités entre Le Fèvre et les La Hire nous sont essentiellement connues par la longue notice de quatre pages que consacre Lalande à cette histoire — avec quelques erreurs ou omissions — dans sa *Bibliographie Astronomique*²⁸, et quelques lignes dans *l'Histoire de l'Académie royale des sciences pour 1701*²⁹. Cette querelle au sein de l'Académie étant méconnue, et dans notre intention de rassembler les éléments épars de l'histoire de la CDT, nous avons pensé qu'il était bon de reproduire le récit de Lalande en annexe à cette partie. On peut juger des termes agressifs employés par Le Fèvre, qualifiant La Hire fils « *de nouvel auteur, rempli d'un esprit de vanité, de présomption et de mensonge...* »³⁰.

Résumons cette histoire.

La querelle semble débiter peu de temps après la parution en 1687 des tables astronomiques du Soleil et de la Lune de Philippe de La Hire³¹. Ces tables furent réimprimées à de nombreuses reprises (Ingolstadt, 1722 par Grammatici; 1725 par Klimm) et traduites en français par lui-même en 1733, puis par Godin en 1735. Lalande précise que ces tables servirent longtemps et assurèrent l'autorité de Philippe de La Hire pour plusieurs décennies. A cette époque, Le Fèvre aurait accusé La Hire d'avoir pillé ses tables astronomiques et de les avoir signées comme les siennes. Toutefois, cette première querelle restera discrète et confidentielle, jusqu'en 1702³².

Le Fèvre fit imprimer dans la CDT pour l'année 1701, un avertissement dans lequel il chargeait lourdement les deux astronomes père et fils La Hire de fautes astronomiques graves. En effet, il accusa La Hire fils (Gabriel-Philippe de La Hire) de s'être trompé dans le calcul de l'éclipse du 15 mars 1699 et La Hire Père d'avoir (volontairement ?) « truqué » ses observations de l'éclipse de Lune du 20 novembre 1695 pour mieux les faire correspondre à ses calculs faux ! L'erreur était d'autant plus grave que Le Fèvre accusait les La Hire de s'être mal servi des *Tables Rudolphines* de Kepler³³ ! Le Fèvre

²⁷. Maindron, 1895, p. 57.

²⁸. Lalande, 1803, BA, pp. 341-344.

²⁹. HARS 1701 (Paris, 1704), Hist., pp. 113-114.

³⁰. Lalande, 1803, BA, pp. 341-342.

³¹. P. de La Hire, 1687, *Tabularum astronomicarum pars prior de motibus solis et lune &c.*, Paris, in-4°. Nous avons consulté diverses éditions conservées dans les collections de la bibliothèque municipale de Poitiers [B 1674; B 1663; B 1675] et de la Médiathèque de Nantes [19427*rouge; 19430].

³². McKeon, DSB, 1971, 7-8, p. 132.

³³. Tissot (1872) rapporte les notes suivantes qu'il aurait trouvées dans les manuscrits de Le Fèvre (sans citer ses sources) : Le Fèvre explique qu'il avait reçu des mains d'un astronome, une note expliquant qu'il fallait augmenter d'une demi-minute le mouvement séculaire du Soleil qui était dans les *Tables Rudolphines*. Ensuite Jean Picard lui avait donné

jetait ainsi le discrédit sur Gabriel-Philippe de La Hire, éditeur en 1700 de nouvelles éphémérides³⁴ : il le soupçonnait de ne pas en être le véritable auteur³⁵.

Lalande donne les extraits des registres de l'Académie qu'il a été utile et nécessaire de compléter³⁶.

L'Académie réagit vivement lors de la séance du 7 décembre 1700. Jugeant très offensantes les accusations de Le Fèvre à l'égard des La Hire, Le comte de Pont-Chartrain demanda dans un premier temps l'exclusion pure et simple de Le Fèvre. Sur intervention de Jean-Paul Bignon, Le Fèvre fut maintenu. Mais il fut exigé qu'il retire tous les exemplaires de la CDT de l'impression, qu'il en change la préface et la remplace par une autre contenant les éloges du travail des La Hire.

Lalande (et Tissot) nous disent qu'ils réussirent, après de longues années d'efforts et de recherches obstinées, à retrouver l'avertissement incriminé, dont ils donnent de larges extraits. La collection de la CDT conservée dans les Archives de l'Observatoire de Paris³⁷, provenant du Dépôt des Journaux de la Marine (les volumes sont frappés aux armes du Dépôt, avec une ancre de Marine), contient le volume de l'année 1701. Or, celui-ci comporte tout naturellement l'avertissement de Le Fèvre prétendu introuvable, dans lequel il charge lourdement les La Hire sans toutefois les citer. Compte tenu de la présence des armes du Dépôt des journaux, cartes et plans de la Marine, il devrait rester un grand nombre d'exemplaires de la CDT pour 1701 comportant cet avertissement. De surcroît nous avons cru y discerner en marge une note de la fine et menue écriture de Lalande !

A la suite de cette polémique, l'Académie devint responsable de la publication de la CDT. Le comte de Pontchartrain retira en 1702 le privilège à l'éditeur privé et le transmit à l'ARS³⁸. Voici comment l'Académie rendit compte de cette affaire en 1701 :

Il arriva cette année dans l'Académie un événement qui eut rapport à l'Astronomie, & à la discipline Académique. M. Le Fèvre, qui faisoit tous les ans le livre de la *Connoissance des Tems*, ayant parlé de deux Académiciens dans la Préface du Livre qu'il fit pour 1701. autrement qu'il ne lui étoit permis de parler de deux de ses confrères, & de deux hommes de mérite ; [en marge, MM. de La Hire pere & fils] ; M.

une table de l'équation séculaire du Soleil et une autre de J.D. Cassini. « *C'est ainsi qu'il était parvenu à calculer la CDT avec plus d'exactitude qu'on ne l'avait fait avant lui* » (Tissot, 1872).

³⁴. Lalande indique G.-P. de La Hire, 1700, *Ephemerides ad annum 1701*, Paris [BA, 338]. Nous n'avons pas retrouvé ce titre mais le suivant : G.-P. de La Hire, 1700-1702, *Regiæ scientiarum Academiæ ephemerides, juxta recentissimas observationes ad meridianum parisiensem [...] ad annum 1701 [-1703]*, Parisiis, J. Boudot, 1700-1702 [BN, V-8413, V-15602, V-15603, V-15604]. Lalande, comme la plupart des auteurs du XVIII^e siècle, avait l'habitude d'abrégé les titres.

³⁵. Lalande, 1803, BA, p. 338.

³⁶. [A.A.S.] PV ARS, 1700, T. 19, mardi 7 déc. 1700, fol. 404v^o-405r^o; mercredi 15 déc. 1700, fol. 409r^o. PV ARS 1701, T. 20, mercredi 19 janv. 1701, fol. 26v^o ; samedi 11 juin 1701, fol. 207v^o. PV ARS 1702, T. 21, samedi 1^{er} janv. 1702, fol. 8r^o; mercredi 18 janv. 1702, fol. 21r^o; samedi 21 janv. 1702, fol. 23r^o; mercredi 1^{er} fév. 1702, fol. 47r^o.

³⁷. [OP, 21.736].

³⁸. Académie des Sciences, 1996, *Guide...*, p. 126.

le comte de Pontchartrain voulut d'abord exercer contre lui la plus grande rigueur des loix de la Compagnie ; mais à la prière de tous les Académiciens, & des deux mêmes qui pouvoient être offensés, il se relâcha, & consentit que M. le Fèvre en fût quitte pour supprimer la Préface, & en mettre à la place une autre d'un style tout différent. D'un autre côté, comme cette préface avoit été imprimée à la faveur d'un Privilège général accordé pour la CDT, M. le chancelier retira ce Privilège dont on avoit abusé, & le donna à l'Académie, afin que le public ne fût pas privé d'un Livre qui lui étoit fort utile. La Compagnie étant donc chargée de ce nouveau travail, M. l'abbé Bignon, nomma le P. Gouye & MM. l'abbé Galois, de La Hire & Homberg, pour en faire chacun un plan, & le rapporter à l'Académie, qui ensuite en formeroit un de toutes leurs différentes idées. Le public a déjà vû au commencement de 1702, le premier essai de ce travail, que l'on prétend rendre plus parfait³⁹.

Le 15 décembre 1700, Le Fèvre, malade, s'excusa de ne pouvoir assister aux séances et manifesta sa volonté de se plier aux exigences d'excuses publiques imposées par Pontchartrain. Les académiciens, soucieux d'éviter un fâcheux précédent, demandèrent que Le Fèvre ne soit pas soumis à demander pardon en pleine Assemblée, lui évitant ainsi une humiliation publique. Bignon accepta et leva la sanction.

Le Fèvre reprit sa place dans l'Assemblée à partir de la fin janvier 1701 et assista aux séances jusqu'au mois d'août. A partir des mois d'août et septembre 1701, il ne figure plus dans la liste des académiciens présents aux séances.

Le 18 janvier 1702, l'Académie, prenant le prétexte du manque d'assiduité de Le Fèvre aux séances obligatoires de la compagnie, l'en exclut définitivement. L'historien de l'Académie relate cette exclusion dans HARS pour 1702, précisant les mouvements de poste provoqués par cette exclusion :

Monsieur Le Fèvre, astronome de l'Académie, ayant cessé pendant plus de deux mois de venir aux Assemblées, sans avoir de congé du Roy, M. le comte de Pontchartrain déclara que par l'art. 19 du Reglement sa place de pensionnaire étoit vacante. Elle fut remplie par M. Maraldi, qui étoit à Rome [...]. La place de Geomètre associé qu'avoit M. Maraldi fut remplie par M. Carré, & M. Varignon qui par la promotion de M. Carré venoit à manquer d'Eleve, nomma M. Guinée⁴⁰.

Il est possible de retrouver cet épisode dans les registres manuscrits de l'Académie à la date du 18 janvier 1702 :

³⁹. HARS 1701 (Paris, 1704), Hist., pp. 113-114.

⁴⁰. HARS 1702 (Paris, 1705), Hist., p. 79.

M. le Président a dit que M. Le Fèvre n'étant point venu à l'Académie depuis qu'on étoit rentré à la Saint-Martin, et cela sans avoir eu congé, ni aucune excuse valable, sa place étoit vacante, aux termes du règlement, par une absence de deux mois, et que pour la remplir, on procéderoit samedi à la nomination de trois sujets⁴¹.

Le Fèvre sera finalement remplacé par Giacomo Filippo Maraldi (dit Maraldi I) — l'oncle de Giovanni Domenico Maraldi (II), futur rédacteur de la CDT — à la séance du mercredi 1^{er} février 1702⁴²; il était en concurrence avec La Hire le fils et Laurent Pothenot⁴³.

L'exclusion de Le Fèvre est regardée par Lalande comme un triste épisode :

Cette tracasserie, écrit Lalande, qui intéresse l'histoire de l'astronomie, [...] fit perdre un astronome utile pour un qui ne l'était point.⁴⁴

Joseph-Nicolas Delisle rend lui aussi justice à l'astronome Le Fèvre, stigmatisant les « petites » erreurs ou approximations laissées de côté par les La Hire dans leurs calculs d'éclipses. Dans un mémoire lu en 1721 et dont il n'a laissé aucun manuscrit au secrétariat de l'ARS, Delisle remet en cause le principe même du calcul des éclipses pratiqué par les La Hire et Lieutaud dans la CDT : la régularité ou l'uniformité du mouvement apparent de la Lune au Soleil pendant une heure entière⁴⁵.

Nous avons reproduit à la fin de ce chapitre, la notice que Lalande consacre à la querelle Le Fèvre-La Hire⁴⁶.

On ne connaît presque rien des dernières années de Jean Le Fèvre. R. McKeon signale une confusion faite par Tissot et d'autres auteurs — excepté Lalande —, entre ce Jean Le Fèvre et un autre Jean Lefebvre (Jean I) connu comme facteur d'instruments scientifiques ou “ ingénieur en instruments de mathématiques ”⁴⁷. Mais R. McKeon en commet une autre en confondant Le Fèvre avec Jean de Beaulieu, auteur d'éphémérides (voir le chapitre II.1). Rappelons ce que Lalande indique à plusieurs

⁴¹. PV ARS, 1702, T. 21, mercredi 18 janvier 1702, fol. 21r°.

⁴². PV ARS, 1702, T. 21, mercredi 1^{er} février 1702, fol. 47r°.

⁴³. Laurent Pothenot (1650-1732), académicien géomètre le 23 juillet 1682, professeur au Collège Royal. Il n'a pu être exclu pour absence avant 1699 comme l'indique l'Index biographique de l'A.S. (1979, p. 424), puisqu'il avait été choisi le samedi 21 janvier 1702 avec La Hire le fils et Maraldi I pour remplacer Le Fèvre, exclu.

⁴⁴. Lalande, 1803, BA, p. 341.

⁴⁵. Delisle, 1757, pp. 490-495.

⁴⁶. Lalande, 1803, BA, pp. 341-344.

⁴⁷. DSB, 7-8, p. 132. Lalande, 1803, BA, pp. 338, 345 : on trouve mention en 1700 de la parution à Paris, d'une *Description et usage du planisphère nouvellement mis en pratique par Jean Lefebvre, ingénieur pour les instruments de mathématiques* (14 pp.). Il est clair que Lalande ne confond pas les deux Jean Lefevre.

reprises, à savoir que Jean de Beaulieu était le pseudonyme de Charles Desforges, vicaire astronome de Saint-Gervais⁴⁸.

I.3.2 La reprise en main par l'Académie royale des sciences

En 1702, le changement de titre souligne le changement de direction⁴⁹ : *Connaissance des temps pour l'année 1702 au méridien de Paris publiée par ordre de l'Académie Royale des Sciences et calculée par M. Lieutaud*. Deux ans à peine après avoir vu son existence reconnue par le Roi, l'Académie des sciences assure donc son contrôle sur les publications astronomiques, confirmant ainsi son rôle d'expert dans l'arbitrage des problèmes scientifiques. Contrairement à ce que l'intitulé de la CDT pour 1702 laisse entendre, la direction des premiers volumes est collégiale. Plusieurs académiciens sont ainsi impliqués dans une révision du plan des éphémérides de la CDT. Très peu de temps après les épisodes du mois de décembre 1700 à propos de la querelle Le Fèvre - La Hire, l'Académie est chargée de la CDT. Le mercredi 19 janvier 1701, Bignon annonce le transfert du privilège à l'ARS pour vingt années :

[...] L'Académie étant donc chargée de faire à l'avenir la Connaissance des Tems, M. le Président a voulu pour rendre ce travail plus complet et plus utile, que le P. Gouye, M^{rs}. Gallois, de La Hire et Homberg en fissent chacun un plan, et le rapportassent a la Compagnie qui en formera un de leurs différentes idées⁵⁰.

C'est en équipe que les quatre académiciens sollicités individuellement présentent le nouveau plan de la CDT le samedi 11 juin 1701 :

Les commissaires només pour faire le plan de la CDT, l'ont lû à la Compagnie qui y a fait quelques observations. Ils y auront égard et montreront le plan encore une fois⁵¹.

Un plan définitif a dû être présenté en cette fin d'année 1701 dont nous n'avons pas (encore) pu retrouvé trace. Le 1^{er} janvier 1702, une équipe est désignée par Jean-Paul Bignon pour l'élaboration de la CDT :

M. le Président a nommé pour travailler cette année à la CDT le P. Gouye, M^{rs}. Sauveur, Homberg et Lieutaud⁵².

⁴⁸. Lalande, 1803, BA, pp. 338 et 341 entre autres.

⁴⁹. Sgard, 1991, p. 241.

⁵⁰. PV ARS, 1701, T. 20, mercredi 19 janv. 1701, fol. 26v°. A rapprocher de la note publiée dans HARS 1701 (Paris, 1704), Hist., pp. 113-114.

⁵¹. PV ARS, 1701, T. 20, samedi 11 juin 1701, fol. 207v°.

Le volume de 1702 est signé Lieutaud ; il ne comporte aucun avertissement, et ne précise rien sur le transfert du privilège.

Sous les auspices de l'ARS, la CDT subit quelques modifications mineures et quelques nouveautés apparaissent. Dès l'année 1703, le format est plus grand, faisant passer la CDT, de simples *Etrennes* ou *Almanach* de poche, au format plus habituel des numéros ultérieurs publiés dans les dernières décennies du XVIII^e siècle.

A partir de l'année 1729⁵³, la liste des membres de l'Académie est donnée en fin de chaque volume de la CDT, sous le titre *Noms et adresses de Messieurs de l'Académie royale des Sciences*. On trouve dans cette liste, l'année d'entrée à l'Académie, la classe, les titres de chacun des académiciens et leur lieu de résidence. Ces informations figuraient déjà depuis 1711 dans l'*Almanach royal*.

En 1748, l'Académie décide d'ajouter la liste des membres correspondants de l'Académie. Cette liste donne, classés par ordre chronologique de leur nomination, le nom, la date d'obtention des lettres de correspondances, l'académicien correspondant, le lieu de résidence et les titres de chacun des correspondants. Ces annuaires font de la CDT un instrument précieux pour l'historien et un outil de recherche inégalable en ce qui concerne les échanges épistolaire entre les académiciens et leurs correspondants.

Lalande eut l'occasion de se plaindre de ces correspondances à quelques reprises. Dans son éloge de Pierre Mallet-Favre (voir ci-après), son plus fidèle et assidu correspondant, il remarque que la plupart de ceux-ci ne satisfont généralement pas aux obligations de leur charge et qu'il y a tout lieu de s'en plaindre⁵⁴.

⁵². PV ARS, 1702, T. 21, samedi 1^{er} janvier 1702, fol. 8r^o.

⁵³. [A.S.], *Guide de recherches*, p. 125.

⁵⁴. Lalande, 1803, BA, p. 699 : « [...] devoir, qui était fort mal rempli par la plupart de nos correspondans en titre. ». Notons pour clore ce paragraphe, que la réciproque existe. Samuel Koenig est élu correspondant de Clairaut le 23 décembre 1739 [*Tableau chronologique de l'Académie Royale des Sciences de Paris depuis son établissement en 1666 jusqu'en 1774*, p. cix, A.A.R.S., Paris] (il n'apparaît pas dans les listes des correspondants données dans la CDT). Dans une lettre écrite à Maupertuis en février 1741, Koenig, évoquant un ouvrage de ce dernier, se plaint de l'absence de réponses de la part de Clairaut : « [...] je meurs d'envie de voir la géographie, mais Mons : Clairaut est l'homme du monde le plus négligent à mon égard. Je suis son correspondant, mais Dieu sait comme nous correspondons. A cinq ou six lettres il ne répond pas une fois. L'ouvrage se distribueroit actuellement sans cela ». [Le Sueur, A., 1896, *Maupertuis et ses correspondants*, Slatkine Reprints, Genève, 1971 : Lettre VI, pp. 116-118, de Berne, le 11 février 1741].

II. SECONDE ÉPOQUE (1702-1758) - LES ACADÉMICIENS RÉDACTEURS DE LA CDT

Nous donnons ci-après la liste des trois académiciens et directeurs de la CDT jusqu'en 1758. Nous avons ajouté quelques éléments biographiques⁵⁵ de ces personnages généralement méconnus quand ce fut possible. Nous n'avons pas voulu ici écrire (ou réécrire) une biographie complète de ces astronomes mais insister sur leurs contributions à la CDT.

La transmission de la charge éditoriale de la CDT s'effectue lors de l'élection du prédécesseur comme pensionnaire de l'A.R.S., le règlement interdisant le cumul de la pension d'académicien pensionnaire et de la somme allouée à la rédaction des éphémérides. Cette gratification, jusqu'à l'arrivée de Méchain en 1785, s'élève à 800 Livres⁵⁶, montant de la pension d'un adjoint, inférieure à la pension d'un associé ou d'un pensionnaire de l'A.R.S. (1000 livres minimum)⁵⁷.

Notons qu'un jeu sur le cumul des charges, des pensions et autres gratifications, font qu'un académicien pensionnaire vit avec des revenus de 3000 à 6000 Livres par an⁵⁸.

II.1 JACQUES LIEUTAUD⁵⁹ (ARLES, 1660 - PARIS, 1733) : DE 1702 A 1729

Astronome, professeur de mathématiques. Sa carrière académique s'établit comme suit : élève-astronome au 4 mars 1699; adjoint astronome le 8 janvier 1716; reçu associé astronome le 23 août 1726 (remplaçant Guillaume Delisle décédé); reçu pensionnaire astronome le 4 février 1730 (remplaçant J.P. Maraldi, décédé).

Lieutaud fut éditeur de la CDT de 1702 à 1729, publiant 28 volumes, aidé et soutenu par Réaumur, Gallon⁶⁰ et Jacques Cassini⁶¹. Dès l'année 1702, la CDT avait été envisagée par l'Académie

⁵⁵. Eléments extraits des courtes notices données par : Maindron, Ernest, 1895, *L'ancienne Académie des Sciences. Les académiciens 1666-1793*, Paris, B. Tignol; les notices publiées dans Gillispie (Dir.), *Dictionary of Scientific Biography*, N.Y. Autres notices dans Michaud, Quérard etc.

⁵⁶. PV ARS, tome 72, fol. 471-472 : séance du 19 août 1752, *Etat des comptes de l'Académie Royale des Sciences, dépenses et recettes*: Maraldi II reçoit 800 livres pour la rédaction de la CDT. Voir aussi A.A.S, Comité de Trésorerie, 1761-1776.

⁵⁷. [A.A.S, comité de trésorerie, années 1761 à 1776]. 40000 Livres sont distribuées en pension et autres augmentations extraordinaires. Outre ces pensions, quelques sommes sont distribuées pour des charges annexes comme, par exemple, la rédaction de la CDT (800 Livres), pour la rédaction des extraits destinés au JDS (en 1762, Bezout en est chargé et reçoit 800 Livres pour cette charge).

⁵⁸. Exemple pour Alexis Clairaut (1713-1765) : le comité de trésorerie nous indique qu'en 1763, par exemple, Clairaut reçoit 1000 Livres de pension, plus 2000 Livres d'« augmentation extraordinaire ». Il faut y ajouter 1500 Livres pour son poste au perfectionnement de la Marine [AN, MAR, C².117], une pension de 1000 Livres octroyée par la Maison du Roi le 1^{er} nov. 1737 suite au Voyage en Laponie [AN, O¹.81, fol. 377], soit 5500 Livres annuelles. Il faut encore y ajouter sa charge de rédacteur du JDS (800 à 1000 Livres).

⁵⁹. Quérard, V, p. 303; Michaud, vol. 23-24, p. 514. Sgard, 1991, p. 242. Dossier biographique aux A.A.R.S., Paris.

⁶⁰. Jean-Gaffin Gallon (1706-1775) était ingénieur du roi. Il fut élu correspondant de Grandjean de FOUCHY le 20 août 1735.

comme le résultat d'un travail d'équipe (voir supra). Lieutaud publia par ailleurs les *EMC* de 1704 à 1711 et édita huit volumes in-4°. Lieutaud eut comme collaborateurs pour cette éphéméride⁶², Desplaces, Bomie⁶³ et Charles Desforges⁶⁴. Il laissa sa charge après son élection comme pensionnaire et avait demandé sa vétéranie peu de temps avant sa mort.

Le volume de la CDT pour l'année 1715, par exemple, contient les tables et renseignements suivants : les positions des cinq planètes, les différences des méridiens entre Paris et les principales villes dans le monde, l'ascension droite et la déclinaison des principales étoiles brillantes, les réfractions astronomiques, le nom des taches de la Lune, les éclipses de l'année, les heures de la pleine mer, une méthode pour connaître l'heure grâce à l'étoile polaire.

Lieutaud publia en parallèle à la CDT une éphéméride du même genre, rédigée en latin et intitulée *Ephemerides juxta recentissimas observationes ad meridianum parisiensem in ibservatorio regio [...]* *Parisiis* chez Jean Boudot. Nous avons pu consulter l'édition pour l'année 1703⁶⁵.

II.2. LOUIS GODIN⁶⁶ (PARIS, 28 FÉVRIER 1704 - CADIX, ESPAGNE, 11 SEPTEMBRE 1760) : DE 1730 A 1734

Astronome du roi d'Espagne et directeur de l'Académie des Gardes-Marines à Cadix.

Sa carrière académique, suivant celle de son prédécesseur, a été quelque peu rapide et mouvementée : reçu adjoint géomètre le 29 août 1725 (rempl. Bomie élu vétéran); adjoint astronome le 13 août 1727 (rempl. J. Lieutaud, promu associé); associé astronome le 12 juillet 1730 (rempl. J. Lieutaud, devenu pensionnaire); reçu pensionnaire astronome le 22 août 1733 (rempl. le Chevalier de Louville, décédé). Godin ayant accepté les fonctions de professeur à Lima, sa place à l'Académie a été déclarée vacante le 13 décembre 1745. Il a été élu pensionnaire vétéran et reçu le 15 juin 1756, après son retour. Ernest Maindron signale que son portrait figurant à l'Observatoire de Paris a été peint par Jeaurat.

Godin remplace Lieutaud après que celui-ci ait été élu pensionnaire⁶⁷. Godin publie cinq volumes de 1730 à 1734, assisté de Grandjean de Fouchy⁶⁸. En 1734, Godin, pensionnaire astronome, prend la

⁶¹. Sgard, 1991, p. 242a.

⁶². Voir notamment Lacaille, OP, Ms. A 1.11, n° 8, 12 et 30.

⁶³. Bomie (??-1727). Elève-astronome le 12 mars 1707 (rempl. Amontons, décédé); élève-géomètre le 22 février 1714 (rempl. du Torar, exclu); adjoint géomètre surnuméraire le 3 janvier 1716; adjoint géomètre le 10 mars 1717 (rempl. Couplet élu trésorier); adjoint vétéran le 18 août 1725.

⁶⁴. Charles Desforges se fit aussi appeler Beaulieu; il était vicaire de la paroisse St Gervais. Il mourut en 1714 [Quérard, V, 303].

⁶⁵. A.A.R.S., dossier biographique Lieutaud.

⁶⁶. Maindron, 1895; Quérard, III, p. 391. Il semble y avoir une erreur sur la date du décès chez Maindron.

⁶⁷. Un indice laisse penser que Godin participa à la rédaction de la CDT dans les années 1728-29. I. Passeron publie dans sa thèse (1995, pp. 82-83) une lettre dont l'auteur et le destinataire sont inconnus. Il est question dans cette lettre de la CDT et de la contribution de Godin. I. Passeron indique la date du 11 nov. 1718 mais il est vraisemblable

tête de l'expédition du Pérou chargée de mesurer un degré de méridien et abandonne la charge d'éditeur de la CDT.

Bien que le contenu de la CDT évolue peu, Godin semble à l'origine d'une standardisation de la CDT. A partir de 1730, la CDT adopte une présentation plus claire qu'elle suivra pendant près de 50 années, ainsi qu'une nouvelle typographie qui ne changera pas avant les années 1770.

II.3. JEAN-DOMINIQUE MARALDI⁶⁹ (MARALDI II) (PÉRINALDO (NICE), 1709 - 14 NOVEMBRE 1788) : DE 1735 A 1759

Astronome logé à l'Observatoire de Paris. Entré comme adjoint-astronome le 14 avril 1731 (rempl. Godin, associé), Maraldi II est reçu associé astronome le 16 décembre 1733 (rempl. Godin, pensionnaire). Il devient pensionnaire astronome le 1er septembre 1758 (rempl. Pierre Bouguer, décédé). Il est reçu pensionnaire vétérane le 15 février 1772⁷⁰ et le reste dans la nouvelle Académie le 23 avril 1785.

Maraldi, succédant à Godin, édite la CDT de 1735 à 1759 et publie 25 volumes de l'éphéméride française. Astronome assistant des Cassinis à l'Observatoire de Paris, Maraldi apportera quelques changements notables à la CDT : tables de la déclinaison du Soleil, des arcs semi-diurnes et des amplitudes permettant de calculer les levers et couchers du Soleil et de la Lune destinées à la navigation, reprises plus tard par Jeaurat. La succession de Maraldi II donna lieu à une petite joute à trois, entre Lalande, Pingré et Le Monnier (voir infra au §2 la transition Maraldi-Lalande et Pingré) que nous développons ci-après.

Les directions de ces trois académiciens ne semblent pas avoir connues de faits marquants ou singuliers — dans l'état actuel de nos recherches —, au contraire des trois autres comme la suite le montre.

qu'il faille lire 1728. En effet, en 1718, Godin n'est âgé que de 14 ans et il n'est fait mention nulle part qu'il est été doué à ce point pour les calculs astronomiques. L'année 1728 est plus probable compte-tenu de son statut d'associé astronome à cette époque.

⁶⁸. Sgard, 1991, p. 242.

⁶⁹. Quérard, V, p. 500.

⁷⁰. Les archives de l'Académie des Sciences conservent dans le dossier biographique MARALDI II, deux lettres concernant cette vétérance. Maraldi II la demande dans une lettre datée du 25 janvier 1772, avec la jouissance de sa pension. De santé chancelante, il obtient les deux et remercie le Duc de la Brillière dans une lettre du 8 août 1772. [A.A.R.S.]

III. TROISIÈME ÉPOQUE (1758-1785) - JÉRÔME LALANDE ET EDME-SÉBASTIEN JEAURAT

Jérôme Lalande succède à Maraldi II en 1758, ouvrant l'une des pages les plus passionnantes et des plus riches de l'histoire de la CDT, histoire dont nous allons relater les grands épisodes : succession douteuse, changements de titre et modifications du contenu non approuvés par l'Académie, insertion des distances lunaires sous la pression de l'Académie de Marine brestoise.

III.1 JOSEPH-JÉRÔME DE LALANDE (BOURG-EN-BRESSE, 11 JUILLET 1732 - PARIS, 4 AVRIL 1807) : DE 1760 A 1775

1. Eléments biographiques

Jérôme Lalande semble débiter ses observations astronomiques à l'âge de quatorze ans, en 1746 à Lyon avec le Père jésuite Laurent Béraud, faisant de lui une sorte d'enfant prodige. Arrivé à Paris en 1749, il fait ses classes d'observateur aux côtés de Joseph-Nicolas Delisle et de Pierre-Charles Le Monnier avec lequel il va entretenir tout au long de sa vie, des relations amour-haine.

Sa carrière académique effective débute à son retour de Berlin où il avait observé en parallèle avec l'abbé Lacaille parti au cap de Bonne-Espérance. Il est reçu adjoint astronome le 7 février 1753⁷¹ (remplaçant Nicoliv décédé), est reçu associé astronome le 17 décembre 1758 (élu le 2 décembre 1758, remplaçant Maraldi II pensionnaire) et remplaçant à nouveau Maraldi II devenu vétéran, il est élu pensionnaire astronome le 4 mars 1772. Lalande sera pensionnaire de la nouvelle classe d'astronomie le 3 avril 1785. Il devient directeur de l'Observatoire de Paris sous la constituante, nommé par Lakanal — président du comité d'Instruction Publique — le 17 mai 1795, après l'exclusion de Cassini IV⁷².

Lalande succède en 1758 à Maraldi II, ouvrant une formidable page de l'histoire de la CDT que nous détaillerons dans notre étude. Il publie 16 volumes entre 1760 et 1775, apportant de considérables changements dans le contenu et la présentation de la CDT : changement de titre entre 1762 et 1767 (voir plus loin), tables et méthodes lunaires pour la détermination des longitudes en mer, nouvelles bibliographiques, annales astronomiques, et addenda à ses propres publications, notamment l'*Astronomie* de 1764 et de 1771 (sa seconde édition). Subissant les pressions de l'Académie en 1767, Lalande renonce à ses modifications et la CDT retrouve un peu de son ancienne version à partir de 1768. Mais l'éphéméride restera, sous la direction de ses successeurs jusqu'à la fin du XVIII^e siècle, un peu ce que Lalande voulut en faire : des annales astronomiques.

Lalande fut en parallèle à cette charge, rédacteur du *Journal des Sçavans* et publia de nombreux ouvrages. L'ensemble forme un corpus d'œuvres qui nécessite des lectures croisées. Nous citerons en

⁷¹. L'histoire de cette élection est l'objet d'une étude à paraître rédigée par Jacques Gapaillard, *La correspondance EULER-LALANDE*, à paraître dans RHS - Séminaire d'H.S.T. du Centre François Viète, du mardi 28 mars 2000.

⁷². Lalande, 1803, BA, p. 755.

particulier son *Exposition du Calcul Astronomique* (Paris, 1762) — ci-après ECA — conçu comme un additif permanent aux éphémérides de la CDT. Dans cet ouvrage de référence, Lalande explique le principe des calculs astronomiques courants, l'utilisation des tables de la CDT, complète les explications et fournit de précieuses informations à caractère historique. Il est curieux de noter que les publications actuelles du Bureau des Longitudes sont à l'image de ce que fit Lalande en 1760-62, avec les éphémérides de la CDT et son supplément explicatif, *Introduction aux éphémérides astronomiques*⁷³.

Nous ouvrons à ce stade une assez longue parenthèse pour exposer le résultat de recherches menées conjointement avec M. le professeur Jacques Gapaillard, afin d'élucider les relations de Lalande avec l'ARS et le problème du changement de titre de la CDT. Jacques Gapaillard — au moment où nous rédigeons notre thèse — édite les lettres échangées entre L. Euler et Lalande à l'époque qui nous intéresse. Les questions que nous nous posons alors ont fait converger nos recherches dans la même direction. Les discussions que nous avons eu à cette occasion ont été très riches et en voici le résultat.

2. 1759 : La succession Maraldi II - Lalande : le « pénible emploi »⁷⁴

Lalande se voit confier la publication de la CDT après la promotion de Maraldi (II) comme pensionnaire astronome⁷⁵. A ce propos, Delambre souligne les liens particuliers qui existaient entre Maraldi, Lalande et Lacaille. Il écrit⁷⁶ que, lorsque Maraldi consentit à devenir pensionnaire vétérans⁷⁷ et se retira à Perinaldo vers 1770, son lieu de naissance, sa pension fut attribuée à Lalande « *qui paroît avoir pris avec lui des arrangemens particuliers pour lui en laisser le revenu* ». Delambre nous rappelle que la charge de rédacteur de la CDT donnait lieu à une rétribution de 1200 livres qu'il qualifie de modique⁷⁸; mais il se trompe. Cette gratification annuelle se montait seulement à 800 livres jusqu'en 1785.

Cette succession fut l'objet d'une petite compétition de plus au sein des astronomes de l'Académie. Cette histoire nous est connue d'après les écrits de Delambre et de Lalande, à quelques petites variations près que nous examinerons plus loin. Nous avons complété les propos de ces deux astronomes-historiens par les P.V. de l'Académie qui nous éclairent un peu mieux sur la manière dont les faits se sont déroulés.

⁷³. Paris, Editions de Physique, 1997.

⁷⁴. Lalande, 1803, BA, p. 679.

⁷⁵. Elu pensionnaire astronome le 1er sept. 1758 remplaçant Pierre Bouguer décédé le 15 août.

⁷⁶. Delambre, 1827, HA 18, p. 250.

⁷⁷. Elu pensionnaire vétérans le 15 février 1772.

⁷⁸. Delambre, 1827, HA 18, p. 553.

Décembre 1758 : le mois de tous les succès pour Lalande

La nécessité de remplacer Maraldi II à l'édition de la CDT se présente à la séance du samedi 25 novembre 1758. Grandjean de Fouchy nous en donne le récit :

J'ay lû à L'academie la lettre suivante de M. Le Comte de St. Florentin, après la lecture de laquelle l'élection a été indiquée à la huitaine.

Etant, Monsieur, nécessaire de remplacer M. Maraldi dans le travail de la connoissance des tems, Le Roy désire que L'academie délibère sur les sujets qui se presentent sur ce travail et quelle propose celui d'entreux qui paroîtra le plus capable de s'en bien acquitter, vous voudrez bien informer l'academie des intentions de Sa Majesté [...]⁷⁹.

Lalande se présente au poste vacant. Mais il n'est pas le seul. Pingré, chanoine de Ste Geneviève et en conséquence associé libre de l'Académie, se présente, avec une expérience de quelques années d'édition d'une éphéméride du même genre que la CDT, *l'Etat du Ciel*. Pingré avait calculé seul cette éphéméride pour les années 1754 à 1757, à la demande de Le Monnier, et sous son inspiration. Pingré avait intégré la méthode de l'angle horaire (expliquée infra) pour les longitudes et avait calculé les lieux de la Lune sur les tables des *Institutions Astronomiques* de Le Monnier. Cet *Etat du Ciel* était destiné spécialement à la navigation, le titre l'annonçait clairement. Delambre⁸⁰ nous explique que de par sa place académique et son appartenance à une congrégation religieuse, Pingré semblait être exclu de tout traitement. Argument que fit valoir Lalande et qui lui permit d'obtenir la charge de rédacteur de la CDT.

Dans son édition du *Journal historique fait par ordre du roi au Cap de Bonne-Espérance par feu M. l'abbé de la Caille*, le P. Carlier laisse entendre assez curieusement que Lacaille fut pressenti pour la charge de rédacteur de la CDT⁸¹. Ce dernier refusa, nous explique Carlier, pour ne pas voir son programme de travail perturbé. En dédommagement, Lacaille aurait reçu une gratification de 400 Livres⁸².

Le choix de Lalande en lieu et place de Maraldi est attesté par les registres de l'Académie du 2 décembre 1758 sans qu'il soit d'ailleurs fait mention de la candidature de Pingré :

⁷⁹. PV ARS, 1758, 25 nov. 1758, p. 921.

⁸⁰. Delambre, 1827, HA 18, p. 554.

⁸¹. Carlier, 1763, *Journal historique...*, p. 73-74.

⁸². Nous n'avons pas encore pu confirmer cette histoire que ni Lalande, ni Delambre, à notre connaissance, ne mentionnent.

L'academie ayant procedé suivant la forme ordinaire, et en consequence des ordres du Roy, à l'Election d'un sujet pour être chargé de la connoissance des tems, la pluralité des voix a été pour Mr. de la Lande⁸³.

Choix confirmé le 13 décembre 1758 dans une lettre adressée à l'Académie par le comte de Saint Florentin :

Je vous donne avis, Monsieur, que le Roy a fait choix de M. de la Lande pour être chargé de la connoissance des tems au lieu de M. Maraldi et je vous prie de vouloir bien en informer L'academie⁸⁴.

Sans doute désireux de masquer un peu ses ambitions dévorantes, Lalande s'excusa rétrospectivement d'avoir pris la place qui selon lui devait revenir à Pingré, arguant que cette charge était plus à la portée d'un infatigable calculateur que d'un astronome en titre⁸⁵. Mais personne n'est dupe. Surtout pas Delambre qui lui rétorque à distance que l'astronomie y avait gagné au change. Lalande, nous explique Delambre, séduit par les méthodes de Lacaille, avait enrichi la CDT de nouveautés, tant du point de vue des méthodes — les distances lunaires pour les longitudes — que du point de vue des tables de la Lune — celles de Mayer —. Pingré, au contraire, aurait continué à suivre son mentor Le Monnier et aurait engagé la CDT dans une voie sans issue, la calculant sur des tables dépassées et proposant la méthode de l'angle horaire qui avait été fortement critiquée par Lacaille dans son mémoire sur les longitudes en mer en 1759⁸⁶.

Ce mois de décembre 1758 devait être le mois de tous les succès pour Lalande. A la suite de la promotion de Maraldi au poste de pensionnaire, la place d'associé astronome se trouvait vacante. Le 16 décembre, Lalande et Chappe d'Auteroche sont proposés pour occuper le poste d'associé. Lalande sera finalement choisi par le roi, choix annoncé à l'Académie le 20 décembre 1758⁸⁷.

En l'espace d'un mois, Lalande aura gagné une place importante au sein de l'Académie, ainsi qu'une charge qui allait le faire entrer dans l'histoire des publications d'intérêt historique : associé astronome et rédacteur de la CDT.

⁸³. PV ARS 1758, 2 déc. 1758, p. 933.

⁸⁴. PV ARS 1758, 13 déc. 1758, p. 941.

⁸⁵. Lalande, 1803, BA, pp. 774-775.

⁸⁶. Ce que laisse aussi entendre Lalande dans ses commentaires sur *l'Etat du Ciel pour l'an de Grâce 1755 [...] et rapporté à l'usage de la Marine* : « C'était la seconde fois que Pingré calculait cet almanach, à la prière de Le Monnier, pour encourager les navigateurs à observer les longitudes; il en fit encore deux autres, après quoi il cessa, voyant que cela ne prenait pas, et qu'il n'était pas dédommagé du temps et de la peine qu'un si grand travail exigeait » (Lalande, 1803, BA, p. 458).

⁸⁷. PV ARS 1758, 16 déc. 1758, p. 943; le 20 déc. 1758, p. 947.

Une nouvelle mouture de la CDT

En cette fin d'année 1758, l'Académie ne se contente pas d'élire un nouveau rédacteur de la CDT mais elle esquisse une nouvelle forme et un nouveau contenu pour les éphémérides. Le nouveau projet est défini à la séance du samedi 13 janvier 1759 :

Mrs. les mathématiciens étant demeurés après la séance, on a parlé des changements à faire à la connaissance des Temps, et il a été résolu à la pluralité des voix,

1° que les Calculs de la Lune seroient faits par les Tables de M. Mayer.

2° que pour cette année dont le calcul est fait, Mr. De la Lande ne mettroit le Lieu de la Lune que pour L'heure de son passage par le méridien. Sauf à décider ce qui sera plus convenable pour les années suivantes.

3° qu'on y insereroit une Table de L'aberration des principales Etoilles.

4° Enfin que les calculs des Eclipses des satellites de Jupiter seroient tirés des Tables de M. Wargentin.

Il est vraisemblable que Lalande soit à l'origine de certaines de ces dispositions, mais nous n'avons actuellement pas les moyens de trier les contributions de chacun. Mais il est certain, comme l'habitude avait été prise en 1701 (voir supra) que tout changement apporté à la CDT suppose d'obtenir l'aval des astronomes de l'Académie.

Notons qu'en 1760, selon Françoise Bléchet⁸⁸, l'Académie décide de faire paraître la CDT au moins 18 mois avant l'année pour laquelle l'éphéméride est calculée. Nous n'avons pas retrouvé mention de cette décision dans les registres de l'Académie. Bien au contraire, un journaliste du *Journal des Sçavans* nous dit que c'est Lalande (!) qui proposa cette disposition, « *pour pouvoir arriver au-delà des mers avant le commencement de l'année où elle doit servir, & pour qu'elle fût plus utile aux Navigateurs [...]* »⁸⁹. Il serait vraisemblable de croire que les marins relayés par le ministre de la Marine soient à l'origine de cette exigence, afin de disposer des éphémérides longtemps à l'avance, dès l'armement de navires partant pour des voyages au long cours⁹⁰.

Mais Lalande forme des projets bien personnels qui nous sont connus par deux lettres qu'il adresse aux secrétaires d'Académies provinciales.

⁸⁸. Sgard, 1991, pp. 241-242.

⁸⁹. JDS, décembre 1766, Vol. I, p. 774 (extraits de HARS pour 1759 (Paris, 1765), pp. 769 et suiv.).

⁹⁰. Voir infra, le chap. II.3 pour les relations des académiciens brestois et le Dépôt des Journaux de la Marine, au sujet de la distribution de la CDT.

La première est adressée le 10 mars 1759 à Bollioud Mermet, secrétaire de l'Académie de Lyon et déjà citée par ailleurs⁹¹. Lalande souligne ses efforts pour développer l'aspect nautique de la CDT :

[...] Pour moi, dans la *Connaissance des temps* dont l'Académie des sciences m'a fait l'honneur de me charger, et que je viens de finir pour l'année 1760, je me suis attaché à donner les longitudes de la Lune, avec toute l'exactitude nécessaire, pour que les marins qui entendent le calcul, puissent en conclure leur longitude. J'y ai joint à cet effet, toutes les explications, formules et tables dont ils peuvent avoir besoin⁹².

La seconde est une lettre adressée à Etienne de Ratte⁹³ secrétaire perpétuel de la Société Royale des Sciences de Montpellier (SRM), datée du 28 juillet 1759. Les procès-verbaux de l'Académie montpelliéraine nous apprennent que Lalande a remis deux exemplaires de la CDT pour l'année 1761 à Deparcieux⁹⁴, chargé de les remettre à de Ratte. La lettre est lue en séance le mardi 14 août 1759 mais les deux exemplaires de la CDT ne seront remis aux membres de la SRM que le jeudi 15 nov. 1759 :

Vous verrés Monsieur par le titre que je me suis chargé cette année pour la première fois de cette commission; peut être la remplirai-je encore long-tems et j'ai le plus grand intérêt de consulter des personnes éclairées, telles que je les trouve dans votre illustre compagnie pour augmenter la perfection de cet ouvrage. j'en ai changé la forme presque dans son entier, peut-être la changerai-je toutes les années, afin de pouvoir y donner place a toutes les observations découvertes ou remarques importantes qui se feront dans l'astronomie; dans ces circonstances je vous supplie monsieur de vouloir bien solliciter auprès de l'Académie les conseils et les secours qu'elle pourroit être a portée de me donner pour le bien de la chose, en l'assurant de la plus parfaite soumission de ma part et de la plus entière déférence [...].

Paris, place de la croix rouge, le 28 juillet 1759.⁹⁵

⁹¹. Voir supra, chapitre I.2 au sujet du transfert et du partage de la pension de la Marine, de Bouguer à Le Monnier et Clairaut.

⁹². Arch. de l'Acad. de Lyon, Ms 268, III, fol. 27-28.

⁹³. Etienne-Hyacinthe de Ratte (1722-1805). Mathématicien et astronome montpelliérain. Secrétaire perpétuel de la Soc. Roy. des Sci. de Montpellier de 1743 à 1793. Il est emprisonné comme suspect en 1794. De retour à Montpellier, il rétablit la Société des Sciences qu'il préside jusqu'en 1805.

⁹⁴. Antoine Deparcieux (1703-1768), mathématicien et gnomoniste montpelliérain, vivant à Paris. Adjoint géomètre le 11 février 1746; associé géomètre le 16 mai 1756; pensionnaire géomètre surnuméraire de l'ARS le 9 juin 1768 (en remplacement de d'Alembert). Associé libre de la Soc. Roy. des Sci. de Montpellier en 1741 [Faidit, 1982, vol. II, p. 198].

⁹⁵. [AD Hérault, D. 203]. *Correspondance du secrétaire de la Soc. Roy. des Sci. de Montpellier avec divers savants de Paris et autres. XVIIIe.* tome II.

Lalande nous donne par ailleurs des informations plus précises sur ses projets de modifications et d'évolution de la CDT :

Ayant été chargé de ce travail annuel, je désirai de le rendre plus utile en mettant plus de précision dans les lieux de la Lune qui pouvaient servir en mer, en y joignant beaucoup de tables nouvelles et d'articles remarquables. ce que j'ai continué jusqu'en 1775; en sorte que ces 16 vols. de la *Connaissance des Temps* sont comme le journal de l'astronomie pendant cet intervalle [...]. Dans le volume de 1795, j'ai repris la même méthode.⁹⁶

La nomination de Lalande comme rédacteur est applaudie à Montpellier, très certainement vivement fêtée à Lyon, berceau de notre astronome, natif de Bourg-en-Bresse, ancien élève du P. Laurent Béraud au Collège des Jésuites de Lyon. Voilà une bonne mesure de la reconnaissance de ses talents par le milieu savant provincial :

C'est la première fois qu'il est chargé de cet ouvrage qu'il a cherché à rendre à l'avenir plus intéressant en lui donnant une forme toute nouvelle sur tout en y donnant place à toutes les observations découvertes ou remarques importantes qui se feront dans l'astronomie. On ne peut qu'applaudir à ce projet qui ne peut manquer d'être bien exécuté par celui qui l'a conçu⁹⁷.

Très vite, Lalande s'approprie la CDT, espérant qu'elle servira sa carrière et ses ambitions, lui permettant d'étancher sa soif d'entrer au Panthéon des grands astronomes. Lalande marque indubitablement de son sceau la présentation et le contenu de cette éphéméride, au moins jusqu'au début du XIX^e siècle (il faudrait faire une étude comparée très détaillée de 1760 au milieu du XIX^e pour confirmer et affiner cette idée). Lalande prend très au sérieux cette charge, souvent qualifiée par lui ou par d'autres de « pénible », comme en témoigne le JDS en décembre 1766 :

[...] C'est ainsi, dit l'Historien de l'Académie, que M. D[elalande]. remplit deux fois la même année⁹⁸ la tâche pénible dont il venoit d'être chargé ; le zèle qu'il y mit en commençant ne s'est point relâché [...]⁹⁹.

⁹⁶. Lalande, 1803, B.A., p. 468.

⁹⁷. Lecture par de Ratte de la lettre de Lalande du 28 juillet 1759, à la séance du Mardi 14 août 1759 de la SRM [AD H, D.120, fol. 145].

⁹⁸. En 1759, Lalande publie la CDT pour les années 1760 et 1761.

⁹⁹. JDS, décembre 1766, vol. I, p. 774.

Le style nouveau qu'impose Lalande à la CDT ne contente pourtant pas tout le monde. Les réactions sont rapides, si l'on en juge par ce qu'écrit Jean-Jacques Dortous de Mairan au genevois Abraham Trembley, le 29 juillet 1760 :

Je vous envoie présentement dans ce même paquet la Connoissance des Temps de 1762, que j'ai obtenue pour vous depuis quelques jours à l'Académie. Ce livre est désormais composé par M. de la Lande, jeune astronome très habile, mais qui n'a pourtant pas contenté tout le monde dans cet ouvrage, et cela, à mon avis pour y avoir mis trop de savoir, et en avoir retranché des choses plus communes, mais d'une utilité plus journalière. Par exemple, il a supprimé cette année-ci, 1761, la table des longitudes et latitudes des lieux [...]. Je lui ai dit mon sentiment, ainsi que d'autres personnes de l'Académie, et il m'est revenu encore que vous y aviez trouvé plusieurs choses à dire. Mais il se corrigera, car il a par dessus tout le mérite d'être docile [...] ¹⁰⁰.

C'est pourtant en raison des nombreuses additions de Lalande à la CDT que le JDS rendra régulièrement compte de sa publication, détaillant avec enthousiasme le contenu de chacun des volumes publiés ¹⁰¹. C'est ainsi qu'en 1766, rendant compte du volume des mémoires de l'Académie pour l'année 1759, le journaliste présente l'arrivée de Lalande à la CDT comme un formidable renouveau des éphémérides, gommant la « *docilité* » de Lalande espérée par de Mairan :

En 1759 [...] le Roi, sur la présentation de l'Académie en confia le soin à M. de la Lande ; il l'entreprit sur un nouveau plan, il y fit des additions importantes, il mit dans les calculs une précision toute nouvelle ; il choisit les Tables astronomiques les plus parfaites, quoique leur usage fût plus pénible ¹⁰², il calcula de nouvelles Tables, il composa de nouvelles explications, il fit de cet Ouvrage l'abrégé de plus curieux de l'Astronomie moderne, & le manuel le plus commode pour l'usage de cette science ¹⁰³.

¹⁰⁰. Lettre de J.-J. Dortous de Mairan à A. Trembley, de Paris, le 29 juillet 1760 [Bibliothèque Publique Universitaire de Genève, fonds Trembley 5, f. 3-6]. Je remercie vivement Mme Elisabeth Badinter pour m'avoir communiqué cette précieuse lettre. Abraham Trembley (1700-1784), naturaliste et moraliste, fut correspondant de Réaumur pour l'Académie des Sciences le 4 juin 1749, puis correspondant d'Antoine de Jussieu, le 20 décembre 1757. Il fut le directeur de la Bibliothèque de Genève.

¹⁰¹. Voir la bibliographie des sources primaires manuscrites.

¹⁰². Il est naturellement question des tables de la Lune de Tobias Mayer que Lalande employa dès son arrivée. Leur présentation diffère notablement des tables de Clairaut et des tables usuelles de l'astronomie. D'Alembert s'inspirera beaucoup de la disposition des tables de Mayer et de sa manière de présenter les « équations » donnant les coordonnées de la Lune (voir infra, partie IV).

¹⁰³. JDS, décembre 1766, p. 773.

Méchain suivra la même voie que son prédécesseur pour les sept volumes publiés entre 1788 et 1794, marchant dans les pas de son ancien professeur d'astronomie au Collège de France. Peut-être, comme Delambre voudrait nous le faire croire, Méchain est-il un pur produit de l'enseignement de Lalande. Delambre nous explique en effet que ce dernier, ayant formé nombre d'astronomes devenus célèbres (Piazzi, Lepaute-d'Agelet, etc.), « *produisit Méchain, qu'il parvint à fixer à Paris, et qui était devenu astronome en lisant ses ouvrages* »¹⁰⁴.

Lalande participera de nouveau à la CDT, remplaçant Pierre Méchain en voyage avec Delambre pour la mesure de la méridienne de France. Lalande reprendra la charge de rédacteur pour la période 1794-1807¹⁰⁵, poursuivant ainsi son ambition de faire de ces éphémérides des *Annales célestes*.

Reprenons ici l'énumération des directeurs de la CDT.

III.2 - EDME-SÉBASTIEN JEAURAT¹⁰⁶ (PARIS, 14 SEPT. 1725 - 7 (8) MARS 1803) : DE 1776 A 1787

1. Eléments biographiques

Astronome, pensionnaire et professeur de mathématiques à l'Ecole royale militaire. Jeurat sera directeur de l'Observatoire de l'Ecole, percé dans le toit de l'Hôtel où il logeait¹⁰⁷.

Sa carrière académique s'établit comme suit : adjoint astronome surnuméraire le 9 janvier 1763 (remplace Lacaille, décédé, et en concurrence avec Bailly) ; adjoint géomètre le 26 février 1766 (remplace Leroy, promu associé mécanicien) ; associé géomètre le 7 mars 1772 (remplace Borda, devenu pensionnaire) ; reçu pensionnaire géomètre le 21 décembre 1783 (remplace d'Alembert décédé) ; pensionnaire de la nouvelle classe de géométrie le 23 avril 1785. Il sera sous-directeur de l'A.R.S. en 1791 et directeur en 1792.

En 1774, vint « *le temps où un autre académicien se chargea de ce pénible emploi* »¹⁰⁸. Jeurat succéda à Lalande — devenu pensionnaire le 4 mars 1772 — pour les douze volumes publiés de 1776 à 1787.

¹⁰⁴. Delambre, 1827, HA 18, p. 555.

¹⁰⁵. Lalande, 1803, BA, pp. 629-630, p. 726, p. 739, p. 756 etc.

¹⁰⁶. Quérard, IV, pp. 222-223. Lalande, *Eloges de M. Jeurat*, CDT pour l'an XV (1805) (Paris, 1804), pp. 337-339.

¹⁰⁷. Les pièces que nous avons consulté aux A.A.R.S. sont extraites des Archives Nationales, série MM. Jeurat dépose une demande de percement du toit du grenier qui est l'objet d'un rapport de police favorable [AN, MM. 665-172]. Jeurat demandera au Conseil de l'Ecole militaire une gratification de 1800 livres pour l'équipement de son observatoire. Un arrêté de ce conseil daté du 19 février 1761 lui octroie cette somme versée à raison de 200 livres par an [AN, MM. 659-38].

¹⁰⁸. Lalande, 1803, BA, p. 679.

2. La succession Lalande-Jeaurat

L'élection de Lalande en 1758 avait donné lieu à une petite passe d'arme avec Le Monnier. Au cours des années 1760, les choix de Lalande avaient été contestés et l'Académie avait tenté de faire admettre à ce dernier que la CDT n'était pas une tribune personnelle mais bien une publication de l'Institution. Lalande s'était donc déjà vu rappeler une fois à l'ordre et prier de se conformer aux choix des astronomes de l'Académie.

Pensionnaire depuis 1772, il était attendu que Lalande soit démis de ses fonctions de rédacteur de la CDT et qu'il soit procédé à l'élection d'un nouveau directeur de la publication.

Cette décision intervient lors de la séance du 15 janvier 1774¹⁰⁹, au cours de laquelle le directeur de l'Académie (Macquer) se voit chargé de retrouver les conditions dans lesquelles Lalande avait été élu en 1758. Pour quelles raisons ? Les procès-verbaux de l'Académie ne nous laissent pas d'autre choix que de deviner ou émettre des suppositions. Lalande avait fait en sorte que son rival, le P. Pingré, soit évincé, avançant quelques articles des règlements de l'Académie. Certains astronomes, et on peut penser à Le Monnier ou aux Cassini, gardaient-ils une certaine rancœur à l'égard du comportement de Lalande ? L'Académie avait-elle « oublié » l'usage qui prévaut lors de cette élection ? Quoi qu'il en soit, il y a des discussions serrées autour de la direction de la CDT au cours du mois de janvier 1774.

Le 22 janvier 1774, le directeur de l'Académie rend compte de ce qui s'était passé en 1758 — sans que nous connaissions la teneur de ce rapport — et écrit au ministre pour l'informer de la tenue de l'élection d'un nouveau directeur de la CDT¹¹⁰. Le ministre alors responsable de l'Académie — le duc de Lavrillière — répond à Macquer le 29 janvier 1774 ordonnant à l'Académie de désigner un remplaçant à Lalande¹¹¹.

Cette élection « *suivant la forme ordinaire* » a lieu le 12 février : Edme-Sébastien Jeaurat est élu à l'unanimité des voix¹¹². Le remplacement de Lalande et la nomination de Jeaurat à la direction de la CDT sont confirmés par une lettre du Roi lue à la séance du 19 février 1774¹¹³.

Le choix de Jeaurat s'avérait judicieux. Astronome discret, il avait entrepris dès 1759, une comparaison des tables de la Lune de Clairaut et de Mayer et connaissait parfaitement le problème de la rédaction des tables astronomiques. Jeaurat avait aussi engagé en 1765 un important travail de révision des tables de Jupiter et de ses satellites¹¹⁴. Ne semblant pas faire partie d'un quelconque clan, il reçoit ainsi le suffrage de tous.

¹⁰⁹. PV ARS, 1774, T. 93, 15 janv. 1774, fol. 19v-20r.

¹¹⁰. PV ARS, 1774, T. 93, fol. 22v.

¹¹¹. Hahn, 1993, p. 88, n.11 [d'après Lalande, BN, Ms, fr. 12305, fol. 471].

¹¹². PV ARS, 1774, T.93, fol. 48r.

¹¹³. PV ARS, 1774, T. 93, fol. 56r.

¹¹⁴. PV ARS, 1765, séance du 16 février, fol. 105v et suiv. : “Premier mémoire sur l'état actuel des tables des satellites de Jupiter et des changemens qu'il convient de faire quant aux principaux élémens de la Théorie par M. Jeaurat”. Ces travaux seront intégrés à la CDT pour 1768 (Paris, 1766).

Les aménagements apportés par Lalande à la CDT ont-ils été remis en cause à l'occasion de cette élection ? Rien dans les procès-verbaux de ce début 1774 ne peut le laisser croire. Le travail personnel de Lalande est même reconnu et fortement apprécié par ses confrères. Le 29 janvier, Messier et Legentil font un rapport élogieux sur le premier volume des *Ephémérides des mouvemens célestes* rédigé par Lalande — il s'agit du volume VII — qui succède dans cette tâche à Lacaille. Les commissaires flattent la clarté et la netteté de l'introduction à l'usage des tables écrite par Lalande, et se prononcent sans réticences pour l'approbation de cette autre éphéméride de l'Académie. Trois jours plus tard seulement, Jeurat et Messier se prononcent pour une approbation sans réserves de la première édition de l'*Abrégé d'astronomie* de Lalande. L'ouvrage est présenté comme une extension talentueuse des *Leçons élémentaires d'astronomie* de Lacaille, et dans laquelle Lalande a particulièrement su clarifier les bases de l'Astronomie¹¹⁵.

Le 16 juillet 1774, à la demande de Jeurat, un comité constitué des astronomes et de mathématiciens se réunit afin de décider des aménagements et du contenu de la CDT. Sont présents à cette réunion, Borda, Cassini IV, Leroy, Le Monnier, Lalande, Jeurat, et un septième dont on ne connaît pas le nom ; il y a des absents¹¹⁶. C'est à leur intention que le 9 août 1774, Lalande lit quelques *Réflexions sur la Connaissance des Temps*. Le secrétaire de l'Académie rapporte cette lecture en ces termes : « M. Delalande a lut un écrit après la lecture duquel l'Académie a déclaré qu'elle s'en tenoit à l'avis des commissaires »¹¹⁷.

Le texte de ces réflexions de Lalande se trouve dans la pochette de séance du 9 août 1774. Il s'agit d'un feuillet manuscrit d'une page, de la petite écriture serrée typique de Lalande. En voici le texte intégral :

La CDT ayant changé de main, m. Jeurat a désiré d'être guidé dans la forme qu'il devoit lui donner. Les astronomes qui se trouvoient il y a 15 jours a l'assemblée tinrent un comité à ce sujet¹¹⁸ ; j'ai cru qu'il étoit juste que la partie qui a souffert le plus de difficulté méritoit d'etre proposée a l'Académie assemblée.

¹¹⁵. PV ARS, 1774, T. 93, le 29 janvier 1774, fol. 34v; le 1er fév. 1774, fol. 36r. Voir la thèse de Colette Lelay pour un exposé du travail de vulgarisation de Lalande et le contenu de l'*Abrégé d'Astronomie*.

¹¹⁶. PV ARS, 1774, T. 93, fol. 198v.

¹¹⁷. PV ARS, 1774, T. 93, fol. 223v.

¹¹⁸. Il s'agit de la réunion du 16 juillet 1774.

Il s'agit des tables des amplitudes et des arcs semi-diurnes; il passa dans le comité à la pluralité de 4 voix contre trois, qu'on les réimprimerait chaque année, et dans tous les volumes de la CDT.

1. j'observerai à l'Académie, qu'elles ont été imprimées déjà 30 fois, et que tous les astronomes et les navigateurs en sont abondamment pourvus.

2. qu'il est injuste ce me semble de faire acheter chaque année au public les mêmes tables que la plupart des lecteurs de notre ouvrage regardent comme inutiles.

3. que ces tables qui contiennent plus de 60 pages empêchent qu'on ne puisse enrichir cet ouvrage de tables nouvelles très utiles aux astronomes et agréables au public.

4. que ceci annonce une pénurie peu agréable à l'auteur, que de donner sans aucun changement ni aucune amélioration les mêmes tables et les mêmes nombres chaque année.

5. que n'étant plus chargé de cet ouvrage je n'y ai plus d'autres intérêts que celui de l'utilité publique, de l'honneur de l'Académie et de l'auteur de la CDT.

6. qu'ayant entendu cent fois le public et surtout les navigateurs applaudir au retranchement de ces tables, je ne puis croire que personne soit satisfait de les voir reparoître sans aucune nécessité nouvelle.

7. que ces tables sont tout à fait insuffisantes pour les marins qui sont obligés de calculer l'heure plus exactement, soit qu'ils employent des montres marines, soit qu'ils se servent des observations de la Lune¹¹⁹.

Les tables des arcs semi-diurnes et des amplitudes (servant, rappelons-le, à connaître les levers et couchers de la Lune et du Soleil, et à déterminer l'heure en mer) avaient été retirées de divers volumes de la CDT par Lalande¹²⁰. On peut déduire d'après les propos de Lalande, que les débats sont vifs à l'Académie autour de la présence ou non de ces tables. Le 20 mai 1771, l'Académie royale de Brest,

¹¹⁹. A.A.S., Pochette de séance du 9 août 1774 (2 pièces dans l'enveloppe).

¹²⁰. Lors du premier rappel à l'ordre de l'Académie au sujet du changement de titre de la CDT (voir infra, chap. II.2, §V.1), Lalande avait été prié en 1766 de réimprimer ces tables qu'il avait supprimées des éphémérides [CDT, 1768 (Paris, 1766)]. Notons que sous la direction de Jeaurat, les tables des Amplitudes et des arcs semi-diurnes disparaîtront à nouveau et définitivement cette fois de la CDT [voir CDT 1781 (Paris, 1778)].

manifestait son souhait le plus vif de se procurer les nouvelles éphémérides nautiques anglaises. Son secrétaire avait demandé à Lalande de remplacer les tables des amplitudes et des arcs semi-diurnes par les tables des distances lunaires qui figuraient dans le *Nautical Almanac* anglais¹²¹, tables jugées les plus utiles pour la navigation¹²².

Le sujet d'actualité est bien la détermination de l'heure en mer¹²³. Faut-il y voir l'obstination des astronomes ou des officiers-savants (Bory, Verdun de la Crenne par exemple) de forcer coûte que coûte les marins à employer les nouvelles méthodes et notamment les distances lunaires comme moyen de déterminer l'heure en mer ?

Le cinquième point de l'argumentation de Lalande donne une coloration bien pathétique à ce texte. Son amertume transparait avec violence. Les changements qui s'opèrent dans la CDT sont mal vécus par Lalande qui a du mal, semble-t-il, à accepter que quelqu'un d'autre se charge de la rédaction d'un ouvrage qu'il regardait finalement comme le sien. Ce que l'on pouvait déjà percevoir lorsque Lalande avait intitulé la CDT, *Connaissance des Mouvements célestes*. Pour l'anecdote, signalons qu'en 1781, sous la direction de Jeurat, les tables des amplitudes ne figurent plus dans la CDT !

Privé de sa tribune favorite, Lalande se tournera alors vers la vulgarisation scientifique et soignera sa tâche de rédacteur de l'*Encyclopédie*¹²⁴.

3. La CDT sous la direction de Jeurat

L'été 1774 voit donc Jeurat prendre en charge la rédaction de la CDT. Ses appointements n'évoluent pas. Selon les registres du comité de trésorerie, Jeurat touche 800 Livres en 1775¹²⁵. Son dossier biographique aux Archives de l'Académie des Sciences conserve divers reçus pour la gratification annuelle de 800 Livres allouée pour la rédaction de la CDT¹²⁶. Cela peut paraître anodin, sauf si l'on note que Lalande avait obtenu une augmentation substantielle de sa pension en 1772, 1773 et 1774. Le registre du comité de Trésorerie nous indique que Lalande toucha pour ces trois années 1000 Livres pour la rédaction de la CDT, et en 1772, 400 Livres de mieux ! Non seulement, Lalande avait singulièrement fait évoluer la publication, mais il était aussi parvenu à se faire attribuer une « augmentation extraordinaire », non maintenue quand Jeurat lui succède.

¹²¹. SHM V, ARM 91, fol. 23-24, lettre de l'ARM à Lalande, de Brest, le 20 mai 1771.

¹²². Voir le chapitre suivant (II.3) pour l'introduction des distances lunaires dans la CDT et les relations entre Lalande et Académie de Marine à Brest.

¹²³. Voir supra, chap. I.1 pour le programme du Prix Rouillé de Meslay et les voyages entrepris pour la vérification des montres marines de fabrication française (Leroy et Berthoud).

¹²⁴. Voir la thèse de Colette Lelay sur la vulgarisation scientifique et les travaux de Lalande dans ce domaine.

¹²⁵. A.A.S., « Comité de trésorerie », années 1761-1776.

¹²⁶. Reçus des 12 juillet 1779, 14 juillet 1780, 30 juillet 1783 pour 800 livres [A.A.S., dossier biographique Jeurat].

Le premier volume de la CDT pour 1776 par Jeurat est publié en 1775. La publication voit son nombre de pages augmenter de manière impressionnante, atteignant 436 pages en 1783¹²⁷. Ses travaux scientifiques sont d'autant plus importants pour notre propos que Jeurat est l'auteur de plusieurs mémoires dans lesquels il compare des observations de la position de la Lune dans le ciel aux positions calculées sur les tables de Mayer et de Clairaut¹²⁸. Débutant dans son observatoire à l'Ecole militaire ses observations de la Lune, il contribuera avec succès à démontrer l'excellente tenue des tables de la Lune de Clairaut, rivalisant avec celles de Mayer. Ses observations et ses comparaisons permettront à Clairaut, à l'occasion de l'éclipse annulaire du Soleil du 1er avril 1764, de prétendre au prix britannique des longitudes¹²⁹. Ces mémoires et leurs résultats sont examinés en plus de détails ailleurs dans notre étude. Delambre¹³⁰ signale les nombreuses additions que Jeurat fit à la CDT et l'importance de ses éditions : en 1778, la réimpression du catalogue des étoiles zodiacales de Mayer; en 1779, 1180 observations de la Lune par Bradley comparées par Lémery aux dernières tables lunaires; en 1781 et 1782, des catalogues d'étoiles, les aberrations et nutations; en 1783, la comparaison des tables lunaires de Mayer et de Clairaut avec 525 observations de Bradley — toujours par Lémery — etc.

Les relations entre Lalande et Jeurat se dégradèrent assez rapidement si l'on en croit Delambre qui relate une petite passe d'arme entre les deux acteurs de la CDT¹³¹. Dans la CDT pour 1775, publiée en 1774, Lalande avait inséré une carte de la Lune sous le titre *Figure de la Lune, par M. de la Lande*, en omettant de mentionner que cette figure avait été établie par La Hire — d'après Delambre —. Lorsque Jeurat prit en charge la rédaction de la CDT, il conserva dans un premier temps la carte de Lalande. Mais il supprima le nom de son prédécesseur dans son édition pour la CDT de 1777 (Paris, 1776), tout en laissant en blanc l'espace correspondant au nom de l'auteur, “ en sorte que la suppression se remarquait au premier coup d'œil ”¹³². Delambre nous raconte la suite et la commente à sa manière :

Ce changement [...] devenait, par la manière dont il était exécuté, une espèce de reproche pour son prédécesseur, qu'il semblait accuser de plagiat. A ce premier tort, Jeurat ajouta celui de publier, sans en être prié par l'auteur, une liste des fautes qu'il avait remarquées dans le *Traité d'Astronomie* de Lalande. Ces petites et quelques discussions sur des points de doctrine, dans lesquelles Jeurat avait tort, firent cesser

¹²⁷. En 1700, la CDT compte environ une centaine de pages, 212 pp. en 1730 et 250 pp. en 1762. Les volumes de la CDT à partir de 1774, avec l'introduction des tables des distances lunaires, voient leur nombre de pages s'accroître sensiblement. [Sgard, 1991, 241-242].

¹²⁸. HARS, 1776, pp. 268-272; 1777, 487-490; 1781, 9-20. Dans les recueils des Mémoires déposés et lus à l'Académie des Sciences, dits des *Œuvres Etrangères*, SAV ETR, 1763, Tome IV, 182-189.

¹²⁹. Lettre d'Alexis Clairaut à John Bevis, de Paris, le 11 avril 1765, écrite en anglais et certifiée conforme à l'original, in *Gentleman's Magazine*, 1765, vol. XXXV, p. 208. Nous revenons sur cette lettre dans notre étude sur les tables de la Lune et la position de Clairaut face au problème des longitudes (infra, chap. IV.3).

¹³⁰. Delambre, 1827, HA18, pp. 753-754.

¹³¹. Delambre, 1827, HA 18, p. 754.

¹³². Delambre, 1827, HA 18, p. 753.

la bonne intelligence qui régnait d'abord entre eux, et Lalande ne put se résoudre à rendre justice entière à son confrère que quand il eut cessé de vivre¹³³.

La direction de Jeurat semble se singulariser par des échanges plus fréquents avec les rédacteurs du *Nautical Almanac*, et plus particulièrement Nevil Maskelyne. Jeurat signale lui-même la fréquence et le teneur de ces échanges¹³⁴ : les calculs des tables des distances lunaires sont revus et corrigés par Maskelyne puis transmis à Jeurat qui dresse quatre pages de tables pour chaque mois.

Nous attirons l'attention du lecteur sur l'importance des échanges entre astronomes anglais et français sur le problème de longitudes, qu'il faudra se résoudre à aborder dans des temps proches afin de compléter notre perception de l'activité scientifique des astronomes français.

IV. QUATRIÈME ÉPOQUE (1785-1795) - DE LA REFONTE DE 1785 À LA CRÉATION DU BUREAU DES LONGITUDES

IV.1 PIERRE MÉCHAIN¹³⁵ (LAON, 16 AOÛT 1744 - CASTELLON, ESPAGNE, 20 SEPTEMBRE 1804) ET LA RÉFORME DE LA CONNAISSANCE DES TEMPS EN 1785

1. Éléments biographiques

Pierre Méchain est reçu adjoint astronome le 25 avril 1782 (rempl. Messier devenu associé) puis devient associé de la nouvelle classe de physique générale le 23 avril 1785. En 1785, il prend la suite de Jeurat, reçu pensionnaire le 21 déc. 1783, et assure la publication de la CDT pour les sept volumes de 1788 à 1794.

Delambre écrit à propos de Méchain qu'il était un « *Observateur adroit, infatigable, calculateur prompt et sûr [...] Mais un peu timide pour l'emploi des méthodes et des formules nouvelles* »¹³⁶. Méchain, élève et probable disciple de Lalande, édite l'éphéméride suivant les mêmes idées que son maître et continue de publier les nouveautés en astronomie.

Méchain, « *calculateur au moins égal à [Pingré] pour la précision et la sûreté [...]* »¹³⁷ participait depuis longtemps à la CDT. Dans le volume pour 1773, on a par exemple de lui, page 251, un mémoire et des tables avec la *Différence des méridiens avec Paris calculés selon des éclipses de Soleil*, dans la CDT de 1774, une *Table des longitudes des principales villes calculées à partir des éclipses de Soleil*, pp. 276-279, et des observations de la Lune, pp. 280-281.

¹³³. Delambre, 1827, HA 18, p. 753.

¹³⁴. Jeurat, CDT pour l'année 1776, (Paris, 1775), p. 300.

¹³⁵. Quérard, VI, 10-11.

¹³⁶. Delambre, 1827, HA 18, pp. 757, 765.

¹³⁷. Delambre, 1827, HA 18, p. 757.

Le choix de Méchain fit l'unanimité, Delambre témoigne de la considération des astronomes à son égard :

[...] personne encore, suivant l'opinion publique, n'avait réuni au même degré les qualités nécessaires à la perfection d'un ouvrage dont les difficultés croissent chaque année, et qui, par la nature et l'étendue du travail, passe aujourd'hui les forces et la patience d'un seul homme¹³⁸.

2. Les exigences du ministre de Castries : un pas vers un véritable almanach nautique

L'arrivée de Pierre Méchain à la CDT est marquée par une refonte de la publication demandée séparément par l'A.R.S. et le département de la Marine : augmentation de la gratification annuelle, engagement d'un calculateur officiel supplémentaire à l'image des trois calculateurs employés au *Nautical Almanac*, et division de la CDT en deux parties, l'une destinée aux navigateurs, vendue à moindre coût, l'autre à l'usage exclusif des astronomes.

Nos recherches aux Archives de la Marine et dans les procès-verbaux des séances de l'A.R.S. nous ont permis de mettre à jour les circonstances de cette petite réforme de la CDT.

Au cours de l'année 1785 (ou 1784 - nous n'avons pas encore pu retrouver l'origine exacte du projet), Condorcet, secrétaire perpétuel de l'ARS, transmet au Baron de Breteuil¹³⁹ à Versailles un projet de réforme de la CDT, sans doute au tout début de juin 1785, mais dont le texte n'a pas encore pu être retrouvé. Ce mémoire fait l'objet d'allers et retours entre le Baron de Breteuil, le Maréchal de Castries¹⁴⁰ et Condorcet. Nous connaissons heureusement la teneur de ce projet grâce à une lettre du Baron de Breteuil adressée au Maréchal de Castries, conservée aux Archives Nationales et envoyée le 4 juin 1785¹⁴¹.

Depuis la création de la CDT, l'académicien chargé de sa rédaction se voit attribuer une somme de 800 Livres, jugée nettement insuffisante par l'Académie pour rémunérer les calculateurs engagés pour l'aider afin d'établir les éphémérides pour le méridien de Paris. Jusqu'au présent mémoire, explique le Baron de Breteuil, l'ARS n'a pu que recopier le *Nautical almanac* anglais. Breteuil se fait ensuite l'écho des inconvénients créés par cette situation : la CDT paraît plus tard et les astronomes français se trouvent dans une sorte de dépendance vis-à-vis des astronomes britanniques. Le mémoire met l'accent sur la saine émulation que représenterait l'existence de deux almanachs nautiques concurrents et tous

¹³⁸. Delambre, 1827, HA 18, p. 758.

¹³⁹. Louis-Charles-Auguste Le Tonnelier de Breteuil (Azay-le-Féron, 7 mars 1730 - Paris, 2 novembre 1807) ; après une carrière militaire, il devient conseiller d'Etat en 1781, secrétaire de la Maison du Roi (1783-1788), ministre d'Etat en 1783, secrétaire d'Etat de la Guerre par intérim en 1787. Il est membre honoraire de l'Académie des sciences en 1784 [Maurepas et Boulant, 1996, pp. 273-274].

¹⁴⁰. Ministre de la Marine, du 14 octobre 1780 au 23 août 1787 [AN, 1990, 12]

¹⁴¹. AN, MAR, G95, fol. 143-148.

les progrès qui ne manqueraient pas de survenir lors des vérifications mutuelles des calculs effectués par les astronomes des deux nations.

En conséquence, l'Académie demande une augmentation substantielle des fonds alloués à la rédaction de la CDT. Elle demande en plus des 800 livres actuellement octroyées, une somme de 1600 livres : 1200 livres seraient réservées aux paiements des calculateurs recrutés par l'académicien chargé de l'édition, les autres 1200 livres étant destinées à la rémunération de ce dernier. L'ARS justifie cette augmentation par l'accroissement du travail qui, explique Breteuil, « *a plus que doublé depuis des années et que somme toute, la Connaissance des tems coute moins chère que l'édition du nautical coute aux anglois* ». Comme pouvait l'écrire plus tard Delambre, « *l'étendue du travail [dépassait] la patience d'un seul homme* ». Le budget de la CDT devait être ainsi porté de 800 à 2400 livres par volume édité.

Cette lettre reçoit une réponse favorable du ministre de la Marine dans une lettre écrite à Versailles le 17 juin 1785¹⁴², reçue par Breteuil le 19 juin 1785 dont il accuse aussitôt réception¹⁴³. Cet accord du ministre est communiqué par Breteuil à Condorcet, et lu en séance à l'Académie par ce dernier le mercredi 22 juin 1785¹⁴⁴.

La réponse du ministre de la Marine ne se limite pas à un accord pour l'augmentation des fonds, mais constitue un véritable cahier des charges pour le financement de la CDT, son contenu et son changement de forme. En effet, de Castries explique que sa majesté a donné son accord pour l'augmentation de 1600 livres qui seront pris sur les fonds de la Marine, somme payée à titre de gratification annuelle pour la rédaction de la CDT, délivrée au trésorier de l'ARS qui la répartira selon le règlement de l'Académie. Ce paiement sera ordonné au moment où paraîtra la CDT. De Castries ajoute certaines modalités de ce règlement : si dans la même année, deux volumes de la CDT paraissent, la seconde gratification sera payée au 1er janvier de l'année suivante. A moins que le second volume ait été ordonné par le département de la Marine, auquel cas, les 1600 livres seront versées comme une seconde gratification la même année.

On peut deviner par là que de Castries exige de l'ARS une plus étroite collaboration avec la Marine.

De Castries exige en contrepartie de l'augmentation de la gratification annuelle, des changements notables dans la diffusion de la CDT et dans sa présentation. Il s'agit tout d'abord pour l'ARS de faire en sorte de répandre son usage dans la marine marchande, en réduisant le coût à l'achat de la CDT afin que les capitaines marchands puisse se procurer les volumes nécessaires à leur navigation. Puis de Castries demande à l'ARS d'examiner une division des éphémérides de la CDT en deux parties. La première se limiterait aux renseignements utiles aux marins, ne comportant que les tables changeant

¹⁴². AN, MAR, G95, fol. 149 “ *Projet de lettre à écrire à M. le Baron de Breteuil* ”

¹⁴³. AN, MAR, G95, fol. 150.

¹⁴⁴. PV ARS, tome 104, séance du mercredi 22 juin 1785, fol. 130-131.

chaque année et préfigurant ainsi un almanac français purement nautique et vendu à un prix très modique. La seconde, destinée à l'usage presque exclusif des astronomes, serait vendue à un prix supérieur. Enfin, de Castries exige à mots couverts que les éphémérides soient établies pour le méridien de Paris.

Condorcet lui répond dans une lettre écrite de Paris, le 16 juillet 1785 :

J'ai rendu compte à l'Académie de la bonté que vous avez eu d'accorder pour la connoissance des tems 1600# sur les fonds de la marine, et du plan sur lequel vous désiriez que cet ouvrage fut fait à l'avenir dans la vue de le rendre plus utile aux navigateurs. L'Académie m'a chargé de vous témoigner sa reconnaissance pour cette nouvelle marque de l'intérêt que vous prenez à ses travaux: et elle a pris des moyens qu'elle a cru les plus propres à remplir ces vues.

J'ai adressé à M. le Baron de Breteuil une copie du nouveau règlement pour la connoissance des temps¹⁴⁵.

A l'issue de la lecture des exigences du ministre de la Marine, lors de la séance du 22 juin 1785, les astronomes de l'Académie présents, Borda, Bailly, Duséjour, Pingré, Bory, Chabert, Saron, Le Monnier, et Lalande, choisissent Pierre Méchain pour rédiger un mémoire sur ce sujet¹⁴⁶. Nous n'avons pas pu encore retrouver trace d'un mémoire présenté sur cette réforme, mais le premier volume de la CDT rédigé selon ce nouveau plan exigé par le ministre de la Marine est suivi très rapidement, en 1785 et 1786 de l'édition de la CDT pour l'année 1789 (Paris, 1786). Pierre Méchain remercie le ministre dans une lettre datée de Paris, le 31 août 1786 :

[...] J'ai reçu avec la plus grande reconnaissance la lettre dont vous m'avez honoré et par laquelle vous m'annoncez que vous avez eu la bonté de m'accorder une gratification extraordinaire de huit cent livres¹⁴⁷ à l'occasion de la connoissance des temps de 1788 que j'ai rédigée et publiée l'année dernière. je vous supplie Mgr, d'agréer mes très respectueux remerciements; mon zèle et mon activité ne se rallentiront jamais pour répondre dignement à vos vues, et procurer à cet ouvrage toute l'exactitude et la perfection qui sont nécessaires pour l'usage des navigateurs.

La première partie du volume de 1789, pour laquelle vous avez bien voulu Mgr, ordonner le paiement de la gratification annuelle de 1600 livres sera entièrement

¹⁴⁵. AN, MAR, G95, fol. 151, lettre de Condorcet au maréchal de Castries, de Paris, le 16 juillet 1785.

¹⁴⁶. PV ARS, tome 104, 22 juin 1785, fol. 131v°.

¹⁴⁷. On voit par là que Méchain reçut une aide exceptionnelle en 1785 de 800 livres s'ajoutant aux 800 livres ordinairement attribuées à la rédaction de la CDT.

imprimée avant le 15 de septembre; et cette partie qui contient tout ce qui est essentiel aux marins pourra être délivrée par M. Duperron, au Dépôt de la Marine avant la fin de ce même mois. je ferai tous mes efforts pour que le volume de 1790 soit publié en juillet de l'année prochaine¹⁴⁸.

Il est intéressant de consulter l'avertissement du volume de la CDT pour l'année 1789 afin de rechercher la manière dont sont répercutées les modifications réclamées par de Castries. Méchain explique que la nouvelle division de la CDT arrêtée par l'Académie a été demandée par le Maréchal de Castries afin de rendre la CDT moins chère, d'usage plus courant et à la portée des capitaines marchands. Cette nouvelle édition prend le titre de *Connaissance des Temps à l'usage des Astronomes et des Navigateurs, avec des Additions etc.* Les deux parties de la CDT sont distribuées séparément. La première est destinée aux navigateurs et comporte le calendrier, des tables auxiliaires et les explications des tables. Méchain explique que désormais, l'ouvrage entier est constitué de la première partie et des *Additions* qui ne peuvent intéresser que les astronomes :

Afin de rendre la *Connaissance des Temps* moins dispendieuse pour les Navigateurs, & d'en étendre l'usage dans la Marine Marchande, on a tiré la première partie à plus grand nombre que les Additions, & on la vend séparément à ceux qui le désirent ; mais on ne peut pas se procurer les Additions sans le calendrier¹⁴⁹.

Ainsi, la CDT ressemble à son homologue le *Nautical Almanac* avec ses *Tables Requisite to be used with the Astronomical and Nautical Ephemeris* publiées pour la première fois à Londres en 1767 par Maskelyne et Dunthorne¹⁵⁰. Ce volume était destiné à ne comporter que les tables permanentes ou peu révisées : réfraction, parallaxe(s), catalogue des positions d'étoiles. A la demande du Maréchal de Castries, la CDT adopte donc en 1785 un découpage similaire de son éphéméride rivale.

Le nombre des pages du volume destiné au marin diminue de manière sensible. De plus de 400 pages pour les volumes antérieurs à 1788, la partie destinée aux seuls navigateurs revient à un nombre d'environ 200 pages : par exemple, 204 pages pour la CDT 1792 (Paris, 1790) et 235 pages pour la CDT pour l'an IX (1800-1801).

Avec les opérations géodésiques de triangulation entreprises par Cassini de Thury en 1783-84, destinées à déterminer le plus exactement possible la différence en longitude entre les observatoires royaux de Paris et de Greenwich, le raccordement au méridien de Paris des éphémérides lunaires de la CDT empruntées au *Nautical Almanac* devient plus que jamais possible¹⁵¹.

¹⁴⁸. AN, MAR, G95, fol. 152, lettre de Méchain au ministre de la Marine, de Paris, le 31 août 1786.

¹⁴⁹. Méchain, *Avertissement* à la CDT pour 1791 (Paris, 1789), p. 3.

¹⁵⁰. Voir infra, chap. II.3 pour une présentation plus détaillée du *Nautical Almanac*.

¹⁵¹. Voir Maskelyne, 1787. Pour une étude des conditions dans lesquelles se sont effectuées ces opérations de raccordement des méridiens français et britannique, voir Widmalm, 1990, pp. 186-200 en particulier.

Le volume de la CDT pour l'année 1790 (Paris, 1788) sera calculé par Méchain et Cornelier-Lémery, devenu le calculateur auxiliaire employé à la CDT. Nous ne savons pas s'il reçut l'intégralité des 1200 livres allouées aux auxiliaires. Nous reviendrons plus loin sur le soutien extraordinaire de Lémery à la CDT. Sans lui, les tables de la Lune de Clairaut n'auraient sans doute pas pu être aussi présentes dans la CDT. Nous aimons à penser que Lémery concentre toute la noblesse du calcul astronomique et nous donne l'image du calculateur-astronome type : discret, œuvrant dans l'ombre des astronomes, sûr, scrupuleux, précis et acharné.

La planche II.2.9 reproduit la page-titre et l'« Avertissement » à la CDT pour 1791 (Paris, 1789), dans lequel Méchain présente la nouvelle division des éphémérides.

3. 1792 : Nouvelle augmentation des fonds destinés à la CDT

Il ne semble pas que l'augmentation accordée en 1785 fut suffisante puisque le samedi 17 mars 1792¹⁵², le chevalier de Borda, au nom du comité de trésorerie et de librairie de l'ARS, dépose une nouvelle demande d'augmentation des fonds attribués à la rédaction de la CDT.

Après un exposé historique succinct du travail de la CDT, Borda explique la nécessité d'augmenter les fonds en raison de la multiplicité des calculs. Le comité propose de porter le budget à 5000 livres pour chaque volume de la CDT publié après 1794 — le volume courant se trouvant déjà à l'impression — soit une augmentation de 2600 livres ! L'Académie communique alors le projet à l'assemblée Nationale la priant de bien vouloir le prendre en considération. Ce projet est envoyé par Condorcet le lundi 19 mars 1792. Il est intéressant d'examiner rapidement le contenu du mémoire rédigé par Condorcet afin d'éclairer le travail de l'ARS autour de la CDT entre 1785 et 1792¹⁵³.

Condorcet rappelle que l'ARS avait eu l'intention de publier un almanach nautique sur le modèle proposé par l'abbé Lacaille en 1759, mais manquant des fonds nécessaires, elle n'avait pu mettre son projet à exécution et avait dû se résoudre à recopier le *Nautical Almanac*. Puis reprenant les termes des lettres du Baron de Breteuil et de Castries de juin 1785, Condorcet explique que la CDT depuis 1789 a répondu aux attentes : les distances lunaires sont désormais calculées pour le méridien de Paris. Mais ce travail, continue-t-il, exige des calculs plus longs pour une meilleure précision et en raison de la complication des tables de la Lune. Il rappelle ensuite qu'en Angleterre, trois calculateurs sont régulièrement employés à cette tâche, pour un coût de 100 guinées (soit 7500 livres environ), alors qu'en France, un seul collaborateur — Lémery depuis 1786 — ne peut suffire. Condorcet souligne que le coût de la publication de la CDT reste en France moindre qu'en Angleterre, mais reste cher à l'achat pour un nombre de ventes trop faible. En conséquence explique Condorcet, le département de la

¹⁵². PV ARS, tome 109 (janvier 1790 à août 1793), séance du 17 mars 1792, fol. 99-100.

¹⁵³. Ce mémoire se trouve aux Archives de la Marine [AN, MAR, G96, fol. 128-129] : « Extrait des registres de l'Académie Royale des Sciences du 17 mars 1792, de Paris, Condorcet le 19 mars 1792 ». Nous n'avons pas pu retrouver ce mémoire dans les PV ARS.

Marine, pour dédommager l'imprimeur, a l'habitude de prendre un certain nombre d'exemplaires pour une somme d'environ 1200 livres. L'Académie, relayée par son secrétaire perpétuel, demande que dorénavant l'imprimeur fournisse directement la Marine et les écoles d'hydrographie. Par cette lettre, on apprend donc que depuis 1785, la Marine donnait à l'ARS 1600 livres — l'augmentation accordée à l'ARS en 1785 par de Castries et prise sur les fonds de la Marine — pour chaque volume, et à l'imprimeur 1200 livres pour subvenir aux frais d'impression et couvrir une vente insuffisante, soit 2800 livres au total. L'augmentation que demande l'ARS est en fait de : $5000 - 2800 = 2200$ livres, à compter du volume de 1795. Le mémoire est signé Jaurat, Borda, Laplace, Lavoisier, Jussieu, d'Arcet, salle du Louvre, le 17 mars 1792.

Nous n'avons pas retrouvé de traces d'une réponse. Mais nous pouvons imaginer que les troubles de la Révolution, la suppression des Académies d'Ancien Régime en août 1793 suivie de la création du Bureau des Longitudes en 1795, ont changé les données du problème.

IV.2 1795 : UN CHANGEMENT D'ÉPOQUE ? LA CDT ET LE BUREAU DES LONGITUDES

L'irrégularité de la publication, les retards dans l'impression et la diffusion problématique avaient rendu en 1795 la situation délicate.

Le Bureau des Longitudes¹⁵⁴ est créé en 1795, par la loi du 7 messidor an III (25 juin 1795). Cette loi — toujours en vigueur — est votée par la Convention Nationale à la suite de la lecture par l'abbé Grégoire, d'un rapport établi conjointement par le comité de la Marine, le comité des finances et le comité d'Instruction publique. Ce rapport affirme très clairement les objectifs de la réforme : assurer à la France la maîtrise (scientifique) des mers, la reprendre aux anglais grâce à l'amélioration des méthodes de détermination des longitudes en mer et des observations astronomiques¹⁵⁵.

L'article 5 de la loi précise clairement les taches du Bureau des Longitudes de Paris :

Art. 5 - Le Bureau des Longitudes est chargé de rédiger les Connaissance des Temps, qui sera imprimée aux frais de la République, de manière que l'on puisse toujours avoir les éditions de plusieurs années à l'avance : il perfectionnera les Tables astronomiques et les méthodes des longitudes, et s'occupera de la publication des observations astronomiques et météorologiques.

¹⁵⁴. Pour une histoire de cette institution, on pourra se référer aux articles suivants : Morando (1976), Fauque (1991), Morando (1993), Morando (1997) ainsi que les pages du site WEB du Bureau des Longitudes : <http://www.bdl.fr/bdl1795.html>

¹⁵⁵. Bureau des Longitudes (site WEB) : *Histoire du Bureau des longitudes*.

L'argent étant le nerf de la guerre, l'article 13 prévoit que le traitement des membres composant le bureau est fixé à 8000 livres, celui des adjoints à 4000 livres. Ainsi rémunérés, les astronomes du B.D.L. ont pu poursuivre plus confortablement la publication de cette éphéméride jusqu'à nos jours.

L'article 9 fixe le nombre et les qualités des membres du BDL. Le premier bureau sera constitué par¹⁵⁶ :

- deux géomètres : Lagrange et Laplace;
- quatre astronomes : Lalande, Cassini IV, Méchain et Delambre;
- deux anciens navigateurs : Borda et Bougainville;
- un géographe : Buache;
- un "artiste"¹⁵⁷ : Caroches.

On trouve à la fin de chaque volume de la CDT la composition du Bureau des Longitudes, titulaires et adjoints, ainsi que leurs adresses, à l'image de la publication de l'annuaire de l'Académie Royale des Sciences qui disparaît de la CDT à partir de 1795.

Lalande est chargé de la rédaction des explications des tables et des additions; il effectuera ce travail pour les 13 volumes de 1795 à 1807. Jean-Baptiste Delambre prendra la suite de Lalande, pour une dizaine d'années à partir de 1808. Des calculateurs auxiliaires sont recrutés : Lémery, Bouvard¹⁵⁸, Prony¹⁵⁹ pour les volumes de la CDT à partir du volume pour l'an VIII ou 1800 (Paris, 1798). L'édition et l'impression seront placées sous le contrôle du Directeur de l'Imprimerie de la République : le citoyen P.D. Duboy-Laverne pour les premières années de la CDT nouveau régime.

Bruno Morando (1993) a très bien résumé la manière dont s'organise le BDL à ses débuts et comment la *Connaissance des temps* s'enrichit plus tard d'annales, intitulées *Annuaire du Bureau des Longitudes*. Il n'est pas dans notre intention de reprendre cette histoire qui sort du cadre que nous nous sommes fixé pour cette étude.

Lalande aura donc réussi à imposer le caractère d'annales astronomiques qu'il avait voulu donner dès ses débuts à la CDT comme nous pouvons encore le lire dans son *Histoire abrégée de l'Astronomie depuis 1784 jusqu'en 1805*, collection de toutes ses notes et annexe de sa *Bibliographie Astronomique* :

¹⁵⁶. Morando, 1993, 33.

¹⁵⁷. Rappelons que l'artiste ou artisan, a pour tâche de fabriquer les instruments d'optique destinés à l'observation.

¹⁵⁸. Alexis Bouvard (1767-1843). Entre à l'Observatoire de Paris en 1793 et en devient le directeur de 1822 à 1843.

¹⁵⁹. Gaspard Prony (1755-1839). Mathématicien, inspecteur général des Ponts et Chaussées, directeur de cette école, professeur de mécanique à l'Ecole Polytechnique.

[...] Des matériaux ainsi dispersés ne pouvaient être utiles ni aux astronomes, ni aux amateurs : je crus donc qu'il serait utile de les insérer dans la *Connaissance des temps*, qui ne peut manquer de parvenir entre les mains de ceux qui s'intéressent à l'astronomie : j'en avais fait, dès 1760, le dépôt de tous les progrès de l'astronomie¹⁶⁰. Enfin je les ajoute à ma Bibliographie, parce que les volumes de la *Connaissance des temps* sont difficiles à rassembler ¹⁶¹.

L'extension donnée à la CDT par Lalande est reconnue par tous, comme Montucla :

[...] Jusqu'à cette époque, il faut en convenir, la *Connoissance des Tems* calquée, pour ainsi dire, sur un modèle uniforme, étoit comme un vieux almanac sans utilité, au moment où expiroit l'année pour laquelle il étoit fait; mais elle n'a pas été plutôt confiée à cet astronome [Lalande] qu'elle est devenue d'une utilité générale et presque constante, par les additions qu'il y a faites. [...] Le dirai-je, le cit. de la Lande eut d'abord quelques désapprobateurs, tant il est vrai qu'il est difficile de secouer une vieille habitude et d'en prendre une meilleure. [...] Depuis la *Connoissance des Tems* est un ouvrage à conserver parmi les livres astronomiques à consulter presque à chaque moment ; et depuis 1795 que le cit. de la Lande en a repris la rédaction, il a encore étendu cet utile ouvrage¹⁶².

Lalande nous donne là un autre aperçu de ses pensées et de ses motivations ; il a en effet rédigé le quatrième volume de l'*Histoire des mathématiques* de Montucla. On n'est jamais aussi bien servi que par soi-même !

C'est aussi le sens du témoignage de César-François Cassini de Thury (Cassini III) qui, soulignant les mérites de Lalande, écrit en 1770 :

J'ai vu attaquer le livre de la *Connoissance de temps* [...] par ceux qui ne croyaient pas [...] que l'Académie pût annoncer le temps qu'il doit faire pendant une année [sic]. Mais, depuis que l'on a trouvé dans ce livre les choses les plus intéressantes pour le public & même pour les Astronomes, grâce aux soins de M. de la Lande, cet ouvrage est recherché dans toute l'Europe¹⁶³.

¹⁶⁰. souligné par nous.

¹⁶¹. Lalande, 1803, BA, 681.

¹⁶². Lalande, in Montucla, 1803, IV, 320.

¹⁶³. C.-F. Cassini, 1770, *Almanach perpétuel pour trouver l'heure par tous les degrés de hauteur du Soleil*, Paris, Hérissant [BN, V.8063], cité par Chapuis, 2000, p. 69 (et 821).

V. LES VARIATIONS DE TITRE : CONNAISSANCE DES TEMPS OU CONNAISSANCE DES MOUVEMENTS CÉLESTES ?

Le titre de la CDT subira quelques petites variations, au gré des éditeurs, inspirés par Lalande. Il est amusant de relater ici les discussions autour du titre de cette publication et de noter de quelle manière Lalande réussira finalement à imposer beaucoup de son style.

A ses débuts, sous la direction de Jean Le Fèvre, la CDT porte le long titre de *Connoissance des Temps, ou Calendrier ou Ephémérides du Lever et du Coucher du Soleil, de la Lune et des autres planètes, avec les éclipses calculées sur Paris et la manière de s'en servir pour les autres élévations, contenant, en outre, plusieurs tables et traités d'astronomie et de physique et des Ephémérides et toutes les planètes en figure*¹⁶⁴, annonçant les ambitions de la publication.

On peut trouver chez Le Fèvre ou chez Lieutaud quelques mémoires étrangers à l'astronomie ou débordant du simple cadre d'éphémérides astronomiques, prélude ainsi au caractère d'annales que Lalande développera dès 1759.

V.1. LALANDE IMPOSE SA MARQUE

En 1760, pour l'édition du volume pour l'année 1762, Lalande lui donne le titre de *Connoissance des mouvemens célestes*, semant la confusion avec les *Ephémérides des Mouvemens Célestes* publiées alors par l'abbé Lacaille (mais de périodicité décennale) sous les auspices de l'ARS.

Nous n'avons pas pu trouver un quelconque aval de l'Académie à ce changement de titre. Il semble que Lalande ait pris cette liberté de sa propre initiative si l'on en croit les propos rapportés dans les registres de l'Académie lors de la séance du 26 janvier 1760 :

M. de la Lande a dit que plusieurs personnes s'étoient plaintes du titre de la Connoissance des tems, comme sentant l'astrologie, il a été décidé de laisser subsister ce titre .

Pourtant, le volume de la CDT pour l'année 1762, publié à Paris en 1760 portera le titre de *Connoissance des mouvemens célestes*. Ce titre sera celui des volumes pour les années 1762 à 1767, Lalande marquant la CDT de son empreinte personnelle. Le journaliste du *Journal des Sçavans* chargé de rendre compte de la publication du premier volume de la CDT par Lalande ne s'y trompe d'ailleurs pas : présentant le contenu de la CDT pour 1761, presque tout entier dédié à la nouvelle navigation astronomique, il parle du « **Livre de M. de la Lande** »¹⁶⁵.

¹⁶⁴. Tissot, 1872.

¹⁶⁵. *Connoissance des Tems pour l'année 1761 [...] calculée par M. de la Lande* (Paris, 1759), *Journal des Sçavans*, décembre 1760, 845-848. (page 847, colonne a).

L'affaire du changement du titre et du contenu apportés par Lalande à la CDT ne laisse pas de marbre les académiciens. En effet, les procès-verbaux de l'ARS conservent la trace de contestations et de discussions orageuses, pour la séance du samedi 19 juillet 1760 :

M. Le Monnier ayant dit qu'il se désistait de l'examen de la difficulté sur la connoissance des tems, dont il avoit été chargé le 12. et l'academie ayant accepté son désistement, Mrs Clairaut, De l'isle, A. de la caille et A. de chappe ont fait le rapport suivant de cette affaire, après lequel M. De Lalande a déclaré volontairement que dorénavant et pour faire plaisir à M.M. les astronomes il vouloit bien marquer dans la connoissance des tems la longitude de la Lune à l'heure de son passage par le méridien.

Nous commissaires nommés par l'academie en consequence du mémoire lû par M. de Cassini dans l'assemblée du 12 de ce mois et des reponses de M. de la Lande, ayant examiné les deux questions qui ont fait le sujet de la contestation, estimons premierement que si l'academie juge qu'on doit calculer les lieux de la Lune pour deux tems differents dans la même journée, le plus sur pour l'exactitude des calculs, le plus commode pour l'usage général, et en particulier pour la marine, est de les calculer pour l'instant de midi et pour celui de minuit, comme M. de la Lande l'a fait pour 1761. Nous pensons en second lieu que le calcul de l'heure et de la minute du passage de la Lune au méridien, est plus que suffisant pour l'usage de l'astronomie, que demander la precision des secondes suppose un travail aussi long qu'inutile, ce seroit oter a celui qui compose ces calculs un tems qu'il peut et qu'il doit employer a des occupations plus utiles.

Mais l'affaire ne s'arrête pas là. Il est jugé que la CDT comporte des écrits inutiles à l'astronomie et des plaintes sont déposées au bureau de l'Académie. A la séance du samedi 23 novembre 1765, on peut lire :

Sur quelques plaintes qui ont été faites que M. Delalande, inséroit dans la connoissance des tems des choses inutiles au but de cet ouvrage, il a été décidé que désormais il seroit examiné avant l'impression par MM. de Thury et Bezout, que l'Académie a nommé commissaires à cet effet.

Lalande devait sentir l'étau se resserrer sur lui. Mais son entêtement à vouloir modifier par la force le contenu de la CDT et à en faire une œuvre personnelle, le conduisit à un rappel à l'ordre et une remise au pas impitoyable, témoin de l'autorité académique s'exerçant à ses dépens. N'écrit-il pas en effet dans la CDT de 1767 (Paris 1765) :

J'avertis dès-lors que je continuerois à donner des supplémens dans la Connoissance des mouvemens célestes; je vais remplir mon engagement & je pense faire d'autant mieux que je regarde cet ouvrage-ci comme un espèce de journal destiné à annoncer les progrès de cette science, en même temps qu'il contribue à sa perfection [...]¹⁶⁶

Les commissaires, Cassini III et Bézout, remettent un premier rapport le 25 janvier 1760 (dont nous n'avons pas trouvé trace dans les PV). Lalande doit en prendre connaissance mais ne semble pas se conformer aux conclusions des commissaires. Et lors de la séance du samedi 1^{er} mars 1766, la remise au pas est effective :

M. Delalande a lu une réponse au rapport de MM de Thury & Bézout fait le vingt cinq janvier dernier sur ce qui concerne la connoissance des tems, après la lecture de laquelle l'Académie ayant délibéré, il a été décidé qu'on remettrait premierement à cet ouvrage, le titre de connoissance des tems sous lequel il est connu depuis le commencement du siecle.

Secondement, qu'on y remettrait la table des arcs semidiurnes et celle des amplitudes¹⁶⁷.

Troisiemement, qu'on y remettrait les configurations des satellites de Jupiter.

Quatriemement, qu'on y remettrait la correction du midi tirée des hauteurs correspondantes & les longitudes et latitudes des principales villes.

Cinquiemement, qu'à légard de la Lune on continueroit d'exécuter ce qui a été prescrit par le rapport du dix neuf juillet mil sept cent soixante : & qu'enfin toutes ces conditions remplies, M. Delalande y pourroit insérer de nouvelles tables, après cependant que le tout auroit été vû avant l'impression par deux commissaires. Et pour faire exécuter la présente délibération l'Académie a nommé M. Maraldi et moi [Grandjean de Fouchy].

Voici donc Lalande sommé de rétablir l'ancien titre.

Le désaccord est exposé sur la place publique. La CDT pour 1767 paraît à Paris en 1766. En Août 1766, le JDS, comme à son habitude depuis que Lalande — l'un de ses journalistes — a pris en charge

¹⁶⁶. CDT pour 1767, p. 222.

¹⁶⁷. Rappelons que ces tables servaient alors à calculer les levers et couchers du Soleil et de la Lune et, selon certaines méthodes, à estimer la longitude.

sa rédaction, laisse deviner l'intervention académique lorsqu'elle commente la publication de la CDT pour l'année 1767 et son titre :

[...] C'est la sixième seulement qui ait porté le titre de Connoissance des mouvemens célestes ; mais ce titre auquel le Public n'étoit point accoutumé, a paru à beaucoup de personnes moins convenable que l'ancien, & nous sçavons que l'Académie pense à rétablir le titre de Connoissance des temps, consacré par un usage assez général & assez long pour qu'il n'y ait plus d'équivoque sur sa véritable signification¹⁶⁸.

L'année suivante, au mois de mai 1767, le JDS¹⁶⁹ donne un nouvel extrait des éphémérides¹⁷⁰, commente le changement de titre effectif et souligne les désaccords existant entre Lalande et l'Académie :

Quoique pendant six ans, elle ait porté le titre de Connoissance des mouvemens célestes, l'Académie a jugé que celui de Connoissance des temps étoit assez ancien pour devoir être conservé, & M. de la Lande l'a rétabli, quoiqu'il fût persuadé avec beaucoup d'autres que le titre de Connoissance des mouvemens célestes étoit bien plus convenable à la nature de cet Ouvrage & à sa destination¹⁷¹.

Après avoir rappelé l'intérêt des nouveautés introduites par Lalande dans la CDT depuis 1760, le journaliste expose les raisons de la petite polémique académique, prenant fait et cause pour Lalande :

[...] mais il avoit supprimé [...] différentes Tables qu'on étoit accoutumé d'y trouver pour l'usage ordinaire de l'Astronomie et de la Navigation, & que l'Académie a cru devoir y être rétablies. M. de la Lande paroît se plaindre de la nécessité où il s'est trouvé par-là de supprimer beaucoup de choses nouvelles qu'il se proposoit d'insérer dans ce Volume, & les Astronomes verront aussi avec peine qu'on les prive de l'agrément qu'ils trouvoient chaque année à avoir dans cet Ouvrage de nouveaux secours pour leurs calculs, des Observations nouvelles, & une notice intéressante de ce qui se faisoit de nouveau parmi les Astronomes¹⁷².

¹⁶⁸. JDS, août 1766, p. 513.

¹⁶⁹. On ne connaît pas le nom du journaliste, auteur de cette notice. Toutefois, les registres du comité de Trésorerie [A.A.S., années 1761-1776] nous indique que dans les années 1760s, Bézout était rémunéré (800 Livres) pour faire les extraits de HARS pour le JDS.

¹⁷⁰. « Connoissance des Temps pour l'année Bissextile 1768 [...] calculée par M. de la Lande [...] », *Journal des Sçavans*, mai 1767, pp. 335-338. L'auteur de la notice est inconnu.

¹⁷¹. JDS, mai 1767, p. 335.

¹⁷². JDS, mai 1767, p. 335.

Pour l'année 1768, la CDT redevient en effet la *Connaissance des Temps pour l'année ... 1768, publiée etc.* Cette intervention académique est mentionnée par Lalande, très timidement et à mots couverts dans l'avertissement de la CDT pour l'année 1768. Il faut rappeler ici qu'une règle académique implicite — depuis les grandes polémiques entre La Hire et Le Fèvre, et d'autres — voulait qu'il y ait le moins de traces possibles publiques de querelles ou de dissensions internes.

Ayant outrepassé les limites de la décence en ayant laissé paraître la remise de Lalande au pas académique, en vertu de la règle académique non écrite et des comportements d'usage, le rédacteur du *Journal des savants* fut prié de ne plus « rien laisser inséré dans le journal qui regardât l'Académie ou les académiciens sans son aval »¹⁷³.

Lalande revint donc à une forme plus habituelle de la CDT, mais le « mal » était fait : la CDT ne serait plus jamais vraiment comme avant.

V.2. LES SUCCESEURS DE LALANDE SOUS INFLUENCE

Jeurat et un titre hésitant

Après quelques années de *Connaissance des Temps* bien académiques, Jeurat, en 1781, opte pour le compromis et intitule le volume de la CDT pour l'année 1784 : *Connaissance des temps ou Connaissance des Mouvemens Célestes pour l'année 1784, publiée pour la première fois en 1679, par l'ordre de l'ARS et calculée par M. Jeurat etc.*, indiquant par la même occasion que la CDT était depuis le début publiée par l'ARS. Peut-être faut-il trouver ici la source d'une erreur qui s'est un temps diffusée. Pour le volume de 1787, on note encore avec surprise le titre *Connaissance des temps ou Exposition du mouvement des astres*.

Méchain : obéissance au ministre oblige

En 1785, Méchain revient à l'ancien titre pour le volume de 1788, *Connaissance des temps* mais s'autorise une variante à l'image de ses prédécesseurs, titrant pour le volume de 1789, *Connaissance des Temps à l'usage des astronomes et navigateurs etc.* affirmant sa division en deux parties distinctes destinées à des publics différents. Dans les années qui suivent la création du Bureau des Longitudes, les éphémérides conserveront le titre donné par Méchain.

Finalement, et certainement sous l'influence de Lalande, la publication reviendra au titre que ce dernier avait adopté en 1762 : *Connaissance des Temps ou des Mouvemens Célestes à l'usage des Astronomes et des Navigateurs*. Cette modification est soulignée dans l'avertissement de la CDT pour l'an XIV (1804) : on a opté « pour le rétablissement du titre porté en 1762 et 1767 » !

¹⁷³. Hahn, 1993, pp. 9 et 89-90.

La table II.2.1 suivante indique les délais de publication pour la livraison de la *Connaissance des Temps* entre 1759 et 1795.

Tableau II.2.1 : Table de concordance pour la *Connaissance des Temps* entre l'année d'édition des éphémérides et l'année de livraison¹⁷⁴ (1759-1798). On indique dans la seconde colonne le délai ainsi que l'auteur chargé de la rédaction de la CDT. Notons qu'en 1799, l'imprimeur DUPRAT a réuni une collection des volumes antérieurs jusqu'à 1760, depuis qu'il existe des mémoires d'astronomie dans la CDT. Le coût des ouvrages s'élève à 3 francs pour les années ordinaires, 5 frs les années rares, et 2 frs pour les volumes des années antérieures à 1760¹⁷⁵.

CDT pour l'année ...	Année d'impression et de livraison à Paris	CDT pour l'année ...	Année d'impression et de livraison à Paris
LALANDE - 1760	1759	1781	1778
1761	2 ans -1759	1782	1779
1762	1760	1783	1780
1763	1761	1784	1781
1764	1762	1785	1782
1765	1763	1786	1783
1766	1764	1787	1784
1767	1765	MÉCHAIN - 1788	1785
1768	1766	1789	1786
1769	1767	1790	1788
1770	1768	1791	1789
1771	1769	1792	1790
1772	1770	1793	1792
1773	1770	1794	1792
1774	1772	1795 (an III) (MÉCHAIN/LALANDE)	1794
1775	1 an - 1774	LALANDE -1796 (an IV)	1795
JEURAT - 1776	1775	B.D.L. - 1797 (an V)	1796
1777	1776	1798 (AN VI)	1796
1778	2 ans - 1776	1799 (an VII)	(mai) 1797
1779	1777	1800 (an VIII)	(février) 1798
1780	3 ans - 1777	1801 (an IX)	1798

VI. LES CALCULATEURS DE L'OMBRE

¹⁷⁴. Sgard, 1991, pp. 241-242; Lalande, 1803, BA. A partir de l'adoption du calendrier républicain le 24 octobre 1793 (décret du 5 ou 6 octobre 1793), les volumes de la CDT courent du 23 septembre de l'année au 23 septembre de l'année suivante — équinoxe d'Automne et jour de la proclamation de la République — et chevauchent ainsi deux années, jusqu'à son abolition le 1^{er} janvier 1806 (décret de Napoléon du 9 septembre 1805) [Couderc, 1946, pp. 75-78].

¹⁷⁵. CDT an X (sept 1801-sept. 1802) (Paris, 1799), p. 2.

*Il y a des personnes qui ont un goût inné pour le calcul,
pour qui calculer est un besoin; j'en ai rencontré plusieurs,
et j'ai tâché d'en tirer le meilleur parti pour le bien de l'astronomie*¹⁷⁶

VI.1 LES SOURCES

La période précédant l'arrivée de Lalande est assez obscure en ce qui concerne les participations de calculateurs à la CDT. Nous avons signalé comment il est vraisemblable que Louis Godin ait assisté Jacques Lieutaud dans ses calculs.

La « pensée » de Lalande donnée ci-dessus en exergue de ce paragraphe annonce clairement les intentions et la politique de recrutement de calculateurs par Lalande. Il n'a sans doute pas été difficile pour lui d'en recruter dans le milieu des astronomes amateurs, le calcul étant considéré en astronomie comme une activité régulière et noble, même si pour Lalande, elle semble n'être que synonyme de charge insupportable :

[...] le travail le plus pénible qu'un astronome put entreprendre; ce fut de calculer un almanach nautique [...]¹⁷⁷.

C'est dans une lettre adressée au montpelliérain Jacques Poitevin¹⁷⁸, en mai 1773, que Lalande livre ses profondes motivations :

Si j'étais en province avec le goût que vous avez pour l'astronomie, je prendrais un élève que je ferais observer et calculer : cela coûte peu et abat beaucoup d'ouvrage [...]. J'en ai toujours ici, à mes frais, et je m'en suis bien trouvé¹⁷⁹.

Voilà qui a la mérite d'être clair.

La même année, Cassini de Thury se fait plus incisif envers Lalande, lorsqu'il écrit dans son pamphlet¹⁸⁰ intitulé *Lettre d'un voyageur Italien à un de ses compatriotes* :

¹⁷⁶. Lalande, 1803, BA, p. 688.

¹⁷⁷. Lalande, 1803, BA, p. 774.

¹⁷⁸. Jacques Poitevin (1742-1807), physicien et astronome montpelliérain. Elève d'Etienne de Ratte (secrétaire perpétuel de la Soc. Roy. des Sci. de Montpellier pendant 50 ans) et de Danizy (professeur de mathématiques et d'hydrographie à Montpellier en 1764, successeur des Jésuites). Principal correspondant de Lalande à Montpellier et animateur de l'Observatoire de la Babotte à Montpellier [Faidit, 1986, pp. 31-51].

¹⁷⁹. Lettre de Lalande à Poitevin, de Paris le 28 mai 1773 [Brossard, 1895, p.81].

¹⁸⁰. Voir Bigourdan, 1926, « L'astronomie à Béziers [...] », C.R.C.S.S. 1926, pp. 26-42. **L'année 1773 est assez catastrophique pour Lalande.** A la suite de son annonce maladroite dans les gazettes de l'arrivée d'une comète dans les parages de la Terre, Lalande est sommé de retirer un ouvrage sur le sujet non approuvé par l'Académie. En effet, cette annonce avait été à l'origine d'une panique du public qui croyait, en ces premiers mois de l'année 1773, en une possible fin du Monde causée par le choc de cette comète avec notre planète. Récidivant au mois de juillet 1773, Lalande annonce

[Lalande] est aussi réputé l'auteur de l'ouvrage que l'Académie publie tous les ans sous le titre *Connaissance des Temps* ; les envieux de ce M. de la Lande prennent de là, mais à tort, l'occasion de le décrier en relevant nombre de fautes répandues dans un ouvrage qui devrait être parfait puisqu'il émane de l'Académie. Mais pour la gloire de M. de la Lande il faut sçavoir que toutes les erreurs doivent tomber sur les commis négligens et les ouvriers ignorans d'une manufacture d'astronomie qu'il a levée à ses frais pour être en état de fournir à vingt gazetiers et journalistes avec lesquels il a pris des engagements. Cette manufacture est dirigée en second par une académicienne de je ne sçai plus quelle académie¹⁸¹ et ne peut manquer d'être utile au public et à la gloire de ce M. de la Lande qui par son moyen se trouvera bientôt en état d'enfanter tous les mois un in-douze d'Astronomie et un in-folio de calculs¹⁸².

Cassini nous donne là de précieuses informations sur cette « manufacture d'astronomie » mise en place par Lalande et le rôle joué par Nicole Lepaute, véritable superviseur en chef de ses collaborateurs.

Sarcastique, Cassini achève sa présentation en jugeant sévèrement la qualité de la production des auxiliaires de Lalande :

[...] Il ne faut pas, à la vérité, s'attendre à une grande précision dans ces calculs, car ce M. de la Lande prétend que l'exactitude ne fait que le mérite des sots. C'est du moins ce qu'il a imprimé dans la docte préface de la première édition de ses *Elémens d'Astronomie*¹⁸³.

Dans sa *Bibliographie Astronomique*, Lalande donne de plus amples précisions sur les calculateurs qu'il a employés (ou exploités ?) soit pour la CDT, soit pour les *Ephémérides des*

maladroitement dans les gazettes la sensationnelle « disparition » des anneaux de Saturne, dont les phases étaient calculées dans la CDT pour 1773-1774, dans le but de recueillir de nombreuses observations. Le phénomène, assez rare, se produit environ tous les quinze ans (une demi-révolution de Saturne) : le plan des anneaux passe par la Terre et le Soleil, provoquant ainsi, son apparente disparition. L'Académie, par la voix de d'Alembert, est amenée à rectifier la « prédiction » de Lalande, en précisant que le phénomène n'était pas inconnu des astronomes mais méritait des observations très soignées. Raillé par quelques astronomes, dont les Cassini, Lalande mit en cause les compétences de ces derniers et une querelle en suivit, relayée par divers journaux et gazettes, jusqu'à la rédaction du pamphlet mentionné par Cassini de Thury. Ces épisodes laissèrent-ils des traces jusqu'à remettre en cause la direction de Lalande à la tête de la CDT ? Toujours-est-il que sa succession est envisagée dès le mois de janvier 1774 (voir supra, la succession Jaurat-Lalande en 1774).

¹⁸¹. Il s'agit de Nicole-Reine Lepaute, membre associée de l'Académie de Béziers à la suite de ses calculs de l'évolution de l'éclipse annulaire de Soleil du 1^{er} avril 1764 (Voir infra la notice sur Nicole Lepaute). Voir aussi notre notice biographique de Nicole-Reine Lepaute à paraître dans le *Dictionnaire de Biographies Françaises*.

¹⁸². Cité par Bigourdan, 1926, p. 40.

¹⁸³. Cité par Bigourdan, 1926, p. 40. Il s'agit là de l'*Astronomie* de Lalande (Paris, 1764).

Mouvemens Célestes, autre grande éphéméride publiée par l'ARS pour dix années. Il prendra en effet la charge de cette éphéméride, éditée par Lacaille depuis 1744 (succédant lui-même à Desplaces) au décès de ce dernier, pour les deux derniers volumes connus, le septième (1775-1784) et le huitième (1785-1792)¹⁸⁴.

Quelques-uns de ces calculateurs poursuivront leur collaboration sous la direction de Jeaurat. Méchain, attaché à Lalande, épousera les pratiques de son maître et ami.

Lalande et Méchain donnent quelquefois, de manière irrégulière, les noms de leurs collaborateurs réguliers ou occasionnels, au gré des tables, des explications de ces dernières, des mémoires publiés dans la CDT. Il est tout à fait possible que certains noms aient échappé au recensement, mais nous pensons que les principaux "calculateurs de l'ombre" — les « *commis négligens et ouvriers ignorans* » dont Cassini de Thury se moquait — figurent dans cette liste.

Par ailleurs, en dehors des éléments donnés par Lalande, il est assez difficile de discerner leur contributions respectives à la CDT d'une part, et aux EMC d'autre part, et de connaître les conditions, tant techniques que matérielles, dans lesquelles ces calculateurs travaillaient. Si l'on en croît Cassini de Thury, Lalande rémunéraient ses auxiliaires à ses frais, ce qui est d'ailleurs directement confirmé par Lalande dans sa lettre à Poitevin citée plus haut. Mais il n'a pas été possible, jusqu'à maintenant, de déterminer le montant exact des appointements octroyés par Lalande à ses auxiliaires.

Les sources que nous avons systématiquement explorées sont les suivantes :

- l'avertissement de l'éditeur en première page de la CDT;
- les textes d'introduction de l'éditeur aux mémoires dispersés dans la CDT;
- la *Bibliographie Astronomique (B.A.)* de Lalande (très précieuse en ce qui concerne les données biographiques) (Paris, 1803) et son *Histoire de l'Astronomie* insérée dans les volumes de la CDT à partir de 1793, et dans sa *B.A.* pour les années 1784 à 1802;
- la *Table des matières contenues dans la Connaissance des Temps depuis 1760 jusqu'en 1805* établie par Louis Cotte (CDT, an XIV, 1804). Elle est incomplète pour les numéros des années 1760-1770;
- *L'Histoire de l'Astronomie au XVIII^e siècle* (Paris, 1827) de J.B. Delambre, édition posthume de son éditeur qui parfois recopie Lalande sans complément ou vérification.

¹⁸⁴. Voir supra, chap. II.1.

VI.2 UNE LISTE DES CALCULATEURS ET AUTEURS DE LA CDT ENTRE 1760 ET 1795

On trouvera ci-après une liste des contributions des divers calculateurs recensés aux tables de la CDT, majoritairement recrutés par Lalande, jusqu'au premier volume publié par Méchain en 1785 (CDT pour l'année 1788). A partir de la direction de Méchain, les collaborateurs ne sont plus des inconnus : Lalande, Dyonis Dусéjour, Delambre, Borda, Laplace.

Une étude toutefois serait à mener sur les débuts des trois derniers savants dans l'activité noble de calculateur en astronomie, qui leur permettrait de s'exercer, d'être rompus aux calculs, de jongler avec les paramètres en astronomie. Une telle étude pourrait nous apprendre beaucoup sur la genèse de certains de leurs travaux, de juger ainsi de leur compétences et de leurs faiblesses.

Nous avons adopté un classement par ordre alphabétique. Après quelques renseignements d'ordre biographique, et la liste (non-exhaustive) de leurs contributions à la CDT, nous donnons quelques informations complémentaires sur la vie et l'œuvre de ces hommes et femmes, ainsi que sur la nature de leurs travaux.

Les abréviations et les références employées sont les suivantes :

CDT = *Connaissance des Temps*;

EMC = *Ephémérides des Mouvements Célestes*;

BA = *Bibliographie Astronomique* (1803) de Lalande;

Cotte = *Table des matières contenues dans la CDT*, par le père Louis Cotte (an XIV, 1804-1805).

Les contributions indiquées sont issues des notices de Lalande, de la table de Cotte et d'un dépouillement systématique des volumes de la CDT. Certains mémoires et auteurs ont peut-être échappé à cet inventaire.

**LISTE DES CALCULATEURS ET AUXILIAIRES
DE LA CDT (1760-1795)**

1. M. l'abbé BERTRAND¹⁸⁵.

(Autun, vers 1750 - cap de Bonne-Espérance, vers juin 1792 ?).

Longitudes et latitudes des étoiles du catalogue de T. Mayer par l'abbé de Lambre, (CDT, 1787, 297-299) : les calculs ont été effectués par l'abbé Bertrand pour l'année 1786. CDT, 1788, p. 297, même sujet.

Né à Autun vers 1750-55, Bertrand fit ses études en théologie à Paris. De retour en Bourgogne, il s'intéressa aux sciences en 1782. Professeur de Physique et d'astronomie au collège de Dijon, membre de l'Académie de Dijon, il avait son observatoire dans la Tour du Logis du Roi. Il prit part avec Guyton de Morveaux à l'ascension du 25 avril 1784 à bord de l'aérostat « l'Académie de Dijon ». En 1786, il calcula les longitudes et latitudes des villes de Bourgogne et effectua de nombreuses observations astronomiques en 1786-1787. Sur proposition de Lalande, il s'était embarqué comme astronome le 28 septembre 1791 avec le Capitaine d'Entrecasteaux. Démissionnaire en janvier 1792, il mourut des suites d'une chute de 200 pieds en voulant gravir la montagne de la Table au cap de Bonne-Espérance. Il est mort lors du voyage de retour.

L'abbé Bertrand est cité dans la CDT de 1788 (p. 297). Bertrand a réduit à l'année 1786 les positions des étoiles du catalogue de Mayer. Ce travail fut inséré par Jaurat dans la CDT pour 1787 (dernier volume publié par Jaurat). Bertrand, nous signale Méchain, avait entrepris le calcul des longitudes et latitudes. Mais par suite de ses occupations, Bertrand ne put achever ses calculs dont il remit le manuscrit à Lalande. Méchain, les jugea bons mais décida toutefois de la recommencer en modifiant l'obliquité de l'écliptique choisie par Bertrand (pp. 297-299). Sa notice biographique a été écrite par Lalande¹⁸⁶.

2. Bertand-Augustin CAROUGE¹⁸⁷

(Dol, 8 octobre 1741 – Paris, 29 mars 1798 (le 9 Germinal an VI)).

Nombreuses contributions de nature non précisée dans les écrits de Lalande [BA, 612 ; 803-804]. Nous avons trouvé mention de M. Carouge dans *l'Astronomie* (Paris, 1784, pp. 760-761), au sujet de l'examen des tables de réduction des distances lunaires éditées par Dunthorne. Tables des distances

¹⁸⁵. Lalande, 1803, BA, pp. 723-724. D.B.F., VI (1954), p. 262. Quérard, I, p. 310.

¹⁸⁶. Lalande, 1803, BA, pp. 723-724.

¹⁸⁷. D.B.F. VII (1956), 1208. Lalande, CDT an X (1802), pp. 396-397. Lalande, 1803, BA, p. 612 et pp. 803-804.

lunaires (partielles) (CDT, 1789, selon l'avertissement de Méchain). *Formule des parallaxes* (CDT, 1791, 305, 348) [Cotte, 490].

Carouge avait fait beaucoup de calculs pour la CDT et la seconde édition de l'*Astronomie* de Lalande (1771), dont nous ne connaissons pas exactement la teneur. Lalande semble indiquer que Carouge était spécialisé dans la réduction en décimales de toutes les tables astronomiques¹⁸⁸. Il semble avoir travaillé autour des tables et des parallaxes lunaires. Il donna plusieurs mémoires insérés dans la CDT sous la direction de Méchain. En 1783, Carouge observe et rédige les calculs pour l'éclipse de Lune du 18 mars¹⁸⁹.

Carouge ne semble pas avoir eu une vie facile puisqu'on le trouve en 1795 sans ressources. Sans doute Lalande intervient-il puisque Carouge obtient une place d'administrateur général des Postes qu'il occupera jusqu'à sa mort en 1798. A son sujet, Lalande écrit :

Il est rare que les talents soient de titres à la fortune : cela n'arrive que lorsque le pouvoir est réuni au savoir¹⁹⁰.

3. Jean CARTAULT

(?? - Paris, 26 octobre 1784). Premier commis de la Marine vers 1772.

Jean Cartault a calculé une table de 250 000 logarithmes restée manuscrite¹⁹¹. Ces logarithmes furent remis à Lalande en 1772 par Beaujon, administrateur de la Marine, et occupaient deux volumes in-folio¹⁹². A la demande de Lalande, Cartault semble s'être spécialisé dans le calcul des lieux de la Lune sur les tables de Mayer, notamment pour la CDT de 1774¹⁹³. Lalande est l'auteur d'une notice nécrologique parue dans le *Journal de Paris* du mardi 2 novembre 1784 reproduite intégralement ci-après. Elle nous donne de précieuses indications sur l'activité de cet homme dans le domaine du calcul astronomique :

Nous avons annoncé, dans notre Journal du 27 octobre, la mort de M. Jean *Cartault*, ancien premier Commis de la Marine ; mais nous devons un tribut à sa mémoire à raison de son zèle pour les Sciences. M. *Cartault* avoit pour le calcul un goût, ou plutôt une passion qui est fort rare : pour la satisfaire, il calcula les

¹⁸⁸. Lalande, 1803, BA, p. 612.

¹⁸⁹. Méchain, 1783, « Mémoire sur l'éclipse totale de Lune du 18 mars 1783 », HARS 1783 (Paris, 1786), Mém., pp. 625-627. Carouge observe aux côtés de l'abbé Rochon, du Duc de la Rochefoucauld et de Méchain.

¹⁹⁰. Lalande, 1803, BA, p. 804. CDT an X, 397.

¹⁹¹. Voir aussi Delambre (1810, 1966), p. 84.

¹⁹². Lalande, 1803, BA, p. 688.

¹⁹³. Lalande, 1803, BA, p. 667.

logarithmes des nombres jusqu'à 250 mille ; le Manuscrit en 2 volumes in-folio est entre les mains de M. de la Lande, qui se propose de le déposer à la bibliothèque de l'Académie des sciences ; de même que celui de M. Robert, curé de Toul, qui contient les logarithmes des sinus pour toutes les secondes.

M. de la Lande ayant eu connoissance du talent de M. Cartault, lui proposa des calculs plus utiles, mais pour lesquels il falloit une patience peu commune. Halley, célèbre Astronome d'Angleterre, avoit publié plus de mille observations de la Lune & il les avoit comparées avec ses tables ; il étoit utile de les comparer avec les tables nouvelles de Mayer. M. Cartault s'en chargea, & il en est fait mention dans la *Connoissance des Temps de 1774*, page 281. Si ces calculs & d'autres semblables se trouvent dans les papiers de M. Cartault, il est à désirer qu'on les remette entre les mains des Astronomes qui peuvent en faire usage. Quoi qu'il en soit, cet exemple méritoit d'être cité pour l'émulation de ceux qui ont du loisir & des dispositions pour le calcul¹⁹⁴.

Cet appel aux héritiers sera entendu. Dans le *Journal de Paris* du dimanche 7 novembre 1784, le neveu de Jean Cartault, « *secrétaire du roi & ancien notaire* », répondra favorablement à cette requête, invitant ses cohéritiers à remettre gratuitement à Lalande tout document scientifique laissé par leur oncle une fois la succession liquidée¹⁹⁵.

L'histoire ne dit pas si Jean Cartault a laissé d'autres calculs.

4. M. DE CHALIGNI

On ne connaît pas grand-chose de cet homme, sauf qu'il est mort à Madrid en 1801 :

M. Chaligni est mort à Madrid. Il avait fait, il y a long-temps, des observations et des calculs qui l'avaient fait connaître avantageusement en astronomie¹⁹⁶.

Il s'agit sans doute du calculs des éléments de diverses comètes mentionnés par Delambre dans son *Rapport historique* à l'Empereur¹⁹⁷.

¹⁹⁴. *Journal de Paris*, n° 307, mardi 2 novembre 1784, pp. 1291-1292.

¹⁹⁵. *Journal de Paris*, n° 312, dimanche 7 novembre 1784, p. 1310.

¹⁹⁶. Lalande, 1803, BA, p. 862, année 1801.

¹⁹⁷. Delambre (1810-1966), p. 172 et Delambre (1989), p. 152.

Dans la CDT de 1773, Chaligni a calculé la *Table de la variation séculaire en longitude & en latitude des étoiles fixes* (CDT, 1773, 253-254). Nous avons trouvé mention d'un abbé de Chaligni en note d'un mémoire de Le Monnier¹⁹⁸ ; il n'est pas invraisemblable qu'il s'agisse de la même personne.

5. LE PÈRE LOUIS COTTE¹⁹⁹

(Laon, le 20 oct. 1740 - Montmorency, 4 oct. 1815). Oratorien, professeur de théologie à Montmorency, curé de Montmorency, puis chanoine de la cathédrale de Laon. Correspondant de M. Tillet²⁰⁰ (trésorier de l'ARS depuis 1758) le 19 août 1769. Elu correspondant de la classe de physique générale de la 1^{re} Classe de l'Institut, le 28 nov. 1803.

Calendrier météorologique (CDT, 1775, 340 et suiv.) [Cotte, 488] ; *Table de la variation de l'aiguille aimantée dans le tems des aurores boréales* (CDT, 1783, 395 et suiv.) [Cotte, 466] ; *Nombre des aurores boréales observées à Montmorenci, à Leyde et à Franeker* (CDT, 1783, 395 et suiv.) [Cotte, 469] ; *Rapport des températures avec l'apparition des aurores boréales* (CDT, 1783, 396) [Cotte, 470] ; *Rapport des températures avec l'électricité naturelle de l'atmosphère* (CDT, 1783, 398) [Cotte, 474].

Le P. Cotte semble s'être spécialisé à partir de 1765 dans les observations météorologiques au sens large, incluant tous les phénomènes atmosphériques extraordinaires. Lalande écrit « *qu'il a été fort utile à cette partie de la physique* »²⁰¹.

Louis Cotte est surtout connu pour la *Table des matières et des tables contenues dans la Connaissance des Temps depuis 1760 jusqu'en 1805*, table précieuse mais incomplète, qui ignore entre autres les calculateurs faisant l'objet de cette liste.

6. Achille-Pierre DIONIS DU SÉJOUR²⁰².

(Paris, 11 janvier 1734 - Angerville, 22 août 1794). Mathématicien, astronome. Membre des Académies de Paris, Londres, Stockholm. Conseiller de Grand-Chambre au parlement de Paris. Associé libre le 26 juin 1765; associé libre le 23 avril 1785; démissionnaire le 14 juillet 1786. Associé de la classe de physique générale le 23 juillet 1786.

Calculs d'éclipses du Soleil (CDT, 1774, 273-276). Nous ne le citons ici que pour ses premières contributions qui lui ouvrirent les portes de l'Académie.

¹⁹⁸. HARS, 1785, note p. 370.

¹⁹⁹. Quérard, II, pp. 302-303. Lalande, 1803, BA, p. 541. *Index biogr.*, 1979, p. 195.

²⁰⁰. Tillet : Commissaire du roi pour les Essais et Affinages du Royaume, à l'Hôtel de la Monnaie. Trésorier depuis 1758. (CDT, 1776, *Liste et demeures des Correspondants de MM. de l'Académie*).

²⁰¹. Lalande, 1803, BA, p. 541.

²⁰². Quérard, II, p. 565. *Index biogr.*, 1979, p. 222.

Duséjour est l'auteur d'environ dix-huit vastes mémoires de plus de cent pages chacun dans les mémoires de l'Académie des sciences entre 1760 et 1780, où il traite du calcul des éclipses et des théories du Soleil et de la Lune. Le résumé de ses réflexions est le volumineux *Traité analytique des mouvemens apparens des corps célestes* (Paris, 1786) qui constitue son œuvre majeure et la source de ses contributions à la CDT. Celles-ci sont aussi extraites d'un ouvrage collectif rédigé avec M. Gourin, intitulé *Recherches sur la gnomonique, la rétrogradation des planètes et les éclipses de Soleil* (Paris, 1761)²⁰³, constituant le début de ses recherches sur le sujet. Duséjour a certainement contribué à modifier profondément les pratiques calculatoires des astronomes. A défaut d'une étude détaillée sur son œuvre, il est assez difficile d'en dire davantage²⁰⁴.

Notons que Duséjour clame avoir été l'un des amis proches de Clairaut et revendique cette amitié dans quelques-uns de ses travaux²⁰⁵. Il est avec Jaurat et Lémery l'un des astronomes à avoir montré que les tables de la Lune de Clairaut étaient d'une qualité au moins aussi bonne que celles de Mayer dans les années 1760²⁰⁶.

7. Charles DUVAUCEL²⁰⁷

(Paris, 5 avril 1734 - Evreux, 3 mai 1820). Astronome, correspondant de Legentil le 24 mai 1776. Correspondant pour la section d'astronomie de la 1^{re} Classe de l'Institut de France le 28 nov. 1803. Maire d'Evreux de 1790 à 1792.

Calculs de cartes d'éclipses de Soleil visibles à Paris pour la CDT.

Duvaucel commence à s'occuper d'astronomie en 1757 avec Lalande. Il est l'auteur de mémoires insérés dans le tome V du recueil des « Sçavans Etrangers » en 1768. Il calcule des cartes des éclipses de Soleil visibles pour la CDT. Certains de ces calculs ont été reproduits dans *L'Art de vérifier les dates*²⁰⁸. A l'occasion des EMC éditées pour les années 1785 à 1792, Lalande demanda à Charles Duvaucel de calculer toutes les éclipses totales de Soleil visibles à Paris depuis 1767 jusqu'en l'année 1900²⁰⁹ (sic) !

²⁰³. L'exemplaire que nous avons consulté aux Archives du Port de Toulon [SHM Toulon, INV 879] est relié avec *l'Histoire critique de la découverte des longitudes* du P. Pezenas (Avignon, 1775).

²⁰⁴. L'ensemble de ses mémoires mériterait une étude, tant Duséjour emploie l'analyse et le calcul différentiel appliqués à de très nombreux problèmes astronomiques. Il est assez difficile de croire que ce travail n'eut pas d'influence, même mineure, sur les travaux des grands théoriciens, Lagrange, Laplace, et sur celui d'astronomes tel que Delambre par exemple.

²⁰⁵. Duséjour, 1771a et 1771b. Voir infra, chap. IV.3.

²⁰⁶. Voir infra, chap. IV.3.

²⁰⁷. Quérard, II, p. 749. Lalande, 1803, BA, p. 501. D.B.F., XII (1970), p. 1010.

²⁰⁸. *L'Art de vérifier les dates, troisième édition*, tome Ier, Paris (1783), in-folio [Lalande, 1803, BA, p. 588].

²⁰⁹. Lalande, 1803, BA, p. 704. Les calculs de ces éclipses par Duvaucel sont publiés dans les *Mémoires de mathématiques et de physique présentés à l'Académie etc.* (SAV ETR, ??), tome V, Paris, 1768 [Lalande, 1803, BA, p. 501].

8. Jean-Baptiste De GAULLE²¹⁰

(Attigny, Marne, 5 juillet 1732 - Honfleur, 15 avril 1810). Premier pilote des vaisseaux du Roi, professeur d'hydrographie, ingénieur-hydrographe de la Marine au Havre puis correspondant de l'Institut. Retiré du service en 1766 en raison de ses infirmités. Correspondant de Pierre Méchain le 21 août 1782.

Table des amplitudes (CDT, 1788, 188-211 et 289-290).

Sa participation à la CDT semble débiter avec la direction de Méchain. De Gaulle calcule une *Table des amplitudes* dans la CDT de 1788 (pp. 188-211; explications, pp. 289-290). De Gaulle en a amélioré la présentation et étendu le calcul jusqu'à 23°45' de déclinaison.

De Gaulle avait proposé un prix spécial de l'ARS en 1786-1787 qui eut peu de succès. Ce prix avait pour objet la construction de digues et d'ouvrages protecteurs sur les côtes françaises. Il avait été approuvé par les navigateurs et marins de l'Académie, Borda, Bory et Chabert, mais ce prix resta sans succès²¹¹. Ingénieur, il proposa de nombreux mémoires sur un loch de son invention et sur les boussoles : ses recherches sont conservées aux Archives Nationales²¹² et à notre connaissance, n'ont pas jusqu'ici fait l'objet de travaux.

9. Jean-Louis GUÉRIN

(Paris, 21 juillet 1732 - ??). Astronome, et activités dans la Marine (?) au Port de Dunkerque en 1763.

CDT 1771, tables pp. 156-190 ; tables d'interpolation pour le calcul des secondes différences. CDT 1772, table p. 139 (cité p. 232). CDT 1805 (an XV), *Table de correction des parties proportionnelles pour les lieux de la Lune* (tables d'interpolation), 369-372. (participations aux EMC tomes VII et VIII : tables de précession pour obtenir l'ascension droite et la déclinaison des étoiles)²¹³.

Jean-Louis Guérin est mentionné pour la première fois par Lalande dans son *Journal d'un voyage en Angleterre en 1763*²¹⁴ à la date du 14 mars 1763, Lalande se trouvant alors à Dunkerque, prêt à embarquer pour l'Angleterre. Il entrera en correspondance suivie avec Lalande en 1770. L'éditrice du *Journal etc.* de Lalande cite des participations de Guérin aux EMC pour le volume VIII (pour les années 1783 à 1792) donné à tort comme le dernier volume des EMC. Lalande nous précise que Guérin a calculé : les ascensions droites et les déclinaisons du Soleil, des tables de précession pour le

²¹⁰. Quérard, II, p. 422. Lalande, BA, p. 596.

²¹¹. Lardit, 1997, pp. 20-21.

²¹². AN, MAR, G 99.

²¹³. Lalande, in Montucla, 1803, IV, pp. 316-317.

²¹⁴. Monod-Cassidy, H., 1980, pp. 21-22.

calcul des coordonnées des étoiles, les angles de l'écliptique avec le méridien, les tables des arcs semi-diurnes du Soleil et de la Lune pour les volumes VII et VIII des EMC²¹⁵.

Dans une autre référence, Lalande nous donne plus de renseignements biographiques²¹⁶. Le père de J.-L. Guérin était receveur des tailles à Amboise où son fils le suivit, occupant la même charge. Quand il entra en correspondance avec lui en 1770, Lalande engagea J.-L. Guérin à effectuer les calculs pour les EMC précédemment cités. Nous avons par ailleurs trouvé les participations suivantes : CDT 1771, tables pp. 156-190; CDT 1772, cité p. 232 pour la table p. 139.

10. M. HOMBRON

Table pour trouver le nonagésime avec sa hauteur, sous le parallèle de Paris (CDT, 1767, 119 et suiv. ; CDT, 1768, 193 et suiv.) [Cotte, p. 489].

Nous n'avons pas trouvé d'éléments biographiques consistants. Hombron s'est spécialisé dans le calcul des tables du nonagésime, vieille méthode pour calculer les éclipses et les longitudes (en mer) proposée en son temps par Johannes Kepler²¹⁷. Ses tables sont publiées dans la CDT pour les années 1767 et 1768. Le JDS nous apprend qu'en 1766, Hombron est déjà très expérimenté dans le calcul astronomique et qu'il fréquente Lalande depuis longtemps²¹⁸.

11. M. LAMBERT.

Nous n'avons pas trouvé d'éléments biographiques sur cet homme. Peut-être s'agit-il de l'astronome Jean-Henri Lambert, astronome, mathématicien et physicien (26 avril 1728 - 25 septembre 1777) qui a collaboré et même dirigé les Ephémérides de Berlin. Méchain précise que des *Tables générales de la nutation dans l'ellipse* ont été calculées par « feu M. Lambert » dans la CDT de 1785 (p. 231). Les dates correspondraient...

12. L'Abbé de LAMBRE alias Jean-Baptiste DELAMBRE

(Amiens, 19 sept. 1749 – Paris, 19 août 1822). Astronome.

La confusion de l'abbé de Lambre avec l'astronome Jean-Baptiste Delambre est-elle réelle ou seulement apparente²¹⁹ ? Lalande écrit "Delambre" dans sa *Bibliographie Astronomique* et provoque la confusion avec un abbé de Lambre que l'on trouve dans les tables des matières de la CDT de 1776

²¹⁵. Lalande in Montucla, 1803, IV, p. 316. Lalande, 1783, EMC, VIII, pp. 1-16, 79-80, 81-84.

²¹⁶. Lalande, 1803, BA, p. 539.

²¹⁷. Pares, 1976, pp. 57-58. Montucla, 1803, T. IV, p. 311.

²¹⁸. JDS, août 1766, pp. 514-515.

²¹⁹. Je remerci vivement Mme Michelle Chapront-Touzé de m'avoir demandé de préciser ce point.

données par Jaurat (ainsi que dans la CDT pour 1788). On peut aussi trouver un abbé de Lambre mentionné dans les mémoires de l'Académie des sciences (HARS 1785, p. 128).

Un seul de ses biographes²²⁰ mentionne le pseudo-titre d'abbé sous lequel Delambre fut connu pendant les quelques années qui suivirent sa fixation définitive à Paris en 1771. Dans sa jeunesse, Delambre suivit des études au collège d'Amiens. Il noua avec son maître, l'abbé Delille, une franche amitié. Son succès dans les études littéraires et scientifiques lui permirent d'obtenir une bourse au collège de Plessis à Paris. Sa famille le destinait à l'Eglise mais Delambre ne se sentait aucune vocation pour cet état. Ce n'est qu'après quelques années de doutes que Delambre se tourna résolument vers l'étude de l'astronomie. Sa rencontre avec Lalande, toujours à la quête d'auxiliaires, fut, sur ce point, déterminante. Delambre porta le titre d'abbé de Lambre dans les années 1770 et 1780 et ce, jusqu'à une époque tardive, au moins jusqu'en 1788 ou 1789 sans que l'on en connaisse bien les raisons. Le plus surprenant est que pendant toutes ces années, ses proches et ses confrères l'appelaient simplement Delambre.

Aucun des biographes de Delambre n'a donc jamais soulevé cette question : **pourquoi Delambre, qui n'est jamais entré dans les ordres, s'est-il fait appeler abbé de Lambre pendant environ une bonne quinzaine d'années ?**

Voyons les contributions du jeune Delambre à la CDT. Il est l'auteur de plusieurs calculs : longitudes et Latitudes de 998 étoiles du catalogue de Tobias Mayer²²¹ (CDT 1788, pp. 297-333). Il calcule aussi pour ce même volume les coordonnées des 400 étoiles du catalogue de Lacaille réduites pour l'année 1788 (pp. 213-225); les tables d'aberration pour les étoiles (pp. 226-229) selon ses propres formules nous dit Méchain dans son avertissement (un exemple et les formules de Delambre sont précisées pp. 228-229). Jean-Baptiste Delambre participa aussi au huitième volume des EMC où Lalande lui demanda des tables d'aberration pour Mercure²²² (tables permettant le calcul des longitudes apparentes de cette planète).

Delambre calcule de nouvelles « Tables du mouvement horaire de la Lune » dans la CDT de 1791 (Paris, 1789, pp. 255-278), selon une révision des tables de Mayer. Nous avons retrouvé aux Archives

²²⁰. Trois notices biographiques sont indispensables pour tout travail sur la vie de Delambre. La première est la référence du D.S.B., 1970, t. 3-4, pp. 14-18, signée par Bernard I. Cohen. Les deux autres références « absolues » sont : 1. La notice rédigée par Claude-Louis Mathieu [Michaud, 1843, t. X, pp. 297-301], élève, ami et dépositaire des papiers de Delambre ; 2. Le discours pour la Commémoration du deux-centième anniversaire de la naissance de J.-B. Delambre, prononcé par Pierre Jacquinet, Inspecteur Général géographe, lors d'une conférence donnée à la Société Astronomique de France, le mercredi 22 juin 1949 [*L'Astronomie*, juillet-août 1949, pp. 193-207]. Seul Jacquinet mentionne le titre d'abbé porté par Delambre. Bien que s'appuyant sur une autobiographie de Delambre, Mathieu ne prête pas attention à cette question.

²²¹. Lalande, 1803, BA, pp. 596-597.

²²². Lalande, 1783, EMC, VIII, tables pp. 73-75.

Départementales de l'Hérault le manuscrit²²³ préparatoire à ces calculs, comportant des remarques précieuses sur les tables de Clairaut qui n'ont pas été publiées dans la CDT²²⁴.

Outre le problème du titre d'abbé porté par Delambre pendant une quinzaine d'année, l'autre question en suspens concerne la présence du précédent manuscrit de Delambre dans les archives montpelliéraines : je n'y ai pas trouvé d'explications plausibles pour le moment.

13. Louis-Robert-Joseph Cornelier LÉMERY²²⁵

(Versailles, 5 novembre 1728 - Paris, 1^{er} mars 1802). Calculateur officiel de la CDT rémunéré comme tel après la refonte de 1785 exigée par de Castries.

Table de 1180 lieux de la Lune observés par Bradley et comparés avec les calculs de Mayer (CDT, 1779, 260-301) avec une table des longitudes des villes et une méthode pour trouver la longitude en mer [BA, 557] ; *Erreur des tables du Nautical, Clairaut et Mayer* (CDT, 1783, 352-374 et CDT, 1786, 198-199 ; 387 et suiv.) ; Calcul présumé entier pour CDT 1787 et des tables des EMC, tome VII). *Tables des distances lunaires* (CDT, 1789 et années suiv.).

Il est l'un des grands calculateurs de la CDT et sans doute un des astronomes-calculateurs de l'ombre les plus importants de cette époque. Lalande nous en dessine le portrait :

M. Lémery dont j'avais découvert, il y a trente ans [i.e. vers 1770], le goût singulier pour le calcul. Attaché au marquis de Pui[l]sieux, il employait au calcul tout le temps que ses devoirs lui laissaient. Je lui fis calculer quantité de lieux de la Lune, que je publiai en 1777 dans la *Connaissance des Temps* de 1779; et depuis quinze ans, il faisait les calculs de la *Connaissance des Temps* presque en entier avec autant de soin que d'assiduité²²⁶.

Lalande ajoute :

Il y a des personnes qui ont un goût inné pour le calcul, pour qui calculer est un besoin; j'en ai rencontré plusieurs, et j'ai tâché d'en tirer le meilleur parti pour le bien de l'astronomie ; Le C^{en} Lemery, qui a travaillé quinze ans à la *Connaissance des Temps* en est un exemple²²⁷.

²²³. AD, Hérault, D. 128, fol. 209-214.

²²⁴. Voir notre étude sur le mouvement horaire de la Lune chez Clairaut (infra, chap. IV.2).

²²⁵. Quérard, V, p. 142. Michaud, pp. 23-24, 84. Lalande, BA, pp. 557, 879.

²²⁶. Lalande, 1803, BA, p. 879.

²²⁷. Lalande, 1803, BA, p. 688.

Contrairement à ce qui figure dans la CDT pour l'année 1800, et qui fait remonter la contribution de Lémery à 1786²²⁸, son activité à la CDT semble véritablement débuter vers 1775-76. Cornelier-Lémery travailla aussi bien pour Lalande que pour Jeurat. Dans la CDT pour 1779, Lalande signale « *une table très-ample des longitudes des villes, des méthodes pour trouver la longitude en mer, des observations de la Lune par Bradley, comparées avec les tables par M. Lémery* »²²⁹. D'importantes tables se trouvent dans la CDT de 1779, sous le titre *Tables de la Lune de M. Clairaut comparées avec celles de Bradley et enrichies d'un grand nombre d'observations*. Lémery est le grand spécialiste du calcul des positions de la Lune, le comparateur des tables de cet astre et le calculateur des distances lunaires jusqu'à son décès.

Lémery a beaucoup contribué à la comparaison des tables de la Lune dressées par Bradley, Mayer, Clairaut et le *Nautical Almanac* ; CDT 1783, pp. 352-374; *Erreurs des Tables de la Lune du Nautical, Clairaut et Mayer*, CDT 1786, p. 387 (avec M. Dom Nouette), explications pp. 198-199. Nous reproduisons ailleurs dans notre étude certaines de ces tables ou des extraits, et nous y consacrons une étude particulière²³⁰.

La bibliothèque de l'Institut de France à Paris conserve de lui un manuscrit intitulé *Calculs de 526 lieux de la Lune sur les tables de M. Clairaut. Edition de 1765. Donnés à l'Académie le 7 juillet 1782*²³¹ formant la base des tables publiées dans la CDT de 1783 et 1786. Le projet d'édition de ces tables est annoncé dans la CDT 1779, p. 261 et le résultat imprimé dans la CDT pour 1783.

Lémery aurait pratiquement calculé en entier le volume de la CDT de 1787 et la plupart des tables du tome VII des EMC (édité par Lalande, — aidé de Mme Lepaute ?). Lémery calcula la plupart des phénomènes et observations diverses pour ces deux volumes²³².

L.R.J. Cornelier-Lémery devient le calculateur officiel de la CDT, rémunéré à hauteur de 1200 Livres, après la réforme exigée par le ministre de la Marine, le Maréchal de Castries en juin 1785.

14. Nicole-Reine LEPAUTE²³³

(5 janvier 1723 - 6 décembre 1788). Astronome calculateur.

²²⁸. *Connaissance des Temps pour l'an VIII (1799-1800)* (Paris, 1798), page 4 : on peut lire que Lémery travaille depuis 12 ans à ce livre (sic).

²²⁹. Lalande, 1803, BA, p. 557.

²³⁰. Voir infra, chap. IV.3 pour la contribution de Lémery à la postérité des tables de la Lune de Clairaut.

²³¹. Ms 2384, Bibliothèque de l'Institut de France. Voir infra, chap. IV.2 et IV.3 pour une discussion plus détaillée des résultats de ces calculs et de l'influence des travaux de Lémery sur la postérité des travaux de Clairaut sur les tables de la Lune.

²³². Lalande, 1783, EMC, VIII, p. iv.

²³³. Quérard, V, 184. Lalande, 1803, BA, pp. 480; 676-680. Voir notre notice biographique à paraître dans le *Dictionnaire de Biographies Françaises*.

Née Etable de Labrière, elle est la femme de Jean-André Lepaute (1720-1787), horloger du Roi et fournisseur d'horloges pour de nombreux observatoires astronomiques en Europe au XVIII^e siècle.

Calculs pour le transit de Vénus (CDT, 1761, 145-156) ; *Table des angles parallactiques* (CDT, 1763, 133-141 ; 142-144 ; 199-205) ; *Calculs pour l'éclipse annulaire du 1^{er} avril 1764* (CDT, 1764, 204-206) ; Participation aux EMC, tomes VII et VIII : tables du Soleil, de la Lune, et de toutes les planètes [BA, 678].

Elle est surtout connue pour avoir été l'assistante zélée de Lalande et de Clairaut lorsque ces derniers entreprirent en juin 1757, de longs calculs pour le retour de la comète de Halley qui se produisit le 13 mars 1759. Elle est nommée la « *savante calculatrice* » par Clairaut qui dira par ailleurs à propos de ces fantastiques calculs : « *L'ardeur de Mme Lepaute est surprenante* »²³⁴.

Nicole Lepaute est aussi connue pour l'aide apportée à son mari, Jean-André Lepaute, horloger du roi, pour les calculs de son *Traité d'horlogerie* de 1755.

Lalande signale sa participation indéfectible et précieuse aux calculs de la CDT de 1759 jusqu'en 1774 :

En 1759, je fus chargé de la *Connaissance des Temps*, ouvrage que L'Académie des sciences publiait chaque année pour l'usage des astronomes et des navigateurs, mais dont les calculs pourraient occuper plusieurs personnes. J'eus le bonheur de trouver dans M^{me} Lepaute un secours sans lequel je n'aurais pu entreprendre ce travail; et elle continua jusqu'en 1774, temps où un autre académicien se chargea de ce pénible emploi²³⁵.

Principales et remarquables contributions de la seule femme recrutée par Lalande :

1. Calculs pour le transit de Vénus en 1761 (CDT 1761, pp. 145-156) sans que l'on discerne très bien sa participation. Lalande précise qu'elle écrivit plusieurs mémoires pour l'Académie de Béziers à cette occasion²³⁶.

2. *Tables des angles parallactiques* (CDT 1763, 133-141; 142-144; 199-205; insérées aussi dans ECA, 1762) : « Table manquante à l'astronomie et dont Madame Lepaute s'est chargée » (CDT, 1763, 200).

3. *Calculs pour l'éclipse annulaire* (en Normandie et en Picardie) *du 1er avril 1764* (voir le chapitre concernant les tables de la Lune de Clairaut et les tests de ces tables à l'occasion de cette

²³⁴. Propos rapportés par Lalande, 1803, BA, p. 678.

²³⁵. Lalande, 1803, BA, p. 679.

²³⁶. Lalande, 1803, BA, p. 678.

éclipse). (CDT 1764, pp. 204-206). On ne sait pas sur quelles tables elle s'est basée pour ces calculs. Elle a publiée en 1762 une carte donnant les lignes des phases de cette éclipse. La carte publiée à Paris laissait voir l'avancement de l'éclipse dans toute l'Europe, quart d'heure par quart d'heure. Cette carte fut distribuée à Paris par milliers. A cette occasion, Lalande a laissé une confusion s'installer : cette carte n'est pas publiée dans la CDT. Lalande ne mentionne que sa parution et ses références²³⁷. Les calculs de M^{me} Lepaute seront contestés par un Minime de Clermont-Ferrand, le P. Sauvade qui manqua l'observation de l'éclipse et en attribua la faute à « l'Académicienne de Béziers ». Claude-Etienne Trébuchet (voir ci-après) prit la défense de Nicole Lepaute et montra que les connaissances en astronomie du P. Sauvade étaient en cause²³⁸.

Lalande nous précise que Mme Lepaute prit en charge dans les EMC, volumes VII et VIII, les calculs des tables (longitude et latitude écliptiques) du Soleil, de la Lune et de toutes les planètes²³⁹. Sans doute le faisait-elle aussi auparavant pour la CDT. En effet, l'entraînement au calcul astronomique ne pouvait qu'assurer la rapidité d'élaboration et de publication des éphémérides, dans les 18 mois au moins précédant l'année pour laquelle elles étaient éditées.

Selon Cassini de Thury, Mme Lepaute aurait été la véritable cheville ouvrière et le « superviseur » de la « manufacture d'astronomie » que Lalande avait établie à son propre usage²⁴⁰.

15. Joseph LEPAUTE-D'AGELET

(Thonne-Le-Long, 25 novembre 1751 - Vanikoro, 1788). Astronome, professeur de mathématiques à L'Ecole Militaire. Adjoint astronome, le 16 janv. 1785 (rempl. Cassini IV, promu associé); associé de la Classe d'astronomie le 23 avril 1785. Il fut astronome au Collège Mazarin et à l'Ecole Militaire. Lepaute-d'Agelet périt avec l'expédition de La Pérouse.

Méthode de M. Le chevalier de Borda pour déterminer les longitudes à la mer avec un exemple calculé par cette méthode (CDT, 1780, 261-269) [BA, 564]. Lalande en donne son éloge dans sa *Bibliographie Astronomique* (pp. 708-713) et dans la CDT de 1798.

Neveu par alliance de Mme Lepaute, Lepaute-d'Agelet est arrivé à Paris en 1769. Il fit ses débuts en astronomie avec Lalande et travailla avec lui pendant cinq années, où il s'exerça aux calculs et aux observations²⁴¹. Lepaute d'Agelet avait calculé pour Lalande les différentes phases de l'éclipse de Soleil du 24 juin 1778 (Paris, 1778). Lalande le sollicita pour le volume VIII des EMC en 1783.

²³⁷. Elle est publiée dans les *Mémoires de Trévoux*, juin 1762, p. 1529.

²³⁸. JDS, octobre 1766, pp. 644-657.

²³⁹. Lalande, 1783, EMC, VIII, p. iv.

²⁴⁰. Bigourdan, 1926, pp. 26-42.

²⁴¹. Lalande, 1803, BA, p. 564.

Dans la CDT de 1779, l'obliquité de l'écliptique est celle déterminée par Lepaute-d'Agelet d'après ses observations faites au Collège Mazarin en 1775 et 1776²⁴². Lepaute d'Agelet donna une méthode pour déterminer les longitudes à la mer selon la méthode de M. Borda dans la CDT pour 1780.

16. Jean-René LÉVESQUE²⁴³.

(St-Jouin de Blavon, Mortagne dans le Perche, 19 janvier 1751 - ??). Astronome.

Nombreuses tables pour CDT 1782. [BA, 570-571]; Positions de 258 étoiles réduites pour l'année 1784 (CDT, 1783, 213-231).

Nous n'avons trouvé que peu de renseignements sur cet homme. Né le 19 janvier 1751 près de Mortagne dans le Perche. Il était Notaire royal et astronome amateur. Il vécut longtemps à Breteuil près de Verneuil dans le Perche. Il semble avoir bénéficié d'une aide ou d'une protection de Jérôme Lalande, puisqu'il loge chez lui en 1782. J.-R. Lévesque semble s'être spécialisé dans le calcul des positions d'étoiles. Il a participé au huitième volume des EMC édité par Lalande pour lequel il a calculé les éclipses des satellites de Jupiter (données pour chaque mois où Jupiter est visible pour les années 1785 à 1792).

17. Pierre LÉVÊQUE²⁴⁴

(Nantes, 3 septembre 1746 - Le Havre, 16 octobre 1814). Professeur de mathématiques et d'hydrographie à Nantes. Correspondant de l'Académie Royale de Marine le 8 juillet 1776. Correspondant pour l'ARS, de Bory le 20 août 1783. Examineur de la Marine en 1786. Associé non résidant de la section de Mathématiques de la 1^{re} Classe de l'Institut le 28 févr. 1796. Membre résidant de la section de physique expérimentale de la 1^{re} Classe de l'Institut le 26 mars 1801.

Table du changement de hauteur pendant une minute de temps calculée à Mortagne (CDT, 1772, 140-159) ; *Tables du nonagésime* (CDT avant 1776) ; Réduction des positions des étoiles du catalogue de Lacaille au 1^{er} janvier 1785 (CDT, 1788, 291).

Aucune confusion possible avec Jean-René Lévêque. Pierre Lévêque est d'abord connu comme professeur de mathématiques et d'hydrographie à Nantes en 1771-1786. Il est membre de l'Institut de France en 1801. Nos recherches aux Archives de la Marine à Vincennes nous ont permis de compléter les éléments biographiques existant jusqu'à présent.

Né à Nantes en septembre 1746, Pierre Lévêque fit ses études dans cette ville, suivit des leçons chez le mathématicien responsable de l'Ecole d'Hydrographie de Nantes, Christophe Lion, entre 1760 et

²⁴². Lalande, 1803, BA, p. 710.

²⁴³. Lalande, 1803, BA, p. 571.

²⁴⁴. Quérard, V, pp. 274-275. Kerviler, 1899, X, p. 451. Dhombres, 1991, pp. 267-273. Voir notre notice biographique à paraître dans le *Dictionnaire de Biographies Françaises*.

1770²⁴⁵. A dix-huit ans il s'embarque comme simple marin sur un navire marchand. Le 11 mai 1771, il succède à son professeur, et devient le mathématicien-hydrographe nantais, tentant de restaurer un enseignement qui fut toujours contesté et décrié tout au long du XVIII^e siècle²⁴⁶.

Pierre Lévêque débute sa collaboration à la CDT en 1772, avec une *Table du changement de hauteur pendant une minute de temps, calculée à Mortagne*²⁴⁷.

Les années 1775 et 1776 constituent un moment crucial dans la carrière de Pierre Lévêque. Ses relations avec l'ARM vont le propulser sur la scène de la recherche des longitudes en mer et assurer sa notoriété de mathématicien et de solide calculateur.

Le 18 juillet 1775, Pierre Lévêque envoie à l'Académie Royale de Marine²⁴⁸, un mémoire dans lequel il présente l'ébauche d'un travail plus vaste : la recherche de moyens d'abrégé les calculs requis pour le calcul des angles horaires et azimutaux, dans le but de simplifier davantage les méthodes de détermination des longitudes à la mer. Ce mémoire est examiné par Duval-le-Roy, Fortin et Blondeau. Le rapport remis le 3 août est favorable et les commissaires encouragent vivement le travail entrepris par Pierre Lévêque²⁴⁹. Tache énorme de calculateur patient qui se proposait de « *calculer de minute en minute les demi-sommes des logarithmes et les demi-compléments arithmétiques* » afin de réduire les calculs pour les marins. Pierre Lévêque accusera réception de cette approbation dans une lettre datée de Nantes le 17 août 1775²⁵⁰, accompagnée des détails sur les procédés employés dans ses calculs et de son souhait de toujours rechercher des solutions pratiques et efficaces.

Ces débuts encourageants poussent Pierre Lévêque à présenter le 30 mai 1776 à l'ARM son *Guide du navigateur*, traduction et vaste adaptation d'un ouvrage anglais (de M. Sudlam) sur la navigation. Le rapport est signé Blondeau et Fortin, lu le 27 juin 1776²⁵¹. Il est si favorable que le 8 juillet 1776 les lettres de correspondance de Duval-le-Roy lui sont accordées²⁵². Le 25 juillet 1776, Pierre Lévêque

²⁴⁵. Lamandé, 1990. Sur l'Ecole d'hydrographie et de Mathématiques de Nantes, voir Fauque, 2000; Sauzereau, 2000; Lamandé, 1991; Canal, 1946.

²⁴⁶. Fauque (2000, pp. 386-388) donne les éléments les plus précis sur l'état désastreux de l'enseignement de l'hydrographie à Nantes vers 1783. Nous avons trouvé des éléments concernant les leçons gratuites de Navigation que Pierre Lévêque donnait à Nantes en 1771 [*Etrennes Nantaises, civiles, ecclésiastiques et nautiques*, Nantes, J. Vatar, p. 119] : les leçons sont données les lundis, mercredis, vendredis et samedis de chaque semaine, à 8 heures précises du matin dans la grande salle ordinaire à l'Hôtel de Briord (rue de Briord). Pierre Lévêque donne aussi des leçons particulières sur les différentes parties des mathématiques relatives à l'Artillerie et au Génie. Par ailleurs, une vingtaine d'élèves assistent à ses cours, et Lévêque cumule les fonctions d'hydrographe et de professeur d'orthographe ; sa place lui rapporte 3000 Livres par an [Fauque, 2000, p. 387].

²⁴⁷. CDT 1772 (Paris, 1770), tables, pp. 140-159; explications et usage des tables, p. 233.

²⁴⁸. SHM Vincennes, ARM 89, *Lettres lues en séances de l'Académie* [non paginé], lettre du 18 juillet 1775, 26^{ème} séance.

²⁴⁹. SHM Vincennes, ARM 76, *Tome I des Mémoires des correspondants et étrangers de l'Académie*, fol. 289.

²⁵⁰. SHM Vincennes, ARM 89 [n.p.], lettre du 17 août 1775, lue à la 31^{ème} séance de l'Académie.

²⁵¹. SHM Vincennes, ARM 77 (*Tome II des Mémoires etc.*), fol. 1.

²⁵². SHM Vincennes, ARM 92, fol. 148. Pierre Lévêque remercie l'ARM pour son élection de correspondant dans une lettre datée du 27 juillet 1776 (SHM Vincennes, ARM 92, fol. 147).

communiqué un autre mémoire présentant *deux dispositifs de calculs pour la détermination des longitudes à la mer* qui est examiné favorablement par Blondeau et Duval-le-Roy le jour même, et suscite un intérêt grandissant pour les travaux du mathématicien nantais. Reconnaisante, l'ARM lui accorde le 24 octobre 1776 l'impression du *Guide du Navigateur*²⁵³ sous son privilège !

Toujours en 1776, recommandé par l'Académie de Marine, Lalande demande à Pierre Lévêque de calculer les tables du nonagésime pour tous les degrés²⁵⁴. Cette charge demandait des fonds que Lalande écrit avoir obtenus du ministre²⁵⁵. Encouragé par Lalande, Pierre Lévêque fait éditer par l'imprimeur Jean Aubert à Avignon, ses *Tables générales de la hauteur et de la longitude du nonagésime pour toutes les latitudes terrestres*²⁵⁶. Il participe aux *Tables du nonagésime* données dans divers volumes de la CDT²⁵⁷. Il fut remplacé par Pierre-Antoine Mougin (voir ci-après) par Jeurat pour les volumes de la CDT à partir de 1776.

On trouve d'autres mentions de Pierre Lévêque dans la CDT de 1788 où il réduit les positions des étoiles du Catalogue de Lacaille au 1er janvier 1785, simplifiant les opérations entreprises par Delambre²⁵⁸.

La reconnaissance académique ne devait plus tarder : Pierre Lévêque est élu correspondant de Bory le 20 août 1783, strapontin pour le futur Institut de France (Lévêque sera préféré à Vial du Clairbois et admis en 1801). Cette élection permettra sans doute à Pierre Lévêque d'échapper à sa condition difficile de professeur d'hydrographie contesté, l'« Homme de l'Amiral », représentant du pouvoir central²⁵⁹. En 1787, Lévêque devient examinateur des Ecoles d'hydrographie.

Jean-Baptiste Delambre lut une notice nécrologique en séance publique de la Classe des Sciences de l'Institut Royal le 8 janvier 1816, Delambre étant alors secrétaire perpétuel, *Notice historique sur la vie et les ouvrages de M. Lévêque*²⁶⁰.

²⁵³. Lévêque, Pierre, *Guide du navigateur, ou Traité de la pratique des observations et des calculs nécessaires au navigateur*, imprimé à Nantes chez Despilly en 1778, in-8°, 600 pages : « Cet ouvrage est le plus étendu, le plus complet et le plus commode qu'on ait donné jusqu'ici, pour les méthodes des longitudes en mer et les autres objets relatifs aux observations. On y trouve aussi toutes les tables dont l'astronome a besoin sur la mer. L'auteur en prépare une seconde édition en 1801. On peut y suppléer par mon *Abrégé de Navigation*, 1793 » [Lalande, 1803, B.A., p. 564]. Lalande signale par ailleurs que Lévêque a traduit dans son *Guide* une partie d'un ouvrage de Ludlam, 1771, *Directions for the use of Hadley's quadrant, with remarks on the construction of that instrument* [Lalande, 1803, BA, p. 521].

²⁵⁴. Contrairement à ce que Lalande laisse entendre [Montucla, 1803, IV, p. 311] : il aurait engagé Pierre Lévêque en 1773 pour achever les tables du nonagésime pour tous les degrés initiées par Mougin. Mais à cette époque, Pierre Lévêque ne s'était pas encore fait connaître du milieu des hydrographes si l'on en croit la correspondance avec l'Académie de Marine citée dans les notes précédentes.

²⁵⁵. Lalande, 1803, BA, p. 551 : nous n'avons pas retrouvé trace de ces fonds particuliers que le ministre aurait accordés à Lalande.

²⁵⁶. Imprimé à Avignon, in-8°, 2 vols. [Nantes, 19.717].

²⁵⁷. Lalande, 1803, BA, pp. 550-551.

²⁵⁸. CDT pour 1788 (Paris, 1785), p. 291.

²⁵⁹. Fauque, 2000, p. 388.

²⁶⁰. HARS 1816 (Paris, 1818), ciii-cxj. Notice de 8 pages publiée à part [Nantes, pièce 57.679, recueil 59.777].

Jean Dhombres lui a consacré un bel article dans *La Bretagne des Savants et des ingénieurs (1750-1825)*, mettant en relief les diverses qualités de Pierre Lévêque : le professeur, l'expérimentateur, le savant réaliste, homme de son temps et engagé dans la vie publique²⁶¹.

Des recherches restent à faire afin de préciser la biographie de Pierre Lévêque et d'éclaircir son action à l'école d'hydrographie de Nantes.

18. Jacques-André MALLET-FAVRE²⁶²

(Genève, 23 sept. 1740 - 31 janvier 1790). Astronome suisse et genevois, Mallet fut élu correspondant de Lalande, le 2 mai 1772. Lalande lui a consacré une longue notice²⁶³ dont on extrayons les éléments biographiques suivants.

A l'âge de 19 ans, Mallet va étudier à Bâle chez Daniel Bernoulli, chez qui il resta deux ans. Mallet effectue un voyage à Paris en 1765 où il se lie d'amitié avec les astronomes parisiens, dont Lalande. Recommandé par ce dernier auprès de Catherine II de Russie, il part observer le passage de Vénus devant le Soleil en Laponie (à Ponoï) en 1769. La météorologie n'étant pas bonne, il revient toutefois avec de précieuses observations météorologiques et physiques sur la longueur du pendule mesurées à Ponoï et à Saint-Petersbourg. De retour à Genève en 1770 il devient membre du Grand Conseil (conseil des Deux-Cents), enseigne l'astronomie et bâtit un observatoire. Les troubles politiques l'obligent à quitter Genève en 1782 et il doit installer un nouvel observatoire à Avully. Il s'y montre un merveilleux fabricant d'instruments astronomiques.

Une grande amitié le lie à Lalande. On la perçoit dans la notice que lui consacre ce dernier. Jacques Mallet lui a fourni des critiques très constructives de son *Astronomie*. Il a participé à plusieurs des volumes de la CDT: CDT 1772, où Mallet est cité page 234; table d'aberration et de nutation, pp. 160-200 ; CDT 1773, tables de d'aberration et de nutation pp. 139 et suiv.; explications, pp. 252-253 ; CDT 1774, Mallet est cité pp. 279-280; tables pp. 157 et suiv.

Lalande souligne la régularité de leur correspondance et les qualités de Mallet :

[...] personne ne s'acquittait mieux de ce devoir, qui était fort mal rempli par la plupart de nos correspondans en titre. Mallet était un correspondant effectif, assidû et sur lequel on pouvait compter²⁶⁴.

²⁶¹. Pierre Lévêque fut député à la législature de 1796 [Lalande, 1803, BA, p. 551].

²⁶². Quérard, V, p. 474. Lalande, 1803, BA, pp. 698-700. Delorme, 1951, pp. 168-169.

²⁶³. Lalande, 1803, BA, pp. 698-700.

²⁶⁴. Lalande, 1803, BA, p. 699.

19. M. MARTIN

Nous savons seulement qu'il était professeur de mathématiques. Martin travailla sur les tables de la Lune pour la CDT de l'année 1789. On a de lui des *Tables des distances lunaires* (partielles) (CDT, 1789, selon l'avertissement de Méchain), ainsi qu'une *Table de la longitude et de la hauteur du nonagésime pour la latitude de Paris etc.* (CDT, 1791, 309 et suiv.) [Cotte, 489].

Voici une possible piste : il existe un Benjamin MARTIN, anglais, qui en 1768 a fait paraître à Londres un ouvrage intitulé *Institutions of astronomical calculations containing 1. a new set of lunar tables by M. Mayer, 2. a new set of lunar tables by M. Clairaut, 3. a general exposition construction an use of astronomical calculations etc*²⁶⁵.

20. D. Josef MENDOZA Y RIOS²⁶⁶

(Séville, 19 sept. 1763 - Brighton, 3 mars 1816)²⁶⁷. Capitaine de la Marine Espagnole, astronome et mathématicien. Il se fixe en Angleterre à partir de 1789. Elu correspondant de l'ARS le 18 août 1792. Correspondant pour la section de géographie et navigation de la 1^{re} Classe de l'Institut le 23 janv. 1804. Auteur de nombreux travaux sur la navigation astronomique et sur les longitudes en mer.

Mémoire sur la méthode de trouver la latitude par le moyen de deux hauteurs du Soleil etc. (CDT, 1793, 289 et suiv.) ; *Table des latitudes croissantes* (CDT, 1793, 303 et suiv.) [Cotte, 481] ; *Mémoire sur le calcul de la longitude en mer, par les distances de la Lune au Soleil et aux étoiles* (CDT, 1797, 258 et suiv.) [Cotte, 482].

Il publia donc de nombreux mémoires et ouvrages sur les longitudes en mer à la fin du XVIII^e siècle, après 1796. Un seul de ses ouvrages est traduit en français : *Recherches sur les solutions des principaux problèmes de l'astronomie nautique lu à la Royal Society de Londres* (Londres, 1767). Sa contribution à la CDT est antérieure et débute en 1793 avec un mémoire sur les longitudes par les distances lunaires. Plusieurs mémoires figurent dans la CDT des années 1800-1815.

21. Pierre-Antoine MOUGIN²⁶⁸

(Charquemont, en Franche-Comté, 22 novembre 1735 - Grand' Combes-des-Bois, 22 août 1816). Astronome et curé en la paroisse de la Grand' Combes-des-Bois.

²⁶⁵. Lalande, 1803, BA, p. 492.

²⁶⁶. Michaud, 27, p. 626.

²⁶⁷. *Index A.S.*, 1979, p. 374. D'autres sources indiquent des dates différentes.

²⁶⁸. Quérard, VI, p. 335. Lalande, 1803, BA, pp. 540 et 550.

Tables du nonagésime (CDT, 1775, 157 et suiv. ; CDT, 1776, 315-359 ; CDT, 1777, 358-369) [Cotte, 489] ; *Précessions de 1588 étoiles calculées rigoureusement* (CDT, 1803, 440 et suiv.) [Cotte, 475]

Religieux, Mougin a participé à la CDT de 1773 à 1805. Le nom de Mougin est principalement associé au calcul des tables du nonagésime. Si l'on s'en tient à l'*Histoire des Mathématiques* tome IV²⁶⁹, Lalande aurait engagé Mougin vers 1775 pour effectuer le calcul du nonagésime pour toutes les latitudes, Lalande ayant calculé le nonagésime uniquement pour la latitude de Paris et n'ayant pas le « loisir » de l'étendre.

Les calculs de Mougin pour les *Tables du nonagésime* sont publiés dans les volumes de la CDT de 1776 et 1777 de Jaurat, sans doute en concurrence avec Pierre Lévêque qui venait de publier ses deux volumes de tables à Avignon.

Lalande indique que dans la CDT pour 1803, se trouvent encore des calculs de Mougin; il a calculé l'éclipse de Soleil observée le 19 janvier 1787 [JDS, 1787, p. 503].

22. Nicolas-Antoine (Dom) NOUET²⁷⁰

(Pompey, Lorraine, 30 août 1740 - Chambéry, 24 avril 1811). Astronome. Bernardin, de l'ordre de Cîteaux; il prit le nom de Dom Nouette ou Dom Nouet.

Table des erreurs des tables de la Lune d'Euler (CDT, 1786, 198-199) ; *Table des erreurs des tables de la Lune comparées entre le Nautical, Mayer, Clairaut, Euler* (CDT, 1786, 387,393) ; Longitude de plusieurs points d'Égypte (CDT, 1805, 353).

Lalande nous donne quelques renseignements sur cet astronome. Nouet vint à Paris en 1780. Sur proposition de Lalande, il fut envoyé à St Domingue en 1784 pour y lever la carte de l'île. Il est attaché à l'Observatoire en 1785, élève de Cassini IV, où il poursuit ses observations jusqu'en 1794²⁷¹. Nouet fit lever la carte de Savoie en 1796, et suivant les armées de la révolution, cartographia le Rhin et les Alpes. Il fit partie de l'expédition d'Égypte en 1798 et en a exposé les résultats à son retour en 1802. Logé à l'Observatoire de Paris, il calcula pour la CDT 1786 (Paris, 1783) une table des Erreurs des tables d'Euler, tables de la Lune les plus récentes (pp. 198-199). Il est cité par Jaurat page 387 avec Lémery pour le calcul d'une *Table des erreurs des tables de la Lune comparées entre le NAUTICAL, MAYER, CLAIRAUT, EULER*.

Nouet calcula aussi la première orbite elliptique d'Uranus.

²⁶⁹. Lalande in Montucla, 1803, IV, pp. 311-312.

²⁷⁰. Quérard, VI, p. 454 ; Lalande, 1803, BA, p. 598 ; Masclet, 1999, p. 279.

²⁷¹. Lalande, 1803, BA, p. 668.

23. Nathaniel PIGOTT

(Whitton, 1725 - 1804)²⁷². Originaire de York, propriétaire terrien et astronome amateur, Nathaniel Pigott demeure une grande partie de sa vie sur le continent, principalement à Caen où il est élu associé étranger vers 1764. Il devient Fellow de la Royal Society (16 juin 1772), associé étranger de l'Académie impériale des Sciences et Belles-Lettres de Bruxelles (1773). Il est élu correspondant de Messier pour l'ARS le 12 juin 1776.

Il a travaillé sur des tables de longitudes de différentes villes et ports pour la CDT de 1780 : *Supplément à la table de la différence des méridiens des villes* (CDT, 1780, p. 316).

Bigourdan signale quelques observations d'éclipses ainsi que le passage de Vénus devant le Soleil effectuées par Pigott à Caen entre 1764 et 1769²⁷³. Son fils, Edward Pigott (1753-1807)²⁷⁴, prit part à l'observation à Caen du passage de Vénus de 1769. Les activités astronomiques de Nathaniel et Edward Pigott marquent le début de l'astronomie stellaire en Angleterre²⁷⁵.

24. M. PROA

Nous n'avons pas trouvé d'éléments biographiques sur ce personnage.

Proa est cité par Lalande dans la CDT pour 1773, p. 238 pour des tables de correction à la révolution synodique des satellites de Saturne.

25. Nicolas-Charles ROMME

(Riom, 8 déc. 1745 - Rochefort, 14 mars 1805)²⁷⁶. Professeur de mathématiques et d'hydrographie des gardes de la Marine à Brest puis à Rochefort.

²⁷². D.S.B., t. X (1981), pp. 607-608.

²⁷³. Bigourdan, G., 1917, « Sur quelques observatoires des régions boréales de la France au XVII^e siècle », in *Comptes Rendus hebdomadaires de l'Académie des Sciences*, 1917-1, t. 164, p. 328. Le Monnier signale son observation de l'éclipse annulaire de Soleil du 1^{er} avril 1764 à Caen [Le Monnier, HARS 1764 (Paris, 1767), Mém., p. 149].

²⁷⁴. Voir Gilman, Carolyn, 1978, « John Goodricke and His Variable Stars », *Sky&Telescope*, vol. 56/5, pp. 400-403. Edward Pigott débute ses observations astronomiques à l'âge de 16 ans. Il est considéré, dans cette étude, comme l'initiateur des travaux astronomiques de John Goodricke (1764-1825) sur les étoiles variables. Les deux hommes découvrent les variations d'éclat périodiques d'un certain nombre d'étoiles, parmi lesquelles β Persei (Algol), δ Cephei, dans les années 1780. Voir aussi M.A. Hoskin, 1979, « Goodricke, Pigott and the Quest for Variable Stars », *Journal for the History of Astronomy*, vol. 10, pp. 23-41.

²⁷⁵. DSB, X (1981), pp. 607-608. Cette notice donne l'intégralité de leurs travaux publiés dans les *Philosophical Transactions*.

²⁷⁶. Quérard, VIII, p. 138. Voir Crépel, P., 1996, « Les travaux d'un savant : Charles Romme (1745-1805) », in E. Brian et C. Demeulenaere-Douyère, *Histoire et mémoire de l'Académie des Sciences. Guide de recherches*, Paris, Tec&Doc Lavoisier, pp. 291-310 : cette notice donne les renseignements les plus consistants et les plus récents sur Charles Romme.

Formule pour réduire la distance apparente de la Lune au Soleil ou à une étoile à la distance vraie (CDT, 1789, pp. 193 et suiv.) [Cotte, p. 481] ; *Observations sur les marées* (CDT, 1799, 438 et suiv.) [Cotte, p. 486].

Originaire de Riom, né le 8 décembre 1745, Charles Romme devient professeur de Mathématiques à Toulon, Brest puis à Rochefort, où il décèdera le 14 mars 1805. En février 1769, il est appointé par la Marine comme maître de mathématiques pour les Gardes du Pavillon, avec 1500 Livres de pension. Le 1er octobre 1771, il est professeur de mathématiques à Toulon. En 1775, on le trouve occupant le même poste à Brest. En 1777, ses appointements sont de 3000 Livres²⁷⁷.

Ses compétences sont nombreuses et reconnues. Après avoir fait paraître une *Nouvelle méthode pour déterminer les longitudes en mer* (1777), il est élu correspondant de Bory le 19 août 1778. Ses contributions concernent les longitudes en mer et les marées. Romme est l'auteur de mémoires et d'ouvrages présentés au département de la Marine et qui sont conservés aux Archives Nationales : travaux sur la voilure et la mâture en 1783, sur les longitudes dans les années 1796-1800 etc.

26. Claude-Etienne TRÉBUCHET

(Auxerre, 27 juillet 1722 - 24 nov. 1784)²⁷⁸.

Calculs pour le transit de Vénus en 1761 (CDT, 1763, pp. 211-216) ; nombreuses tables de hauteurs et d'azimuts pour les latitudes de Dantzic, Uranibourg, et Saint-Pétersbourg [BA, 550] insérées dans les tables du nonagésime de Pierre Lévêque.

Ancien officier de la Reine à la paneterie, membre de l'Académie d'Auxerre et appelé « Trébuchet d'Auxerre, ancien officier de la Reine ». Lalande indique que Trébuchet s'occupait déjà d'astronomie à Paris en 1750. Travaillant et développant de sérieuses compétences en astronomie chez Delisle, il avait découvert une erreur commise par Halley pour le calcul du transit de Vénus devant le Soleil en 1761²⁷⁹. Trébuchet a d'ailleurs fait publier plusieurs *Lettre[s] à MM. les Auteurs du Journal des Sçavans, sur le passage de Vénus* en 1760²⁸⁰ et 1766²⁸¹. Il a aussi écrit un *Supplément à la page XV de la préface de*

²⁷⁷. AN, MAR, C².47, fol. 377-378

²⁷⁸. Quérard, IX, p. 536. Lalande, 1803, BA, pp. 471, 550, 667.

²⁷⁹. Cf. CDT 1763, pp. 211-216 pour une discussion par Lalande sur cette affaire. La polémique qui éclate entre Delisle et Trébuchet au sujet de la paternité de cette découverte est relatée par Harry Woolf, 1959, *The transit of Venus*, Princeton, Princeton Univ. Press, pp. 54-58. Il faut noter que Woolf (p. 54) le confond à tort avec la capitaine de marine marchande Jean-François Trébuchet (1730-1783), grand-père de Victor Hugo. Il n'y a apparemment aucun liens entre les deux familles.

²⁸⁰. JDS, mars 1760, pp. 142-144; JDS, nov. 1760, pp. 733-737.

²⁸¹. JDS, octobre 1766, pp. 644-657, « Lettre à Messieurs les Auteurs du Journal des Sçavans sur les passages de Vénus & sur l'Eclipse de Soleil arrivée en 1764, par M. Trébuchet, ancien Officier de la Reine ». Citons encore en 1764, un Extrait du *Mercure de France*, mai et juin 1764, *Mémoire de M. Trébuchet (d'Auxerre) [...] sur les observations du passage de Vénus du 6 juin 1761* (in-12, 28 pp.) [BN VP-5545].

*l'Astronomie de M. de la Lande*²⁸², publié en une demi-feuille au mois de mars 1765²⁸³. Dans une brochure qui paraît quelques mois plus tard, Trébuchet revendique son statut d'ami de Lalande. Il prend aussi la défense de Nicole Lepaute, dont les calculs effectués pour l'éclipse de 1764 sont l'objet de critiques formulées par le P. Sauvade, Minime et académicien de Clermont-Ferrand²⁸⁴.

Trébuchet a donné beaucoup de mémoires en astronomie selon Lalande²⁸⁵. Il a calculé entre autres des tables de hauteurs et d'azimuts pour les latitudes de Dantzic, Uranibourg et Pétersbourg²⁸⁶. Ces tables de hauteurs sont insérées dans les tables du nonagésime de P. Lévêque (voir supra).

Lalande a écrit une notice biographique de Trébuchet dans le JDS que nous n'avons pas pu consulter²⁸⁷.

27. Johann Wilhelm WALLOT

(?? - Paris, 27 juillet 1794)²⁸⁸.

Méthode de M. le chevalier de Borda pour la détermination des longitudes en mer par les observations de la Lune au Soleil ou aux étoiles, rédigée pour l'usage des marins par M. Wallot [...] de Manheim, (CDT, 1787, pp. 283-290).

Nous avons rassemblé les éléments biographiques suivants : J.W. Wallot fut membre de l'Académie électorale des Sciences et Belles-Lettres de Manheim. Originaire d'Oppenheim (dans le Palatinat) il vécut à Paris chez le comte Mercy d'Argenteau. Il avait accompagné Cassini IV dans son expédition scientifique à bord de *l'Enjouée* en 1768²⁸⁹ pour la vérification des montres marines de Pierre Le Roy concourant au prix de l'ARS pour 1767²⁹⁰. Wallot fut nommé correspondant de l'ARS et de Cassini IV, le 9 mai 1772. Il fit de nombreux travaux astronomiques sur la méridienne de l'Eglise

²⁸². [BN, VZ-805 (1)] daté du 4 février 1765, in-4° de 4 pp.

²⁸³. JDS, mai 1766, p. 306.

²⁸⁴. Trébuchet, 1765, *Lettre à M. Mercier, Bibliothécaire de Sainte Geneviève, pour servir de Supplément à l'errata du premier Journal d'Octobre dernier, ce 30 novembre 1765*, in-12°, 12 pp. (Paris), JDS, mai 1766, p. 306 et JDS, octobre 1766, pp. 653-657. En résumé, le P. Sauvade ne connaît pas suffisamment le calcul astronomique et juge mal des calculs de M^{me} Lepaute : « *En relevant la méprise, je crois, non justifier l'Académicienne de Béziers, qui n'étant point en faute, n'a pas besoin de justification, mais entrer dans les vûes de l'Académicien de Clermont qui, pour avoir manqué l'Eclipse [avoit] entrevû par cette raison, une imperfection dans les élémens du calcul [...]* » [JDS, oct. 1766, p. 657].

²⁸⁵. Voir Lalande, 1803, BA, années 1760 à 1766.

²⁸⁶. Lalande, 1803, BA, p. 550.

²⁸⁷. JDS, avril 1786, p. 230 (manquant à Nantes) [Lalande, 1803, BA, pp. 471 et 550].

²⁸⁸. Quérard, X, p. 477. Lalande, 1803, BA, p. 754. *L'Astronomie*, juin 1989, p. 291.

²⁸⁹. En 1768, le comte Jean-Dominique CASSINI (IV) est commissaire pour l'examen des montres marines de Pierre Le Roy. Un voyage de 40 jours le conduit de Brest en Amérique, puis sur les côtes d'Afrique. La montre de Le Roy n'avait donné qu'un huitième de degré d'erreur sur la longitude. Leroy était déclaré lauréat du prix de l'ARS pour l'année 1769 ayant pour sujet la meilleure manière de mesurer l'heure en mer [Michaud, 1843].

²⁹⁰. Marguet, 1931, p. 85.

Saint-Sulpice — déterminée en 1743 par Le Monnier²⁹¹ — et projetait un mémoire sur l'obliquité de l'écliptique. Wallot fut l'une des dernières victimes de la Terreur, guillotiné le 27 juillet 1794 (le 9 thermidor) à l'âge de 51 ans.

Dans la CDT pour 1787 (Paris, 1784) Wallot a donné une *Méthode de M. le chevalier de Borda pour la détermination des longitudes en mer par les observations des distances de la Lune au Soleil ou aux étoiles, rédigée pour l'usage des Marins* (pp. 283-290).

VI.3 ANALYSE SOMMAIRE DE L'INVENTAIRE DES CALCULATEURS DE LA CDT

Une analyse rapide conduit aux remarques suivantes. Les pourcentages ne sont qu'approximatifs et n'ont d'autre utilité que de dessiner les grandes tendances.

* Environ 56% des calculateurs recrutés principalement par Lalande (ils le sont aussi par Jeaurat), ne sont pas astronomes professionnels. Mais on compte parmi eux de bons astronomes amateurs (Carouge, le P. Cotte, Duvaucel, Mougin, Trébuchet...).

* On note la diversité du recrutement : environ 37% d'astronomes professionnels, 26% de militaires ou de marins, 22% de mathématiciens hydrographes professionnels, 19% de religieux,

* 18 à 20% sont étrangers (Lambert (?), Mallet-Favre, Martin ?, Mendoza, Pigott, Wallot).

* On ne remarque que quelques adeptes farouches du calcul forcené (Cartault, Lémery, Mme Lepaute), véritable base sur laquelle Lalande peut se reposer. En revanche, le travail qui leur est confié est complet : ils ne sont pas que de simples calculateurs. Nombreux sont ceux qui ont aussi rédigé des notices ou de petits mémoires sur un ou plusieurs aspects techniques des éphémérides.

* 74% des personnes recrutées ont non seulement calculé des tables mais ont aussi écrit des articles. Une grande partie des articles et mémoires publiés dans la CDT entre 1760 et 1795 ne sont pas signés et il est très difficile d'en connaître les véritables auteurs.

* Beaucoup de ces personnages ont été recrutés directement par Lalande, ont été logés par lui ou aidés à Paris par certains de ses amis. Le montant de la rémunération que leur verse Lalande (puis Jeaurat et Méchain) n'est pas connu. Ont-ils été dédommagés en espèce, en nature ou en services ? Ces questions sont, pour le moment, sans réponses.

Remarquons aussi la longévité des calculateurs. Leur activité calculatoire s'étend pour la plupart d'entre eux sur une période d'environ trente années. Leurs participations ne se limitent pas à la seule CDT. Lalande les a aussi employés à la rédaction des volumes des EMC (T. VII, Paris, 1774; T. VIII,

²⁹¹. Camus et al., 1990, pp. 199-208.

Paris, 1783) : Mme Lepaute, Guérin, Lémery, Mallet-Favre et Duvaucel²⁹² figurent parmi les calculateurs les plus sollicités par Lalande.

Aptitudes et goût du calcul astronomique, noblesse de l'activité — tout au moins au XVIII^e siècle —, politique personnelle de recrutement par Lalande qui cherche à déléguer pour se consacrer à ses propres travaux, sont les principales raisons qui expliquent le nombre élevé et la diversité des calculateurs employés à la CDT pour la seconde moitié du XVIII^e siècle.

CONCLUSION

Retracer l'histoire d'une publication telle que la *Connaissance des Temps* nous donne un témoignage historiquement précieux de l'activité d'une communauté d'astronomes au XVIII^e siècle. On ne peut que remarquer la marque personnelle quasi indélébile que Lalande a su imprimer à cette publication et qui se fit sentir jusqu'à une époque avancée du XIX^e siècle. Il suffit de consulter l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* : Arago y parle de tout.

Entre 1785 et 1792, la CDT devient une éphéméride nautique par la double volonté de l'Académie des sciences et du ministre de la Marine. Mais les motivations sont bien différentes. L'Académie est surtout préoccupée de se voir octroyer des fonds supplémentaires pour l'entretien d'un calculateur officiellement recruté pour délester le responsable de l'édition de la CDT des lourds calculs que requièrent les distances lunaires. De son côté, les ministres successifs de la Marine, le maréchal de Castries (1780-1787), le comte de la Luzerne (1787-1790) puis Claret de Fleurieu (1790-1791), soucieux de voir la nouvelle navigation astronomique être largement diffusée, insistent pour que la CDT devienne enfin un véritable almanach nautique, calculé pour le méridien de Paris, vendu aux capitaines marchands au moindre prix.

Confirmant la conclusion à laquelle nous étions parvenu à l'issue de notre première partie, l'Académie ne joue pas un rôle moteur dans la diffusion de la nouvelle navigation astronomique qui se met en place à la fin du XVIII^e siècle.

²⁹². Lalande, 1803, BA, p. 539.

SECONDE PARTIE - CHAPITRE 3

II.3

**UN EXEMPLE DE LA DIFFUSION DE LA CONNAISSANCE DES TEMPS
(1774-1793) :**

LALANDE ET L'ACADÉMIE DE MARINE À BREST

L'INTRODUCTION DES DISTANCES LUNAIRES DANS LA CDT (pour 1774) ET

LES TABLES ET INSTRUCTIONS NAUTIQUES BRESTOISES (1773)

**I. QUELLES SONT LES ÉPHÉMÉRIDES EN USAGE À L'ACADÉMIE DE MARINE
À BREST ?**

I.1 Avant 1769.

I.2 Après 1769.

**II. L'A.R.M. ET LALANDE - DISCUSSIONS AUTOUR DE LA NÉCESSITÉ DE
DISPOSER D'ÉPHÉMÉRIDES NAUTIQUES : TRADUIRE OU INNOVER ?**

II.1 La publication du *Nautical Almanac* pour 1767 : un choc pour les communautés astronomique et maritime françaises.

II.2 La réaction des marins brestois et leurs relations avec Lalande.

II.3 Lalande et l'introduction des distances lunaires dans la CDT.

**III. LE MINISTRE ET L'ACADÉMIE BRESTOISE : LA TRADUCTION N'EST PAS
CONFORME AUX TERMES DU PRIVILÈGE D'IMPRESSION**

IV. LA DIFFUSION DE LA CDT ET LE DÉPÔT DE LA MARINE À PARIS

IV.1 Les avatars de la distribution de la CDT (1774 à 1791).

IV.2 La CDT dans les dernières années de l'Académie royale de Marine.

Ce chapitre constitue une première tentative de restitution des relations particulières existant entre les marins-savants brestois et les responsables chargés de la CDT à Paris : son rédacteur — principalement Lalande entre 1759 et 1774 —, et les administrateurs du Bureau des Journaux Cartes et Plans de la Marine, chargés de la diffusion et de la distribution de la CDT dans les divers ports français.

Le rôle de Lalande en tant qu'initiateur de l'introduction des distances lunaires dans la CDT, ceux de Chabert et Fleurieu en tant que responsables au Bureau des Journaux, Cartes et Plans de la Marine, et d'autres personnages — le ministre de Boynes — sont examinés à la lumière des informations partielles et encore largement incomplètes qu'il a été possible de rassembler sur ce sujet.

Il n'est pas dans notre propos de reprendre l'histoire de l'Académie de Marine à Brest. Nous renvoyons le lecteur aux quelques articles qui traitent de ce sujet¹. La principale source d'informations reste l'histoire de l'Académie [royale] de Marine (ARM) écrite par A. Doneaud du Plan (1878-1882). Il donne un journal année par année des principales activités de l'ARM, fait le bilan des dons et achats en ouvrages et en instruments, précise le mouvement des académiciens et des correspondants. Cet ouvrage reste une mine précieuse et le document de référence incontournable en ce qui concerne l'Académie brestoise. Il a été toutefois nécessaire de vérifier et de compléter certaines informations par une lecture plus approfondie des mémoires et de la correspondance du secrétaire de l'ARM avec le ministre ou les savants de l'ARS.

La correspondance inédite de Lalande avec les secrétaires successifs de l'ARM est ici mise à profit pour écrire une page inconnue de l'histoire de l'astronomie nautique, à savoir, préciser les circonstances dans lesquelles les distances lunaires sont intégrées pour la première fois dans la CDT en 1772. Cette introduction marque une étape décisive dans la promotion vers le plus grand nombre de marins, de cette méthode de navigation astronomique.

¹. Doneaud du Plan, 1878-1882; Charliat, 1934; Henwood, 1991.

Quelques grandes dates dans l'histoire de la première² Académie [royale] de Marine (1752-1793)

L'histoire de cette Académie étant en général mal connue, *a fortiori* en ce qui concerne les contributions de certains de ses membres à l'astronomie nautique, voici quelques points de repères chronologiques, afin de clarifier le cadre dans lequel les personnages évoluent et correspondent.

- 1752** 30 juillet 1752. Création de l'ARM sous l'impulsion du ministre de la Marine, Antoine-Louis Rouillé, et des pères fondateurs de l'ARM, Duhamel du Monceau, Barin de la Galissonnière, Bigot de Morogues et le comte de Roquefeuil. 75 académiciens sont acceptés dans cette première mouture de l'Académie.
- 1752-1756** Premières assemblées et premières activités prometteuses. Equipement, importants achats d'ouvrages et d'instruments. Certains sont prêtés (Chabert), d'autres sont achetés aux dépens de l'ARM (Chabert et Pezenas). Les ouvrages (toujours consultables au SHM de Brest) sont marqués aux armes de l'Académie³.
- 1756-1763** Guerre de Sept Ans : arrêt des activités de l'ARM. En 1762, Bigot de Morogues tente de relancer les activités de l'Académie.
- 1769** Réorganisation de l'Académie de Marine. Le 24 avril 1769 : nouveaux règlements (peu différents de ceux de 1752) signés par la Roi et le duc de Praslin à Versailles. 60 académiciens font partie de l'Académie.

Enrichissement permanent de la bibliothèque de l'ARM. Achats constants d'ouvrages jusqu'en 1793.

1769-1781, période de plus grande activité de l'ARM.

- 1770** Privilège d'impression accordé à l'ARM (signé le 23 nov. 1769).
- 1771** Affiliation des deux Académies scientifiques, entreprise par l'abbé Terray pour que les deux Académies concourent à l'amélioration de la navigation. Affiliation entérinée par de Boynes le 26 avril 1771. Mais les membres de l'Académie brestoise ne se prononcent qu'en faveur d'une correspondance entre les deux secrétaires et seulement quand la nature des objets le demandera (les deux Académies veulent garder une certaine indépendance).

Membres communs aux deux Académies: Duhamel du Monceau, Pingré, Bory, d'Après de Manneville, Lalande, Bézout, Chabert, Borda, l'abbé Rochon. Le Monnier, académicien en 1769 ne figure plus dans les listes de l'ARM en 1771...

². La seconde n'est créée qu'en 1921 [Henwood, 1991].

³. Voir Henwood, 1991, p. 41 pour le sceau de l'ARM.

- 1771** Démarches de d'Après de Manneville suivi par l'ARM pour que les marins français puissent disposer d'un almanach nautique à l'image du *Nautical Almanac* anglais. L'ARM se tourne vers Lalande à Paris, rédacteur de la CDT. Nombreux travaux sur les longitudes en mer (Blondeau, Fortin, Trémergat, d'Après de Manneville, de Charnières, Borda).
- Voyage de Kerguelen et Rochon à bord du *Berryer* vers les Terres australes pour tester des horloges marines.
- Voyage de Borda, Verdun de la Crenne et Pingré à bord de *La Flore* pour des essais sur les méthodes de DLM et l'essai de montres marines.
- 1772** Fin de l'année - Publication à Paris de la CDT pour 1774 avec les premières tables des distances lunaires empruntées au *Nautical Almanac* anglais. Publication à Brest des *Tables et instructions nautiques...* avec la méthode des distances lunaires, traduites et adaptées du *Nautical* de Maskelyne.
- 1772-....** L'ARM entreprend un *Dictionnaire de Marine* qui occupera une grande partie des académiciens. L'ARM crée un atelier de fabrication de boussoles.
- 1773** Premier et unique recueil des *Mémoires de l'Académie de Marine* (Brest, Malassis).
- 1774-75** Début d'envois réguliers "théoriques" de 50 exemplaires de la CDT chaque année au port de Brest par le Dépôt des Journaux, cartes et plans de la Marine. En fait envois irréguliers de 30 à 40 exemplaires des éphémérides.
- 1778-82** Guerre d'Indépendance en Amérique. Ralentissement des activités de l'ARM.
- Journal de Marine, ou Bibliothèque raisonnée de la science du Navigateur*, par Blondeau (Brest, Malassis).
- 1781** Projet de construction d'un Observatoire de la Marine à Brest. Echec. L'observatoire ne sera construit qu'en l'an V.
- 1784-85** "dispersion" des membres - 11 séances - peu d'activité entre le 26 février et le 4 novembre sans explications particulières.
- 1783-1787** *Encyclopédie méthodique. Marine* par Vial du Clairbois, Blondeau (Paris, Panckouke).
- 1786-1789** Reprise de l'activité régulière de l'ARM. Le plumitif n'est plus tenu correctement. Les onze ordonnances de la Marine du maréchal de Castries.
- 1789-1792** Désorganisation de l'Académie suivant la désorganisation générale de la Marine sous la Constituante, la Législative et la Convention. Quelques séances sporadiques et quelques travaux.
- En 1792, troubles à Brest (arrestations, perquisitions...)
- 1793** 5 séances avant la suppression de l'Académie de Brest (comme toutes les Académies subventionnées par l'Etat à la suite de l'allocation de l'abbé Grégoire le 8 août 1793). Dispersion définitive des membres de l'ARM.

I. QUELLES SONT LES ÉPHÉMÉRIDES EN USAGE À L'ACADÉMIE DE MARINE À BREST ?

I.1. AVANT 1769

Les activités de l'ARM ne débutent réellement qu'à la toute fin de l'année 1752 et au début de 1753. Les académiciens ont besoin de sources et les achats d'ouvrages sont envisagés très rapidement. Le 23 août 1753, l'ARM reçoit de Pingré un exemplaire de son *Etat du Ciel* pour 1754⁴. En 1754, l'ARM reçoit des dons d'ouvrages. L'intendant de la Marine Hocquart⁵ remet quatre exemplaires des *Tables astronomiques de Halley*, et Pingré offre six exemplaires de son *Etat du Ciel* pour 1755⁶. Cette édition de l'*Etat du Ciel*⁷ comporte de nombreuses considérations sur la détermination des longitudes en mer, ce qui en fait son principal intérêt pour le navigateur de l'époque et l'historien de l'astronomie nautique. Le 29 décembre 1755, Pingré fait parvenir à l'ARM deux exemplaires de ses éphémérides nautiques pour l'année 1756⁸. L'Académie répond à cet envoi, marquant à Pingré son empressement à voir la méthode pour trouver les longitudes en mer perfectionnée⁹. Mais cet échange ne devait pas aller plus loin. En 1756, Pingré calcule son dernier volume d'éphémérides qui ne parvint jamais à Brest, et les marins de l'ARM entraient cette année-là dans un conflit qui allait saigner une bonne partie de ses effectifs: la Guerre de Sept Ans¹⁰.

Les activités de l'ARM sont quasi inexistantes entre 1756 et 1765, malgré quelques tentatives de Bigot de Morogues de relancer son activité en 1761-62¹¹. Ce n'est qu'en 1769, avec la réorganisation de l'Académie et la publication en 1767 pour la première fois du *Nautical almanac*, que les marins-savants brestois se préoccupent à nouveau de disposer d'éphémérides nautiques.

⁴. Doneaud, 1878, LVIII, p. 507. Voir le chapitre II.1: il n'y eu que quatre volumes de l'*Etat du Ciel* de Pingré pour les années 1754-55-56 et 1757.

⁵. Gilles Hocquart de Champerny (1694-1783), intendant de la Marine à Brest entre 1749 et 1764 [Vergé-Franceschi, 1996, p. 426].

⁶. Doneaud, 1878, LIX, p. 310.

⁷. Voir supra, chap. II.1.

⁸. Doneaud, 1879, LX, p. 394.

⁹. Doneaud, 1879, LX, p. 394.

¹⁰. Pendant la Guerre de Sept Ans (1756-1763), l'Ancien Régime connaît ses plus grands désastres maritimes [Legohérel, 1999, pp. 57-59]. Suite à l'aide française apportée aux colons du Canada, la flotte britannique répond par un acte de piraterie à l'automne 1755, en arraisonnant tous les navires marchands français. 6000 marins, soit un dixième des effectifs de la Flotte française, sont faits prisonniers. Louis XV déclare la guerre en juin 1756 en renversant les alliances et engage la guerre sur plusieurs fronts, tant terrestres que maritimes. La faiblesse de la Marine française est insurmontable et le constat fait par Choiseul à l'issue de la guerre en février 1763 est désastreux. La France ne sauve de ses colonies que les Antilles, quelques territoires nordiques près de Terre-Neuve, ses cinq comptoirs de l'Inde et l'île de Gorée. Toutefois, les revenus commerciaux coloniaux de la France sont ainsi maintenus.

¹¹. Henwood, 1991, p. 37 et n.1, p. 39.

I.2. APRÈS 1769

Les activités des membres de l'ARM se font plus intenses autour du sujet des longitudes à la mer. Ce domaine de recherche entre alors dans une phase excitante de mises au point, d'essais en tous genres. Des voyages scientifiques sont organisés : l'armement de *La Flore* en 1771 est effectué à Brest. Les distances lunaires quittent le domaine des spéculations ou du rêve scientifique pour le domaine de la pratique maritime que l'on espère — vainement — la plus répandue.

Le choc est causé par la parution en Angleterre du *Nautical Almanac* qui devient pour tout navigateur et marin-savant le manuel à posséder. En 1770, l'ARM et les marins-savants manifestent leur empressement à se le procurer, par tous les moyens pourrait-on dire.

Doneaud rapporte le courrier du 2 août 1770 que l'ARM adresse au libraire parisien de la Tour. L'Académie lui demande les moyens les plus rapides et les plus courts pour se procurer toutes sortes d'ouvrages étrangers, dont le *Nautical*. De la Tour renvoie l'ARM vers le libraire Durand (rue Saint-Jacques à Paris). Ce dernier conseille à l'Académie de s'adresser à son correspondant à Brest, le libraire Malassis¹². Malassis va ainsi devenir le libraire-imprimeur des principaux ouvrages publiés par l'Académie ou sous son autorité (voir les ouvrages mentionnés dans la chronologie).

Cette même année, l'ARM obtient un privilège d'impression, inséré à la fin du volume des *Mémoires de l'Académie Royale de Marine* (Brest, 1773). Ce privilège est daté du 23 novembre 1769, annoncé à l'ARM le 11 janvier 1770¹³ et enregistré par la chambre syndicale le 30 janvier 1770. Ce privilège stipule qu'il est accordé pour six années avec défense

d'en introduire d'impression étrangère dans aucun lieu de notre obéissance, comme aussi d'imprimer ou faire imprimer [...] ni contrefaire lesdits ouvrages, ni d'en faire aucun extrait, sous quelque prétexte que ce puisse être, sans la permission expresse & par écrit de ladite Académie, ou de ceux qui auront droit d'elle [...]¹⁴.

L'année 1771 est une année importante dans l'histoire de l'astronomie nautique et inaugure une période d'intense activité de l'Académie, puisque sur les 800 séances tenues entre 1769 et 1793, plus de la moitié ont lieu entre 1770 et 1777.

Elle voit tout d'abord l'affaire de l'affiliation de l'ARM à l'ARS, initiée par l'abbé Terray¹⁵ qui voulait réunir les deux Académies scientifiques, parisienne et brestoïse dans un même élan de

¹². Doneaud, 1879, LXIII, pp. 95-96.

¹³. Doneaud, 1879, LXIII, p. 96.

¹⁴. *Mémoires de l'Académie royale de Marine*, tome I (Brest, Malassis, 1773), pp. 441 et suiv.

¹⁵. L'abbé Joseph-Marie TERRAY (1715-1778). Contrôleur général des finances, ministre par intérim du 25 décembre 1770 au 8 avril 1771, avant d'être renvoyé en août 1771 par Louis XVI en même temps que Maupéou [Viguerie, 1995, p. 1398].

développement des techniques de navigation. Sans rejeter l'idée, les Brestoïis s'accordent à entretenir une correspondance entre les seuls secrétaires des Académies et seulement quand la nature des objets le demandent (sic)¹⁶. L'Académie brestoïise affirme et préserve son indépendance.

En 1771, Le Monnier, préposé au perfectionnement de la Marine¹⁷ — secondé par Lalande — ne figure plus dans la liste des associés de l'Académie de Brest, sans que l'on sache pour quelle raison. Mais il poursuit son prosélytisme et envoie à de Charnières des observations pour la correction des tables de la Lune selon la méthode du Saros¹⁸. De part son entêtement à vouloir imposer sa méthode de correction des tables de la Lune à l'aide du Saros de Halley, Le Monnier sera de moins en moins consulté pour l'examen de mémoires relatifs à la navigation astronomique, au profit de partisans des distances lunaires, Borda et Fleurieu. En octobre 1771, Verdun de la Crenne, Borda et Pingré sont chargés d'examiner les méthodes de DLM, ainsi que la tenue en mer de plusieurs montres marines dans un voyage d'essais à bord de *La Flore*. Le compte rendu en sera fait en 1776. Le succès et la qualité du travail effectué conduisent les marins-savants à s'attacher alors à employer les distances lunaires.

Lalande est sollicité par l'Académie brestoïise pour l'édition d'un almanach nautique. Ces événements vont le conduire à entreprendre des modifications à venir dans le contenu de la CDT.

Voyons, au travers de la correspondance inédite de Lalande avec l'Académie de Marine établie à Brest, de quelle manière vont survenir ces modifications.

II. L'ARM ET LALANDE - DISCUSSIONS AUTOUR DE LA NÉCESSITÉ DE DISPOSER D'ÉPHÉMÉRIDES NAUTIQUES : TRADUIRE OU INNOVER ?

L'abbé Lacaille avait, en 1754¹⁹ puis en 1759²⁰, donné le projet d'un almanach nautique. Ce sont les Anglais, sous l'impulsion décisive de Nevil Maskelyne, qui réalisent son projet en 1766. En retour, faute de disposer de calculateurs et de rétributions adéquates, les astronomes français recopieront avec quelques aménagements, le travail des anglais dans les volumes de la CDT entre 1774 et 1793.

¹⁶. Doneaud, 1879, LXIII, pp. 98-103. Doneaud donne de larges extraits des projets d'accord et de l'accord final.

¹⁷. Voir notre chapitre I.2

¹⁸. Doneaud, 1880, LXIV, p. 55.

¹⁹. Lettre de Lacaille à Maraldi du 20 février 1754, lue en séance à l'ARS et communiquée à Pingré, *Projet pour rendre la méthode des longitudes sur mer praticable au commun des navigateurs* [AN, MAR, 2 JJ 69, pièce 2].

²⁰. Lacaille, 1759.

II.1. LA PUBLICATION DU NAUTICAL ALMANAC POUR 1767 (LONDRES, 1766) : UN CHOC POUR LES COMMUNAUTÉS ASTRONOMIQUE ET MARITIME FRANÇAISES

Rappelons qu'au mois de mai 1765, Nevil Maskelyne, astronome royal, après des essais concluants de navigation à l'aide des tables de la Lune de Mayer en 1761 puis en 1764, avait déposé un projet d'almanach nautique auprès des Commissaires du *Board of Longitudes*²¹. Ce projet est approuvé et le *Board* octroie très rapidement à Maskelyne les fonds nécessaires à une telle entreprise. Celui-ci peut s'assurer de collaborateurs et procédera au recrutement et au paiement de quatre calculateurs attachés à la rédaction de cet almanach nautique : Israel Lyons (1739-1775), George Witchell (1728-1785), John Mapson (??-??) et William Wales (1734-1798). Les calculateurs proprement dits sont payés 70 Livres Sterling. D'autres astronomes seront associés à cette entreprise : Richard Dunthorne (1711-1775), John Bevis (1695-1771) et plus tard, Charles Mason (1730-1787). Forbes nous apprend que John Bevis et George Witchell furent chargés du calcul des positions de la Lune sur les tables de Mayer. Dunthorne (professeur de mathématiques de Cambridge) fut appointé comme comparateur des éphémérides et correcteur des épreuves. Il recevait mensuellement de Maskelyne le plan adopté pour l'almanach. Dunthorne, Lyons et Witchell recevront une récompense de £50 pour avoir développé des méthodes ou des tables destinées à simplifier l'emploi de la méthode des distances lunaires²².

Le JDS du mois de juillet 1767 donne le détail du nouvel almanach britannique entièrement dédié à la méthode des distances lunaires, établi pour l'année 1767 et publié à Londres en 1766²³. Cette publication est remarquée par le JDS pour son contenu et sa ressemblance avec la CDT. Le journaliste du JDS souligne les efforts engagés par les Anglais qui n'ont pas hésité à recruter et payer des calculateurs afin d'accélérer la publication de cet almanach nautique, remarquant qu'ils « *ont choisi sept à 8 personnes versées dans le calcul Astronomique* »²⁴.

L'auteur de la notice met l'accent sur les échanges ou les emprunts qui ont pu avoir lieu entre astronomes anglais et français, ainsi que sur les mérites respectifs de chacun. Les tables du Soleil doivent autant, selon lui, à Mayer qu'à Lacaille. Lalande et Maskelyne ont effectué ou ont écrit autant de mémoires sur les moyens de corriger la réfraction, sur les tables des satellites de Jupiter, sur la manière de présenter certaines tables, comme les passages de la Lune au méridien par exemple. Il faudrait mener une étude fine pour mettre en relief les emprunts de Maskelyne à la CDT. Mais une

²¹. Forbes, 1965, p. 393; 1967, pp. 393-394. Voir infra, chap. IV.3 sur les tables de la Lune de Clairaut et le prix britannique des Longitudes. Nous rappelons plus en détail dans quelles conditions les tables de Mayer furent distinguées par l'Amirauté britannique.

²². Forbes, 1965, 1967. Voir infra, partie III pour la méthode des distances lunaires.

²³. JDS, juillet 1767, pp. 511-516. Nous avons consulté cet almanach au SHM Brest [R. 2853, fonds ARM].

²⁴. JDS, juillet 1767, p. 512.

simple lecture rapide du *Nautical* laisse voir que les tables courantes sont bâties sur le modèle de la CDT éditée par Lalande depuis 1759.

Cependant, la grande nouveauté concerne les distances lunaires données dans cet almanach. Les distances de la Lune à quelques étoiles brillantes sont calculées toutes les trois heures, suivant et améliorant encore le modèle donné par Lacaille dès 1754²⁵, modèle que ne mentionne pas l'auteur du JDS. Sur les douze pages mensuelles d'éphémérides que renferme le *Nautical* (pp. 1-144), sept sont réservées aux calculs de différents paramètres lunaires dont voici le détail :

- page 6 (de chaque mois) : les positions de la Lune dans le ciel (coordonnées écliptiques);
- page 7 : passage au méridien, ascension droite et déclinaison de la Lune;
- page 8 : demi-diamètre de la Lune (pour midi et minuit); parallaxe de la Lune et logarithme de cette parallaxe;
- pages 9 à 12 : distances angulaires (de 15° jusqu'à 120°)²⁶ de la Lune à des étoiles brillantes et au Soleil, calculées de 3 heures en 3 heures (en degrés, minutes et secondes).

Ainsi conclut l'auteur du JDS,

on est sûr d'avoir les longitudes avec toute la précision que l'observation des distances peut comporter, c'est-à-dire à un demi-degré, ou à dix lieues près, peut-être mieux encore, en observant plusieurs fois dans un même jour la distance de la Lune à différentes étoiles²⁷.

Ces tables sont suivies des explications sur leur emploi et les calculs élémentaires requis (pp. 145-167).

A la suite des 167 pages de tables et d'explications du *Nautical almanac*, sont imprimés divers mémoires et tables, d'un volume égal à cette première partie.

Au-delà de l'aspect fastidieux d'une énumération, il nous semble important de donner le détail de leur contenu afin de juger de la richesse de cet ouvrage qui sera regardé avec envie par les navigateurs brestois et sans doute par les astronomes impliqués dans la rédaction des éphémérides nautiques.

Ces additions sont :

²⁵. AN, MAR 3 JJ 13, pièce 9. Voir aussi Lacaille, 1759, p. 98.

²⁶. Observations des distances angulaires de 120° rendues possibles avec le sextant inventé par le capitaine John Campbell en 1757.

²⁷. JDS, juillet 1767, p. 513.

1. *Tables requisite to be used with the astronomical and Nautical Ephemeris*, published by order of the Commissioners of Longitude, London (1766), Richardson and Clark (pp. 1-16 des additions). Elles sont de Maskelyne.

On y trouve des tables de la réfraction (p. 2) ; des tables de la parallaxe de hauteur de la Lune en fonction de la hauteur apparente des astres et de la parallaxe horizontale de la Lune (pp. 3-5); des tables de conversion des degrés en heures et réciproquement (pp. 6-8); des tables de positions des principales étoiles brillantes pour le début de l'année 1767 (p. 9); des petites tables "ingénieuses" destinées à simplifier les calculs et les observations (p. 10); une table de la correction de la longitude de la Lune calculée à partir des positions données pour midi et minuit (p. 11); un catalogue d'étoiles brillantes avec leur mouvement en précession (pp. 12-13); une table du calcul des interpolations et une table de la dépression de l'horizon (table absente de la CDT) (p. 14); un catalogue de quelques étoiles brillantes du catalogue de Bradley au 1^{er} janvier 1767 (pp. 15-16).

2. Suivent deux tables rédigées par Lyons : *New tables and rules for correcting the apparent distance of the Moon from the Sun or a fixed star on account of refraction and parallax*. Ces tables consistent en deux grandes planches, suivies d'explications (pp. 17-27 et 28-43). Ces tables sont destinées à obtenir, en fonction des hauteurs apparentes observées de la Lune et d'une étoile, le logarithme de la correction en réfraction et en parallaxe.

Ces tables ne sont pas jugées très pratiques par le JDS qui lui préfère les tables rédigées par Witchell ayant la même destination et permettant d'obtenir le résultat à la seconde d'arc près (sic), *Investigation of the tables and Rules for finding the effect of refraction and Parallax upon the Moon's distance from a star* (pp. 44-48).

Les tables et la méthode de Witchell seront traduites et adaptées par Blondeau pour les éphémérides nautiques brestoises publiées en 1772 (voir ci-après).

3. *Correction to be applied to the effect of refraction found by the above or any other method on account of the Barometer and Thermometer* (pp. 49-50), tables que l'auteur du JDS renvoie à l'inspiration de Lacaille et à ses travaux effectués au cap de Bonne-Espérance.

4. Suit un mémoire de R. Dunthorne, intitulé *A new method of computing the effect of refraction and parallax upon the Moon's distance on account the Sun or a fixed star* (pp. 51-63 et 64-67). Dunthorne explore les mêmes sujets que ses prédécesseurs mais avec plus de clarté. Le JDS le remarque et souligne que « *sa méthode dont il donne la démonstration & l'exemple est d'une extrême simplicité* »²⁸. Le style mathématique avec lequel Dunthorne rédige ses calculs de trigonométrie sphérique est moins élégant que celui avec lequel Borda exposera ses calculs de DLM quelques années après. On peut voir dans ce mémoire de Dunthorne l'ancêtre de la méthode de Borda.

²⁸. JDS, juillet 1767, p. 515.

5. On trouve ensuite une table de logarithmes (pp. 69-127), destinée à simplifier le calcul de la réduction des observations de la Lune, pour les heures, minutes et secondes.

6. Le volume s'achève d'une part par des *Explications and Use of the tables requisite to be used with the Astronomical and Nautical Ephemeris* (pp. 129-135),

7. puis par des instructions destinées au bon emploi des distances lunaires pour la détermination des longitudes en mer, *Instructions for finding the Longitude at Sea by the help of the Ephemeris* (pp. 141-162). On y trouve le même genre d'instructions et remarques que celles données par Lacaille dans sa révision du *Traité de navigation* de Pierre Bouguer en 1761 : protocoles de vérification des instruments (octants et sextants), préparations des observations et des calculs, exemples de calculs et de réduction des observations à la Longitude.

Echanges, emprunts, inspiration, travaux contemporains, styles : une étude comparée entre les deux almanachs français et anglais serait à mener dans le détail pour éclaircir en partie le problème des relations entre astronomes des deux pays.

L'auteur du JDS ne se trompe pourtant pas lorsqu'il écrit sur l'utilité et la pérennité de ce travail, situant bien le débat historique sur les distances lunaires. Se souvenant de l'arrêt de la publication de *l'Etat du Ciel* par Pingré (voir chap. II.1 et partie III), connaissant les difficultés et les oppositions académiques que rencontre Lalande dans son souhait de faire évoluer la CDT, l'auteur écrit :

Nous souhaitons que les Calculateurs Anglois ne se lassent point d'un travail qui peut-être sera inutile pendant plusieurs années, ou du moins qui servira à bien peu de personnes. Mais en continuant chaque année de donner aux Marins un semblable secours, on les déterminera peut-être enfin à s'en servir ; à force de leur répéter que la recherche des Longitudes par le moyen de la Lune est aussi nécessaire qu'elle est facile, on les encouragera peut-être à l'essayer, & à vaincre les difficultés qui s'opposent toujours longtemps à l'établissement des méthodes nouvelles, aux changemens d'idées, à la perfection de l'esprit humain [...] ²⁹,

attribuant ainsi autant à la difficulté qu'ont les marins de modifier leurs pratiques, qu'à la nouveauté de la méthode, le retard avec lequel les navigateurs s'attachent à pratiquer les distances lunaires.

Il ne faudra pourtant pas attendre longtemps pour que la méthode trouve ses lettres de noblesse.

²⁹. JDS, juillet 1767, p. 516.

II.2. LA RÉACTION DES MARINS BRESTOIS ET LEURS RELATIONS AVEC LALANDE

C'est sans doute au marquis de Courtanvaux que l'on doit l'ouverture du débat. En 1767, relatant son voyage scientifique en Manche à bord de *L'Aurore*, et regrettant que les distances lunaires entraînent de longs calculs bien difficiles pour l'ensemble des navigateurs, Courtanvaux suggère devant l'Assemblée publique de l'Académie le 14 novembre 1767 :

[qu']on pourroit cependant épargner aux marins une partie de ces calculs, en leur mettant entre les mains un almanach nautique, ce qu'on fait actuellement en Angleterre, & cet almanach est l'ouvrage d'une société de savans, autorisés & récompensés par le gouvernement³⁰.

Quelque temps plus tard, l'officier de la Compagnie des Indes, Jean-Baptiste d'Après de Mannevillette³¹, renchérit sur les arguments du débat initié par Courtanvaux. Déclaré et reconnu premier marin français à avoir essayé les distances lunaires en mer vers 1749 et peut-être avant³², Mannevillette écrit, dans une lettre adressée à l'ARM, datée du 30 avril 1771 :

il seroit à souhaiter que nous eussions aujourd'hui comme les anglois, plusieurs personnes sur nos Vaux en état d'observer la longitude en mer par les distances de la Lune au soleil ou aux étoiles pour être plus certain de la vraie situation des Isles ou des écueils qu'on pouvoit rencontrer.

Mannevillette indique que dans les journaux de bords qui donnent la longitude estimée et la longitude observée à l'aide de ces "nouvelles méthodes",

dans les endroits dont elle est exactement connue, la plus grande différence ne va qu'à 4 ou 5 lieues + ou - . on enseigne aujourd'hui la méthode d'observer & de calculer dans plusieurs écoles d'hydrographies d'Angleterre. on y donne un almanach nautique calculé pour 2 ans qu'on pourroit faire également en France³³.

³⁰. Courtanvaux, 1768, *Précis du voyage de M. le marquis de Courtanvaux pour la vérification de quelques instrumens destinés à la détermination des longitudes sur mer. Lu à l'Assemblée publique de l'Académie royale des sciences, le 14 novembre 1767*, Paris, Imprimerie Royale [BN, V-8699], cité par Chapuis, 2000, p. 70. Il s'agit du premier voyage d'essais des montres marines de Leroy concourant pour le prix double de navigation Rouillé de Meslay pour les années 1767-1769 (voir supra, chap. I.1).

³¹. Voir infra, chap. III.1. Mannevillette, directeur du Dépôt de la Compagnie des Indes à Lorient, académicien libre en 1752, est alors académicien associé à l'ARM depuis la réorganisation de 1769 [Doneaud, 1879, LXII, p. 332-334].

³². Voir infra, partie III, sur les promoteurs de la méthode des distances lunaires en France au milieu du XVIII^e siècle.

³³. SHM V, ARM 89, fol. 64-66, lettre de d'Après de Mannevillette à l'ARM du 30 avril 1771.

"Que l'on aurait pu faire en France" aurait-il pu dire. Mannevillette, ancien compagnon de Lacaille, réclame donc la parution en France d'un almanach nautique, à l'image de celui publié depuis 1767 en Angleterre, copie assez fidèle du modèle proposé par Lacaille (voir infra, chap. III.1).

La réaction est rapide et ne se fait pas attendre. L'empressement et les difficultés rencontrées par les Brestois à se procurer les éphémérides anglaises du *Nautical Almanac* de 1767 (avec ses tables et ses explications) est tel que l'ARM décide de s'adresser à Lalande pour qu'il le fasse venir et le traduise. Ce dernier, présent lors du discours de Courtanvaux devant l'Assemblée publique du 14 novembre 1767, répond qu'il avait déjà envisagé d'introduire dans la CDT tout ce qu'il y avait dans le *Nautical Almanac* et — rappelons-le car cela a son importance — qui avait été envisagé par l'abbé Lacaille dès 1754, essentiellement les distances luni-solaires et luni-astroales calculées de 3 heures en 3 heures.

L'année 1771 voit un échange épistolaire important s'établir entre Lalande et l'Académie brestoise au sujet des éphémérides nautiques. Nous avons choisi de reproduire ci-après de larges extraits de certaines de ces lettres toutes inédites.

Le 20 mai 1771, le secrétaire de l'ARM s'adresse à Lalande lui expliquant que les Brestois, regrettant de « dépendre d'un ouvrage étranger dont l'approvisionnement peut cesser à tout instant »³⁴, se proposent de traduire purement et simplement le *Nautical almanach* si les distances lunaires ne font pas partie rapidement des éphémérides officielles de l'Académie des Sciences³⁵ :

M. l'usage fréquent que font les anglois de l'almanach nautique pour calculer les longitudes seroit désiré à l'Académie royale de Marine; que ce livre devint commun en France pour faciliter le calcul des observations de longitude et les rendre plus fréquentes : elle vous prie de vouloir bien lui faire venir ceux des années précédentes et surtout celui de 1767 &c. elle pourroit en faire la traduction et veiller à son impression mais elle pense qu'il seroit aussi facile de l'insérer dans la connoissance des temps, en supprimant les tables des arcs semidiurnes et des amplitudes, elle sent que cet objet y est naturellement lié.

L'Académie Royale de marine ne pourroit donc voir qu'avec plaisir que cet ouvrage soit imprimé sous le même titre et sous vos yeux, mais comme elle croit qu'il est important que cet ouvrage soit traduit, si l'Académie royale des sciences y trouvoit quelques difficultés et si vous vouliez vous donner les soins de cette édition, vous pourriez la faire imprimer sous le privilège de l'Académie de marine. enfin, M., si des raisons particulières où vos occupations vous empeschoient de vous donner ce soin, alors l'Académie les feroit imprimer à Brest. Sa confiance en vos lumières et en votre Zèle lui feroit désirer qu'il fut possible que vous vous en

³⁴. Chapuis, 2000, p. 70.

³⁵. Doneaud, 1880, LXIV, pp. 78-79.

chargiez; cet ouvrage ne peut que gagner en passant par vos mains. Les frais pour faire venir les livres seront remis à votre ordre³⁶.

Lalande répond le 12 juin 1771, donnant son accord de principe au projet de l'ARM. Il précise les difficultés rencontrées au sujet de l'obtention d'exemplaires des éphémérides anglaises :

Monsieur, il y a longtemps que je désire comme vous de mettre dans la *connaissance des temps* tout ce qu'il y a d'important pour la marine dans le *nautical almanach* de Londres, la seule raison qui m'en a empêché jusqu'à présent est le retard de la publication; mais comme les anglois m'assurent que l'on va y remédier, j'espère que pour 1774 je pourrai remplir vos intentions et mon projet. en attendant si vous jugés a propos de faire réimprimer celui de 1772. je vous enverrai mon exemplaire jusqu'à ce que j'en aie reçu un autre de Londres comme je l'ai demandé, et desque celui de 1773 sera arrivé je vous le ferai passer.

Cependant j'imagine que pour les deux ans il vous seroit fort égal de faire venir le nombre d'exemplaires dont vous avez besoin, de l'édition angloise dans ce cas vous pourrés en donner la commission a M. Gilbert libraire quay des augustins au bas du pont neuf qui a des relations habituelles a londres et a qui je m'adresse moi même pour ces sortes de commission. Il seroit bien digne des soins de l'Académie Royale de Marine de faire calculer des tables de la correction de réfraction et de parallaxe, dans une forme très simple et très détaillée, je trouverois ici des personnes pour l'entreprendre. Si vous aviés pu obtenir quelques fonds pour les aider³⁷.

Remarquons que Lalande se plaint à mots à peine couverts du manque de fonds nécessaires à la rétribution de calculateurs qu'il pourrait engager pour les longs calculs exigés par l'édition de tables de distances lunaires (tables de la réfraction et de la parallaxe lunaire pour la correction des observations de hauteurs des astres effectuées en mer).

Lalande fait donc parvenir l'un de ses propres exemplaires du *Nautical Almanac* ce qui réjouit l'Académie brestoise³⁸. Son secrétaire, Saulx-de-Rosnevet, remercie Lalande le 2 septembre 1771 :

J'ai reçu M. l'almanach nautique que vous avez envoyé à l'Académie de marine, elle a l'honneur de vous en faire ses remerciements. j'eusse été charmé de trouver la notte de ce qu'elle vous doit pour vous le faire remettre. je m'acquitterai de ce devoir dans peu en passant à Paris. Je vous avois demandé, M., dans la lettre particulière que j'ai en l'honneur de vous écrire a combien pourroit monter les

³⁶. SHM V, ARM 91, fol. 23-24, lettre de l'ARM à Lalande, de Brest le 20 mai 1771.

³⁷. SHM V, ARM 89, fol. 70-71, lettre de Lalande à l'ARM, de Paris le 12 juin 1771.

³⁸. Nous ne savons pas s'il s'agit de l'exemplaire du *Nautical Almanac* que nous avons consulté à Brest [SHM B, R. 2853].

fonds que vous jugeriez nécessaires pour récompenser les travaux de ceux qui entreprendroient les calculs dont vous nous avez parlé. afin de mettre l'Académie en état de pouvoir s'adresser au ministre et faire recommander cette dépense si cela avoit été possible. je remois à m'en entretenir avec vous dans le même temps; Soyez bien assuré M. de la confiance que l'Académie a en vous et de sa reconnaissance³⁹.

Munis d'un exemplaire unique de l'almanach nautique britannique, les académiciens brestois entreprennent le travail de traduction et d'adaptation de cet ouvrage. Le 27 février 1772, Trémergat⁴⁰ traduit les instructions destinées à être imprimées pour l'usage des tables du *Nautical Almanac*. Le 13 mars, Etienne Blondeau⁴¹ lit un mémoire intitulé *Démonstration de la méthode employée par Witchell pour la réduction des longitudes*⁴², méthode donnée sans explications dans les éphémérides anglaises.

Le travail avance vite et le manuscrit est envoyé à Lalande en avril 1772. Celui-ci répond le 27 avril qu'il a déjà envisagé d'intégrer les distances lunaires pour la CDT de 1774 (Paris, 1772). Il n'attend que le volume du *Nautical Almanac*, imprimé et distribué avec retard, ce qui l'oblige à différer un peu l'impression du volume de la CDT :

Je vous fais bien des remerciemens, Monsieur, de l'attention que vous avez eu de m'envoyer l'almanach nautique de l'Académie. Je suis enchanté de ce qu'on a eu assez d'émulation pour former cette entreprise, et pour mettre les françois a portée de connoître et de pratiquer universellement la méthode des longitudes en mer; J'espère à l'avenir vous en épargner la peine, en mettant ces mêmes distances dans la connoissance des temps a commencer de 1774 dont j'ai retardé l'impression jusqu'a présent. j'attends le nautical almanach de jours à autres pour commencer cette impression. je vous prie de l'annoncer à l'Académie en lui demandant son agrement comme pour un projet que je n'ai formé que pour remplir ces intentions [...]⁴³.

L'Académie de Marine ne répond pas tout de suite à Lalande. Ce n'est que le 5 octobre 1772 que Lalande obtient la réponse suivante de Duval-le-Roy qui remplace Rosnevet⁴⁴ :

³⁹. SHM V, ARM 91, fol. 30-31, Lettre de Rosnevet à Lalande, de Brest le 2 septembre 1771.

⁴⁰. Gélin de Trémergat, enseigne de Vaisseau.

⁴¹. Il y a deux Blondeau à ne pas confondre. Celui-ci, Etienne-Nicolas Blondeau (1723-1783), est professeur de mathématiques et d'hydrographie à Brest, et est un des piliers de l'ARM (il participe à l'*Encyclopédie méthodique Marine* publiée à Paris chez Panckouke entre 1783 et 1787). L'autre Blondeau est ingénieur de la Marine à Brest ; il sera exclu de l'ARM pour n'avoir pas participé aux travaux de cette académie.

⁴². SHM V, ARM 72, fol. 159-168, « Traduction de la méthode de l'astronome anglois Witchel en vue d'un almanach nautique »; fol. 214-248, « Démonstration de la méthode de Witchel ».

⁴³. SHM V, ARM 89, fol. 115-116, lettre de Lalande à l'ARM, de Paris, le 27 avril 1772.

⁴⁴. Doneaud, 1880, LXIV, p. 556.

L'Académie de marine n'a pu jusqu'à présent, M., répondre à la lettre que vous lui aviés écrite au sujet de l'almanach nautique parce que le ministre, qui avoit paru exiger que cet ouvrage lui devint propre, et s'imprimât sous ses yeux, ne se rappelloit pas sans doute, que vous étiez membre de cette compagnie⁴⁵ et que c'est principalement à sa prière que vous vous êtes résolu à l'insérer dans la *connaissance des temps*. aucun obstacle maintenant ne s'oppose au désir qu'elle avoit de vous donner son approbation elle est persuadée que vous ne laisserés pas ignorer au public l'intérêt qu'elle prend à cet ouvrage. elle me charge, M., de vous témoigner toute son estime et le regret qu'elle a d'avoir été forcée de différer aussi long-temps a vous répondre⁴⁶.

La fin de l'année 1772 voit donc la parution quasi-simultanée de deux ouvrages français intégrant pour la première fois les distances lunaires pour la détermination des longitudes à la mer. Le premier, la CDT pour 1774 (Paris, 1772), réalisation de Lalande, est une simple copie des tables anglaises, calculées pour le méridien de Greenwich, et non pas pour le méridien de Paris⁴⁷. Dans ses explications, Lalande fait explicitement référence au second ouvrage paru à Brest, imprimé chez le Libraire Malassis, production dans l'urgence des marins-savants brestoises, intitulé *Tables et instructions propres à la détermination des longitudes en mer, pour l'année 1773, publiées par ordre de l'Académie de Marine*.

⁴⁵. Lalande est associé de l'ARM lors de la réorganisation du 24 avril 1769.

⁴⁶. SHM V, ARM 91, fol. 38, lettre de Duval-le-Roy, secrétaire de l'ARM, à Lalande, de Brest, le 5 octobre 1772.

⁴⁷. Lalande, CDT pour 1774 (Paris, 1772), « Distances de la Lune aux étoiles », pp. 262-263.

Tables et instructions propres à la détermination des longitudes en mer pour l'année 1773, publiées par ordre de l'Acad. Roy. de Marine, Brest, Malassis, 1772 (86 pp., in-8°) [SHM Brest, R. 2831]

Ce sont des tables adaptées des tables de Lacaille (EMC) et présentées selon son modèle d'almanach nautique (où les distances sont calculées de 3 heures en 3 heures)⁴⁸. Les tables de Brest sont calculées pour le méridien de Greenwich. L'avertissement précise que si les tables sont rapportées au méridien de Greenwich c'est en raison d'un manque de temps et de fonds.

La méthode suivie n'est pas celle des anglais expliquée dans le *Nautical Almanac*.

Voici quelques détails des *Instructions* (pp. 70 et suiv.):

- les erreurs à attendre sur la DLM sont : 20^s (=20") sur l'heure en mer, 1' dans les distances prises dans les tables lunaires; 2¹/₂ sur la mesure de la distance, soit au maximum, environ 25' d'erreur sur la longitude. Mais dans la pratique, cette erreur s'établit aux environs de 1° seulement.

- les distances luni-solaires sont préférables aux distances luni-astroles, le contact des deux disques s'observant plus précisément.

- l'heure est mieux connue avec les hauteurs du Soleil plutôt qu'avec celles des étoiles; les hauteurs mesurées sont aussi plus précises.

- par contre, la puissance de la méthode des distances luni-astroles vient du fait qu'on peut avoir presque simultanément deux distances à l'Ouest et à l'Est de la Lune. La longitude moyenne déduite des observations est alors beaucoup plus précise.

- choisir de préférence le Soleil au premier vertical et prendre des distances assez grandes (supérieures à 10 degrés), et des hauteurs supérieures à 10 degrés en raison des réfractions.

- on observe la distance des bords des astres les plus proches (Soleil-Lune) ou la distance étoile au bord éclairé de la Lune.

- autre observation exigée : la hauteur de l'étoile, et celles des bords inférieurs des astres (Lune et Soleil).

- l'emploi d'une montre à seconde est recommandé. A défaut, une montre ordinaire suffit ; mais l'erreur est alors d'environ 8 secondes dans l'estimation de la fraction de minute.

Suit le protocole de la méthode d'observation des distances lunaires avec trois observateurs effectuant des observations simultanées. Cette méthode sera codifiée dans les années suivantes par Borda au retour du voyage de *La Flore* (expédition de Borda, Verdun de la Crenne et Pingré)⁴⁹. C'est donc ici qu'il faut chercher l'origine de cette méthode, adoptée depuis dans la Marine.

Les marins-savants de Brest auront donc réalisé leur projet, à savoir disposer de tables de distances lunaires, améliorant ainsi leurs conditions de navigation. Tout porte à croire que c'est sous leur pression que Lalande a finalement entrepris d'intégrer ces tables dans la CDT.

Il semble que les relations entre l'Académie de Marine et Lalande aient été moins régulières après cet épisode. Lalande continua, à ses frais, ses envois du *Nautical* si l'on en croit ce que lui écrit le secrétaire de l'ARM — Marguerie⁵⁰ — le 3 décembre 1773 :

M. l'Académie accepte avec beaucoup de reconnaissance l'offre que vous voulez bien lui faire d'un exemplaire des nouvelles tables angloises qui vous sont

⁴⁸. Voir le mémoire de Lacaille sur les longitudes en mer : Lacaille, 1759.

⁴⁹. Borda, Pingré et Verdun, 1773, « Opérations faites tant à bord de la frégate du Roi *La Flore* qu'en différents ports [...] pour la vérification des Instrumens & des Méthodes relatives à la Détermination des Longitudes sur mer, & à d'autres objets concernant la Navigation », HARS 1773 (Paris, 1777), pp. 258-334 [Mém. remis par Borda et Pingré le 27 nov. 1776].

⁵⁰. Doneaud, 1880, LXV, p. 560.

parvenues; elle vous prie de vouloir bien les lui faire parvenir par la voye que vous jugerez la plus convenable et de lui faire note de tous vos déboursés⁵¹.

La réponse de Lalande n'est pas connue.

Lalande n'est pas étranger aux choses de la Marine. Il sera l'auteur en 1793 d'un *Abrégé de Navigation*, comportant une vaste bibliographie maritime et des tables horaires du Soleil destinées à calculer simplement l'heure en mer et ainsi déterminer les longitudes en évitant les longs calculs exigés par les distances lunaires. Dans son *Eloge historique* de Lalande, la comtesse de Salm rapporte quelques-uns de ses propos :

J'aime la marine avec passion, dit M. de la Lande dans ses Mémoires ; j'ai fait graver sur mon cachet un vaisseau ; j'y ai ajouté la lune qui sert à le conduire, et une devise grecque qui signifie la Science conduite par la vertu, parce que le vaisseau est la chose qui exige le plus de science, et que la vertu conduit le philosophe à travers les flots et les orages de la vie⁵².

II.3. LALANDE ET L'INTRODUCTION DES DISTANCES LUNAIRES DANS LA CDT

Le *Journal des Sçavans* attribue à Lalande la volonté, dès 1759, de publier la CDT avec dix-huit mois d'avance afin que les navigateurs puissent l'employer dans leurs voyages au long cours et qu'ils puissent ainsi « arriver au delà des mers avant le commencement de l'année où elle doit servir [...] »⁵³. C'est d'ailleurs ce à quoi Lalande s'attachera, puisque le volume pour l'année 1761 est publié en 1759⁵⁴, et que l'ensemble des volumes de la CDT jusqu'en 1774 seront effectivement publiés avec ce délai.

Dans son *Astronomie* parue à Paris en 1764, Lalande manifestait encore son attachement à la Marine, en affirmant son désir d'élaborer des éphémérides à usage nautique à l'image de ce que Pingré avait entrepris avec son *Etat du Ciel* (voir chap. II.1) :

J'entreprendrais avec plaisir un travail semblable, si je voyois que les Navigateurs, ou seulement quelques-uns d'entre eux, fussent disposés à s'en servir ; mais j'ai lieu de croire, [...] que je prendrais une peine superflue : au reste, je n'attens que le moment où il paroîtra utile de donner un pareil ouvrage ; les lieux

⁵¹. SHM V, ARM 91, fol. 47, lettre de Marguerie à Lalande, de Brest le 3 déc. 1773.

⁵². C. de Salm, 1810, n.6, p. 299.

⁵³. JDS, décembre 1766, p. 774.

⁵⁴. Voir infra, en annexe, la table de concordance entre les années d'édition et de livraison de la CDT.

de la Lune que je mets annuellement dans la Connoiss. des Mouv. Cél. contiennent déjà la plus grande partie de ce travail, & le reste suivroit bientôt⁵⁵.

Sous l'insistance des marins à voir publier un almanach nautique français, l'époque était donc venue pour Lalande.

La CDT pour 1774 publiée à Paris à la fin de l'année 1772 renferme pour la première fois des tables de distances lunaires adaptées de celles du *Nautical Almanach*, calculées pour le méridien de Greenwich.

Il est intéressant de s'arrêter sur les "Explications" de Lalande sur l'introduction des tables de distances dans la CDT (planche II.3.1). Notons que Lalande ne mentionne pas ses échanges avec l'Académie de Marine à Brest. Ses explications témoignent de ses échanges scientifiques avec Maskelyne, au-delà des conflits et des rivalités nationales. Lalande donne ses bonnes références bibliographiques pour la culture scientifique des navigateurs, et notamment ses ouvrages (CDT 1774, pp. 262-263). Cette dernière page illustre bien comment Lalande utilise de manière abusive la CDT comme tribune personnelle et publicitaire pour ses propres ouvrages.

Lalande fournira de plus amples explications sur la manière dont ces tables ont été construites par les astronomes anglais Lyons et Williams, dans le volume de la CDT pour 1775 (Paris, 1774). Ce volume de la CDT comporte de larges adaptations des tables de réductions des observations publiées dans le *Nautical Almanac for the year 1767*⁵⁶, mais aussi le premier exposé de la méthode de Borda pour le calcul des distances lunaires « *sans le secours des tables [de Dunthorne]* »⁵⁷.

III. LE MINISTRE ET L'ACADÉMIE BRESTOISE : LA TRADUCTION N'EST PAS CONFORME AUX TERMES DU PRIVILÈGE D'IMPRESSION

Doneaud rapporte en ces termes les motivations de l'ARM pour la publication de ses tables et instructions nautiques dans une lettre que le secrétaire écrivait au ministre de Boynes⁵⁸ le 20 avril 1772 :

[...] il était dit que l'Académie avait préféré une autre méthode que celle des Anglais pour la réduction des Longitudes. Elle aurait souhaité pouvoir donner cet

⁵⁵. Lalande, 1764, *Astronomie*, II, p. 1542.

⁵⁶. « Explications des tables pour la correction des distances », CDT 1775 (Paris, 1774), pp. 293-309.

⁵⁷. « Méthode pour calculer le même accourcissement sans le secours des tables », CDT 1775 (Paris, 1774), pp. 309-311, appliqué à un exemple numérique extrait du *Nautical Almanac for ...; 1772*, p. 38. Voir infra, chap. III.1 et annexes pour des exposés de la méthode de Borda.

⁵⁸. Pierre-Etienne Bourgeois de Boynes (1718-1783), Ministre de la Marine du 8 avril 1771 au 19 juillet 1774. Congédié en 1774 par Louis XVI pour l'inutilité de ses changements apportés à la Marine (sic).

almanach au public sans recourir à une nation étrangère, attendu que les circonstances peuvent lui interdire cette ressource. Il serait mieux, ajoutait-elle, que cet almanach parût deux ans d'avance, ainsi que la *Connaissance des temps* ; mais la modicité de ses fonds ne lui a pas permis pareille entreprise. [...] Afin de ne point retarder à procurer aux navigateurs les avantages de l'*Almanach nautique* pour la détermination des longitudes à la mer, elle a fait imprimer les tables de 1772 à commencer du mois de mai⁵⁹.

Mais le ministre n'apprécie pas tout à fait les dispositions prises par l'ARM. Dans sa réponse datée de Versailles, le 26 avril 1772, de Boynes explique qu'ayant reçu de l'ARM une copie du manuscrit des *Tables et instructions propres à la détermination des longitudes en mer*, il remarque que l'Académie aurait dû faire l'effort de ramener les calculs au méridien de Paris, ce qu'auraient pu faire par exemple, les mathématiciens Fortin et Blondeau. La simple traduction de l'ouvrage anglais explique-t-il, est presque contraire aux termes du privilège accordé en 1770. De Boynes marque toutefois sa satisfaction devant le travail de l'Académie et attend que 300 ou 400 exemplaires de cet ouvrage soient diffusés dans les ports. Il demande que quelques modifications soient apportées à l'ouvrage :

[...] mais il me paroît à propos de supprimer où de changer l'avertissement qui annonce que la longueur du calcul, pour réduire les tables au méridien de Paris auroit été fort long, et que l'Académie aura soin de se procurer tous les ans l'almanach anglois : j'espère qu'à l'avenir elle pourra le devoir aux travaux de ses propres membres⁶⁰.

Sous-entendu, le calcul des éphémérides nautiques doit être effectué en France, à Brest ou à Paris. Il continue en incitant l'Académie de Marine à produire ce qui deviendra le seul et unique recueil des mémoires de l'Académie de Marine⁶¹ :

Je désire que l'Académie me fasse connôître le sujet des mémoires qu'elle se propose de faire imprimer. elle doit être prévenue que son premier objet est de produire des choses utiles au service de la Marine et que sa réputation dépendra du premier ouvrage qu'elle fera parôître.

L'ARM réagit en expliquant que les tables publiées étaient plus qu'une simple traduction, que l'ouvrage comportait des explications qui ne figuraient pas dans le *Nautical almanac*, qu'elle ne disposait pas des fonds nécessaires pour la réduction des calculs au méridien de Paris. Lalande,

⁵⁹. Doneaud, 1880, LXIV, p. 535.

⁶⁰. SHM V, ARM 88, fol. 49-50, lettre du ministre de Boynes à l'ARM, de Versailles le 26 avril 1772.

⁶¹. Publié en 1773, à Brest chez Malassis.

répond l'ARM, n'était-il pas lui-même dans la même situation, puisqu'il avait projeté d'introduire purement et simplement les tables anglaises dans la CDT⁶² ?

Le 5 octobre 1774, l'ARM demande expressément à Lalande de se charger de rédiger un almanach nautique pour les besoins de la navigation⁶³. Mais Lalande n'est déjà plus chargé de la rédaction de la CDT. Il a été remplacé par Jeaurat, élu à l'unanimité le 12 février 1774⁶⁴.

Les *Tables et instructions [...] brestoises* sont diffusées dans les autres ports. Le ministre de Boynes demande aux marins que l'on en fasse bon usage, encourageant les vérifications habituelles de telles tables. Un témoignage de ces dispositions nous est fourni par une lettre que de Boynes adresse à l'ARM le 6 avril 1773, l'informant que l'intendant général de la Marine au Havre, Mistral, a remis à différents marins des exemplaires des tables de Brest⁶⁵.

Soulignons ici que la correspondance de de Boynes conservée dans les registres de la correspondance de l'Académie de Marine, nous donne l'image d'un ministre très attentif aux travaux de cette institution et soucieux de sa réussite. Il est clair que de Boynes veille à l'avancement des recherches sur la navigation⁶⁶. Les lettres de son successeur de Sartines sont plus courtes et plus expéditives, soulignant une quasi-indifférence à l'égard des travaux de l'Académie de Marine à cette époque⁶⁷. Mais cette opposition à l'adaptation et à la traduction des tables anglaises, ne faisant valoir que les termes du privilège, n'est-elle pas une obstruction à la diffusion des connaissances scientifiques dans la Marine ?

⁶². Doneaud, 1880, LXIV, p. 535.

⁶³. Doneaud, 1880, LXIV, p. 535.

⁶⁴. PV ARS, 1774, T.93, fol. 48r.

⁶⁵. SHM V, ARM 88, fol. 53-54, lettre de de Boynes à l'ARM de Versailles le 6 avril 1773.

⁶⁶. Vergé-Franceschi, 1996, pp. 143-146. Cet auteur souligne la déconsidération générale des historiens pour ce ministre regardé comme un robin honni et accablant la Marine. Pourtant, de Boynes a encouragé la création d'une Ecole Royale de Marine au Havre — qui ne devait pas connaître une bien longue existence (1773-1775) — et a suivi les travaux de l'ARM comme le souligne sa correspondance.

⁶⁷. Vergé-Franceschi, 1996, pp. 146-153. Sartines est pourtant à l'origine d'un renouveau de la Marine de France. Les lettres échangées avec l'ARM dans les années 1774 et suivantes, à son arrivée au ministère, ne le laissent pas entrevoir.

Le regard de d'Après de Mannevillette sur l'utilité des almanachs nautiques

Alors que son *Neptune oriental* (Paris, 1775), grande collection de ses meilleures cartes nautiques⁶⁸, est en cours d'impression à Brest sous la surveillance de Marguerie, Mannevillette fait insérer une lettre qu'il lui écrivait le 1^{er} février 1774. Dans cette lettre, Mannevillette poursuit son plaidoyer sur un emploi plus répandu des distances lunaires chez les marins et sur tous les avantages qu'ils auraient à se familiariser avec les almanachs nautiques :

Il seroit à souhaiter que ceux qui sont chargés de la conduite des vaisseaux [...] fussent en état de déterminer la longitude à la mer par des distances de la Lune au Soleil ou aux étoiles, qui donnent une approximation suffisante pour reconnoître et éviter les grandes erreurs de l'estime. L'Almanach Nautique des Anglois dont la Connoissance des Tems donne depuis 1774 l'extrait de ce qu'il y a de plus essentiel pour ces sortes d'observation, abrège de beaucoup le calcul, ainsi que les autres livres que lon vient de publier en Angleterre à ce sujet, qui rendront cette méthode à la portée des pilotes instruits. Une grande partie des navigateurs anglois, ainsi que plusieurs François s'en servent actuellement avec succès, et rien ne peut contribuer davantage à la sureté de la navigation, surtout lorsque le lieu où l'on va est déterminé avec exactitude [...]⁶⁹.

IV. LA DIFFUSION DE LA CDT ET LE DÉPÔT DE LA MARINE À PARIS

L'ARM s'était adressée à Lalande pour l'envoi des éphémérides. Mais ce n'était pas le rôle ni la charge de Lalande ; c'était celui du Bureau des Journaux, Cartes et Plans de la Marine.

Doneaud ne signale l'arrivée régulière d'exemplaires de la CDT qu'à partir de l'année 1775. Le 13 décembre 1775, de Sartines, le successeur de de Boynes, envoie à Brest 30 exemplaires aux seuls marins capables de s'en servir et de l'exploiter. Il explique que sous ces conditions, il sera sûr que les intéressés en seront munis ! De Sartines demande que ces 30 exemplaires soient répartis entre les membres qui cultivent le plus l'astronomie, ayant lui-même déjà distribué des exemplaires aux marins qui fréquentent la cour à Paris, Fleurieu, Verdun de la Crenne, d'Après de Mannevillette et Marguerie⁷⁰.

En 1773, le Chevalier Gabriel-Joseph d'Oisy, Capitaine de Vaisseau à Brest (il est académicien ordinaire de l'ARM lors de la réorganisation en 1769) occupe le poste de sous-directeur du Bureau des Journaux, cartes et plans de la Marine (le directeur en est le comte de Narbonne-Pelet)⁷¹. D'Oisy

⁶⁸. Voir Filliozat, 1993, et Chapuis, 2000.

⁶⁹. Mannevillette, 1775, *Neptune Oriental*, Paris, édition in-4°, pp. 117-118.

⁷⁰. SHM V, ARM 88, n.p., lettre de Sartines à l'ARM, de Versailles, le 13 décembre 1775.

⁷¹. AN, MAR, C².117 (Etats des appointements du Bureau pour les années 1761-1774).

était chargé de la correspondance avec l'ARM, de rassembler les journaux de bords des navires rentrant au port de Brest afin de collecter les informations relatives à la rectification des cartes marines. Selon O. Chapuis, d'Oisy semble avoir eu l'intention de multiplier les publications cartographiques à partir des observations astronomiques rassemblées lors des nombreux voyages scientifiques entrepris les années précédentes. D'Oisy aurait voulu ainsi uniformiser les formats et les échelles des cartes. Ces dispositions sont restées sans suite⁷².

Le Chevalier d'Oisy, retiré du service dès la fin de l'année 1775, meurt le 10 mai 1776. Il est remplacé par le marquis de Chabert, promu premier Inspecteur du Dépôt⁷³. Fleurieu, promu Inspecteur adjoint le 15 mai 1776, remplace Chabert lors de ses absences pour raisons de campagnes maritimes et dirige effectivement l'établissement⁷⁴.

Plutôt proche de l'Académie brestoise et sensible aux contributions de l'Académie aux sciences nautiques, Gabriel-Joseph d'Oisy avait entériné un accord prévoyant l'envoi de cent exemplaires de la CDT, 18 mois avant l'année pour laquelle les éphémérides sont calculées. Accord difficile à honorer, les délais de parution de la CDT étant variables (voir le tableau de concordance des années d'édition de la CDT). D'Oisy décédé, il est remplacé dans cette tâche de distribution de la CDT par le marquis de Chabert premier Inspecteur du Bureau des Journaux, cartes et plans de la Marine⁷⁵. Un témoignage de cet accord passé entre le Dépôt des cartes et plans et l'ARM, nous est donné par une lettre écrite par de la Coudraye à Chabert le 4 juillet 1777, reproduite ci-après. On apprend que l'Académie se contente finalement de 50 exemplaires de la CDT chaque année, et que trois exemplaires sont confiés à chaque navire. En retirant les exemplaires restant à Terre, ceux distribués à divers hydrographes de l'Académie, on peut envisager une petite dizaine de navires équipés de la CDT, et donc une dizaine d'équipages capables d'utiliser ces éphémérides.

Monsieur,

en conséquence des demandes de l'Académie de Marine et de la lettre de feu M. le Ch^{er} d'Oisy du 13 octobre 1775, il doit y avoir chaque année cent exemplaires de la *Connaissance des temps* destinés pour l'Académie. Le nombre de 50 suffiroit; cependant l'Académie n'en a eu que 24 en 1775 pour 1776; 40 seulement en 1776 pour 1777, et cette année encore rien.

Elle me charge de vous prier, Monsieur, de les lui faire parvenir le plutôt possible, puisque cet ouvrage paroît depuis les mois de janvier au moins et qu'il seroit essentiel d'en être muni dès le moment qu'il paroît; le C^{dt} est même fort

⁷². Chapuis, 2000, p. 226.

⁷³. Doneaud, 1881, LXVIII, p. 138. AN, MAR, C².117.

⁷⁴. Chapuis, 2000, p. 223.

⁷⁵. AN, MAR, C².117, Etats des appointements des divers écrivains et sujets du Bureau des Journaux, cartes et plans de la Marine, pour les années 1761 à 1774.

surpris de n'avoir rien reçu non plus et a prié l'Académie de s'occuper de cet objet comme chargé du dépôt des journaux. L'usage est d'en mettre au moins trois sur chaque vaisseau, ainsi il seroit bon de se régler en conséquence pour le nombre à imprimer, soit en temps de paix, soit en temps de guerre⁷⁶.

Ainsi, chaque année à partir de 1777, 40 à 50 exemplaires de la CDT seront envoyés à Brest, avec plus ou moins de régularité, jusqu'en 1791.

IV.1. LES AVATARS DE LA DISTRIBUTION DE LA CDT (1774 A 1791)

La distribution des éphémérides ne fut pas sans problèmes et l'approvisionnement de l'Académie et du Port de Brest furent assez irréguliers. Voici quelques éléments qui illustrent les problèmes de logistique et de diffusion de la CDT en direction des établissements brestois.

En 1775, l'ARM se plaint du retard toujours plus grand avec lequel la CDT lui parvient. Le 21 octobre 1773, elle s'était plainte de n'avoir pas reçu ses 30 exemplaires de la CDT de 1774, et demandait au moins ceux de 1775 qui venaient de paraître pour équiper les navires en partance. Le 21 juillet 1775, l'ARM demandait expressément la CDT pour 1776 pour les mêmes raisons afin que les navires en partance puissent en être munis et préparer les calculs des longitudes⁷⁷.

Doneaud précise les difficultés d'approvisionnement en exemplaires de la CDT :

“ [L'Académie] recevait bien, il est vrai, tous les ans cet ouvrage, mais toujours très tard, et parfois en un trop petit nombre d'exemplaires. Le 9 septembre, autre lettre à Sartines, pour le prier de délivrer à l'Académie plus d'exemplaires. Le ministre répondit le 3 octobre, qu'il avait donné l'ordre au Dépôt des cartes et plans d'en réserver un cent pour l'Académie de Marine. Mais le chevalier d'Oisy écrivit de son côté, le 13, qu'il lui était impossible, pour cette année, d'en délivrer plus que le nombre ordinaire, attendu que l'Imprimerie Royale n'était dans l'usage d'en tirer que la quantité qui lui était demandée, et que par conséquent le supplément accordé par le ministre ne pourrait avoir son effet que pour la *Connaissance* de 1777. ”⁷⁸

Le 27 mars 1775, Chabert fait parvenir à l'ARM un lot d'ouvrages comportant des titres ayant trait à la cartographie maritime et au problème des longitudes en mer : l'*Astronomie nautique lunaire*

⁷⁶. SHM V, ARM 92, Lettre du Chevalier de la Coudraye à M. le marquis de Chabert, du 4 juillet 1777, non paginé, dans les lettres et la correspondance du secrétaire de l'ARM pour l'année 1777,

⁷⁷. Doneaud, 1881, LXVIII, p. 142.

⁷⁸. Doneaud, 1881, LXVIII, p. 142.

de Le Monnier, le *Traité des Longitudes* de Charnières, l'*Exposition du calcul astronomique* de Lalande, le *Voyage de Fleurieu pour les épreuves des horloges marines* et les 24 exemplaires de la CDT pour l'année 1776, mentionnés dans la lettre de la Coudraye à Chabert reproduite plus haut.

En dépit des ses améliorations et enrichissements initiés par Lalande et poursuivis par Jeurat, la CDT n'est pourtant pas la seule éphéméride à être employée. Doneaud signale que le 26 mai 1775, l'ARM arrêta de souscrire pour les *Ephémérides du Citoyen*⁷⁹, petit ouvrage littéraire de poche, en demandant en même temps toutes les nouvelles éphémérides.

Par ailleurs, Borda est signalé comme l'auteur d'un ouvrage intitulé *Dispositifs de calculs pour les distances observées*⁸⁰. Le 1^{er} juin 1775, l'ARM en achète 200 exemplaires et charge le professeur d'hydrographie brestois Blondeau d'en envoyer 24 dans différents ports⁸¹.

Le 19 septembre 1776, l'ARM reçoit 40 CDT pour 1777⁸².

Le 14 juillet 1777, Chabert informe l'ARM de l'envoi de la CDT pour 1778 et 1779, en réponse à la plainte de l'Académie datée du 4 juillet, qui constitue la lettre reproduite plus haut. La réponse de Chabert ne satisfait pas du tout l'ARM qui lui répond le 25 juillet par l'intermédiaire du chevalier de la Coudraye, en ces termes :

L'Académie ne devinoit pas, M. la cause que vous alléguez du retard de l'envoy de la *Connoissance des temps* et vous en conviendrez vous même si vous voulez comparer l'inutilité pour ce moment des unes avec l'utilité des autres; nous avons vu avec regret partir des bâtiments qui ne reviendront que l'année prochaine, et il n'y a point encore de destination pour un bâtiment ou deux tout au plus qui ne reviendroient qu'en 1779. elles ne sont imprimées si longtemps d'avance que pour en faire jouir les navigateurs qui font des voyages de plus d'un an, cela doit faire désirer de les avoir au moment qu'elles paroissent. M. de Verdun et beaucoup d'autres ont été fort touchés de partir sans se secours.

Etayés de ces réflexions qui doivent vous paroître justes nous nous flattons que vous aurez la bonté de nous en envoyer mais de nous les faire parvenir dès l'instant

⁷⁹. Les *Ephémérides du Citoyen, ou Bibliothèque raisonnée des sciences morales et politiques* furent dirigées par deux auteurs : l'abbé Nicolas Baudeau, de novembre 1765 à avril 1768, puis Pierre-Samuel Dupont de Nemours, jusqu'en 1772 [BN, Z-21914 à 21947]. Il est surprenant de voir ici mentionnées ces éphémérides qui ne comportent aucune table astronomique, comme on peut le voir dans les *Etrennes nantaises* (voir supra, chap. II.1) [Sgard, 1991, I, pp. 377-379]. [Nantes, 66.743]. Il s'agit peut être d'une méprise de Doneaud qui, ayant lu le titre à connotation astronomique, l'aura assimilée aux tables astronomiques ?

⁸⁰. Cet ouvrage n'est pas connu. Peut-être est-il la première version de la *méthode de Borda. Calcul de longitude* [imprimé destiné à être rempli à Bord], 1814, Paris, V^{ve} Courcier, in-4°, 1 p. [BN, VP-3086].

⁸¹. Doneaud, 1881, LXVIII, p. 155.

⁸². Doneaud, 1881, LXVIII, p. 588. Lettre de la Coudraye à Chabert du 4 juillet 1777 [SHM V, ARM 92, n.p., dans la correspondance de l'ARM pour 1777]. Les réponses de Chabert ne figurent pas dans ce volume; l'existence de ces lettres n'est que mentionnée.

qu'elles seront imprimées, c'est à dire de nous faire passer à peu près dans un an celles pour 1780. le nombre des membres de l'Académie étant fixé, le nombre des exemplaires doit être le même tous les ans.

J'obéis avec plaisir aux ordres de l'Académie qui me charge de vous faire ses remerciement pour les livres dont le dépôt enrichit sa bibliothèque, assurés que votre attachement pour la compagnie nous procurera désormais tous les livres qui auront trait à la marine, nous ne chercherons plus à nous les procurer et nous serons flattés de vous en avoir l'obligation.

[...] Le chevalier de la Coudraye pour le secrétaire⁸³.

Soulignons qu'à la fin de la direction de Lalande, le délai de parution de la CDT était tombé à 1 an. Avec l'arrivée de Jeurat en 1774, à partir de 1777, la CDT paraîtra avec un délai d'environ 3 ans d'avance, permettant aux marins de disposer des éphémérides pour des voyages au long cours. Ce délai sera maintenu par Méchain lors de sa direction (1785-1793). Au cours de l'année 1777, paraissent les deux volumes de 1779 et 1780. L'ARM est donc en droit de demander à Chabert de recevoir les volumes pour 1780. Ce qui n'empêche pas l'Académie de décider entre-temps, le 27 janvier 1777, l'achat des éphémérides anglaises⁸⁴.

En septembre, rien n'est encore parvenu à Brest. La Coudraye réitère sa demande :

[...] Nous attendons avec la plus grande impatience la *Connoissance des temps* ainsi que la collection des autres ouvrages que vous nous avez annoncé. Depuis que la *Connoissance des temps* pour 1778 a paru, il y a plusieurs bâtiments qui sont partis et qui doivent être de retour ici avant 1779 [...] ⁸⁵.

Chabert répond le 12 septembre 1777 dans une lettre dont la teneur est pratiquement inconnue. Il doit toutefois annoncer l'envoi imminent des exemplaires demandés puisque le 18 octobre 1777, la Coudraye le remercie pour cet envoi, lui signalant que les livres sont bien parvenus à Brest. La Coudraye insiste pour que la CDT soit envoyée à Brest dès que les exemplaires parviennent au Dépôt de la Marine, de manière à réduire les délais⁸⁶.

Le contenu de ces échanges infirment ce qu'écrivit Doneaud dans son histoire de l'ARM. Celui-ci explique que la CDT pour 1780 n'est envoyée qu'en février 1779, seulement quelques jours après l'envoi de 50 exemplaires de la CDT pour 1781⁸⁷.

⁸³. SHM V, ARM 92, Lettre de la Coudraye à Chabert du 25 juillet 1777, n.p., dans la correspondance de l'ARM pour l'année 1777. Marguerie est encore secrétaire de l'ARM en 1777 [Doneaud, 1881, LXIX, p. 342].

⁸⁴. Doneaud, 1881, LXIX, p. 335.

⁸⁵. SHM V, ARM 92, Lettre de la Coudraye à Chabert du 5 septembre 1777, n.p., dans la correspondance de l'ARM pour 1777.

⁸⁶. SHM V, ARM 92, n.p.

⁸⁷. Doneaud, 1881, LXX, p. 358.

La France entre en 1778 dans la première année de la Guerre d'Amérique. Les activités de l'ARM sont fortement réduites en raison de l'absence d'un certain nombre de navigateurs, animateurs des séances de l'Académie.

IV.2. LA CDT DANS LES DERNIÈRES ANNÉES DE L'ARM

Doneaud ne signale rien pour les années 1780 et 1781. Chabert est pourtant momentanément remplacé par Fleurieu pour l'envoi des ouvrages et de la CDT à Brest. Signalons la lettre de l'ARM à Fleurieu datée du 1^{er} août 1780, qui le remercie pour l'envoi des 50 exemplaires de la CDT pour l'année 1782 parvenus à Brest⁸⁸.

Le 13 mars 1783, Lemoyne, premier ingénieur et garde du Dépôt des Journaux, cartes et plans, envoie 50 CDT pour 1785, prêtes depuis 1782 (la CDT pour 1786 sera aussi imprimée en 1783).

Le 17 avril 1786, l'ARM reçoit de Lemoyne des exemplaires de la CDT calculée par Méchain⁸⁹.

Le 4 octobre 1787, l'ARM presse "fortement" Chabert d'envoyer la CDT pour 1789 et 1790, au plus tôt, ainsi que de faire parvenir à Brest le texte des ordonnances de Castries. Cette demande est réitérée le 15 novembre 1787⁹⁰.

Signalons que le 3 mai 1787, l'ARM arrête l'achat de 500 exemplaires des dispositifs pour le calcul des longitudes par Borda (idem, p. 436).

Chabert répond en 1788. L'ARM reçoit le 26 juin 1788 la quasi-totalité des ordonnances de 1786, 50 CDT pour 1790, ainsi que des exemplaires de son mémoire sur les horloges marines paru dans les HARS de 1783⁹¹.

Avec 1789 arrivent les troubles de la Révolution. L'Académie brestoise subit plus que toute autre les conséquences de la désorganisation générale de la Marine. Quelques académiciens tentent encore de poursuivre leurs travaux. Le 17 février 1791, Chabert annonce l'envoi de 50 CDT pour 1791.

⁸⁸. SHM V, ARM 92, n.p., dans la correspondance de l'ARM.

⁸⁹. Doneaud, 1882, LXXIII, p. 419.

⁹⁰. Doneaud, 1882, LXXIII, p. 434.

⁹¹. Doneaud, 1882, LXXIV, p. 202. Chabert, 1783. Voir infra, chap. IV.1 pour les contributions de Chabert à l'astronomie nautique et ses relations avec Le Monnier.

Les troubles de 1792 et 1793 mettent à bas ce qui reste de l'ARM. Le décret du 8 août 1793 sur proposition de l'abbé Grégoire⁹², supprimant les Académies de l'Ancien Régime, ne fait qu'achever le démantèlement de l'Académie qui avait commencé dès 1789.

Quant le BDL reprend en 1798 la diffusion de la CDT, La Marine en prend chaque année 1850 exemplaires jusqu'en 1811. A partir de 1818 (CDT pour 1821), le nombre est ramené à 500 exemplaires par mesure d'économie imposée par le ministre (modeste économie puisque chaque exemplaire coûte 4,50 FF). Ce déficit d'approvisionnement provoque une vague de mécontentement et en 1827, le nombre d'exemplaires de la CDT diffusés remonte à 700 puis à 800 en 1853 afin de dispenser les cadres d'en acheter à leurs frais. Les années suivantes voient une complexité croissante de l'almanach, et l'accroissement du nombre de pages⁹³.

Dans la seconde moitié du XIX^e siècle, la méthode de la droite de hauteur — découverte par le capitaine américain Sumner en 1837⁹⁴ — supplante, dans la pratique, toutes les méthodes lunaires à partir des années 1870.

Au début du XX^e siècle, les distances lunaires, devenues obsolètes, disparaissent définitivement de la CDT⁹⁵.

⁹². Fauchon, 1989, p. 90.

⁹³. Chapuis, 2000, p. 83.

⁹⁴. « Note sur la méthode de Sumner pour la détermination du point par les courbes de hauteur », R.M.C., LIX, n°207, déc. 1878, pp. 369-370.

⁹⁵. *Connaissance des Temps ou des Mouvements célestes pour le méridien de Paris pour l'an 1908* (Paris, Gauthier-Villars, 1905). On peut lire l'avertissement suivant : « Le Bureau des Longitudes, après un examen approfondi, a reconnu que la publication des distances lunaires ne présentait pas une utilité suffisante, et ne répondait plus aux besoins actuels de la navigation. Par suite, il a été décidé, après avoir pris l'avis de M. le Ministre de la Marine, de ne plus insérer dans la *Connaissance des Temps*, à partir de 1905, l'éphéméride des distances lunaires » [d'après le prospectus publicitaire pour la diffusion de la CDT éditée par Gauthier-Villars].

CONCLUSION

Ce chapitre, qui s'intéressait initialement à la diffusion de la CDT auprès des marins, conduit donc à montrer clairement comment l'empressement des académiciens brestois à disposer d'éphémérides nautiques, est à l'origine de l'introduction des distances lunaires par Lalande dans la CDT pour 1774, à la fin de l'année 1772. Si Lalande avait assez tôt manifesté son désir d'éditer un almanach nautique, cette intention était restée lettre morte devant le manque de moyens, et la multiplicité des activités débordantes de l'astronome.

La parution du *Nautical Almanac* en 1766 cause un véritable séisme chez les marins savants qui souhaitent aussitôt disposer de l'équivalent français de ces éphémérides essentielles pour la nouvelle navigation.

L'opposition du ministre de la Marine Bourgeois de Boynes qui, se retranchant derrière les termes du privilège d'impression, dénie aux académiciens brestois le droit de poursuivre la publication de leurs *Instructions nautiques*, est remarquable. Là où le ministre ne voit qu'une traduction d'un ouvrage anglais, les brestois font valoir une adaptation des éphémérides anglaises avec des améliorations notables des procédures, mises au goût français. Ce refus de la part du ministre de Boynes contribue de manière importante au retard que prend l'astronomie nautique française sur son homologue britannique entre 1755 et 1780.

La comparaison de cet épisode avec les actions que mènent de Castries et Fleurieu auprès de l'ARS en 1785 pour que la CDT devienne un almanach nautique — comme cela a été relaté dans le précédent chapitre —, est intéressante. De Castries insiste bien sur le fait que depuis 1772, la CDT ne fait que publier des tables vaguement adaptées des éphémérides du *Nautical*, que les calculs sont toujours établis pour le méridien de Greenwich, et qu'une correction n'est même pas effectuée pour rapporter ces tables au méridien de Paris. Si de Boynes et de Castries formulent finalement les mêmes reproches, la volonté de faire progresser la navigation astronomique est autrement développée chez ce dernier que chez son prédécesseur. Au contraire du maréchal de Castries, de Boynes n'est pas issu du milieu maritime, et cela se sent dans sa perception imparfaite de ce qui peut être important pour la Marine à un moment donné. Selon Jean de Viguerie, Louis XVI aurait fait dire à de Boynes, que s'il le congédiait (il le fut le 8 juillet 1774), « *c'était en raison des changements faits dans la Marine qui n'auraient abouti à rien* »⁹⁶.

On peut aussi s'étonner de ce que les reproches formulés par de Boynes à l'encontre de l'ARM brestoise en 1772-73, ne soient adressés à l'ARS que douze ou treize années plus tard. En effet, Lalande, Jaurat et Méchain (lors de ses débuts à la CDT), ne feront que pratiquement recopier le *Nautical*. Il est vrai que le privilège d'impression accordé à l'ARS lui laisse liberté de publier ce qu'elle veut (voir chap. II.2).

⁹⁶. Viguerie, 1995, p. 785.

La grande affaire reste donc la parution en France à la fin de l'année 1772, de tables des distances lunaires dans deux ouvrages publiés par les deux académies scientifiques françaises, tables empruntées les unes et les autres au *Nautical Almanac* britannique. Mais Maskelyne ne s'était-il pas lui-même inspiré des travaux de Lacaille, astronome français ? Celui-ci avait en tête de diffuser la méthode des distances lunaires dès 1742-43 et militait dès 1753 pour la parution d'un almanach nautique comportant les distances lunaires. La troisième partie de cette thèse traite plus complètement des travaux de Lacaille et des projets qu'il ne verra pas aboutir de son vivant.

Résumé

Se basant sur de nombreuses archives, cette recherche se propose de réexaminer quarante années d'astronomie nautique (entre 1740 et 1780), durant lesquelles la méthode des distances lunaires — la méthode la plus usitée jusque dans les années 1850 pour la détermination des longitudes en mer — est mise au point, notamment par l'abbé Nicolas-Louis de Lacaille, et se voit finalement codifiée par le chevalier Jean-Charles de Borda.

Cette étude va s'attacher en particulier à reconsidérer les travaux scientifiques de savants de l'Académie des Sciences, Pierre-Louis Moreau de Maupertuis, Pierre Bouguer, Alexis Clairaut, Pierre-Charles Le Monnier et Jérôme Lalande, avec leur statut officiel méconnu de « *préposé au perfectionnement de la navigation* ». A la lumière de nombreuses mises à jour biographiques et de correspondances, on pourra mieux comprendre leurs influences mutuelles et leurs relations avec le milieu maritime. De même, on s'intéressera à la diffusion des méthodes auprès des marins, ainsi qu'à la manière dont la *Connaissance des Temps* — publication officielle de l'Académie des sciences et rivale du *Nautical Almanac* britannique — devient peu à peu un almanach nautique sous les actions de Jérôme Lalande, Pierre Méchain et des ministres de la Marine successifs.

On sera ainsi amené à porter un nouveau regard sur l'œuvre théorique d'Alexis Clairaut concernant le mouvement de la Lune, œuvre bien plus cohérente que l'on ne l'imaginait auparavant.

Mots-Clés : Astronomie nautique ; longitudes en mer ; distances lunaires ; éphémérides ; tables de la Lune ; mécanique céleste ; histoire de l'astronomie ; histoire de la navigation. Bouguer ; Clairaut ; d'Après de Manneville ; Lalande ; Lacaille ; Le Monnier ; Académie des sciences ; Marine.

Abstract

Based on numerous archives, correspondence and manuscripts, this research is dedicated to forty years of nautical astronomy in France, between 1740 and 1780. During this period, the method of lunar distances — the most used one for the determination of longitudes at sea up to the years 1850 — is developed by the abbé Nicolas-Louis de Lacaille and codified by the chevalier Jean-Charles de Borda.

This study reconsiders the scientific works of members of the French Academy of Sciences, Pierre-Louis Moreau de Maupertuis, Pierre Bouguer, Pierre-Charles Le Monnier, Alexis Clairaut and Jérôme Lalande, who were given the little known official responsibility of « *préposé au perfectionnement de la navigation* », i.e., persons in charge of improving navigation. With the help of unknown correspondences and biographic updates, this work clarifies their mutual influences and their relationships with the maritime sphere.

One important aim of this work is to examine how these methods were dispatched to seafarers and how the *Connaissance des Temps* — the official ephemeris of the Academy of sciences, in competition with the british *Nautical Almanac* — became a nautical almanac under the actions of Jérôme Lalande, Pierre Méchain, and the successive ministers of the French Navy.

This study also sheds a new light on the theoretical work of Alexis Clairaut on the Lunar motions. It appears to be more consistent than we have imagined before.

Key-words: Nautical astronomy ; Longitudes et sea ; Ephemeris ; Lunar tables ; Lalande ; Lacaille ; Clairaut ; Bouguer ; French Academy of Sciences ; History of astronomy ; History of astronomical navigation.

UNIVERSITÉ DE NANTES
FACULTÉ DES SCIENCES ET DES TECHNIQUES
CENTRE FRANÇOIS VIÈTE

L'ASTRONOMIE NAUTIQUE AU XVIIIème SIÈCLE
EN FRANCE :
TABLES DE LA LUNE ET LONGITUDES EN MER

TOME II
(Parties III et IV, Conclusion)

THÈSE DE DOCTORAT

Ecole doctorale : Connaissances, Langages, Cultures
Discipline : Histoire des sciences et des techniques

Présentée et soutenue publiquement par

Guy BOISTEL

Le jeudi 25 octobre 2001 devant le jury ci-dessous

<i>Président</i>	M. Patrice BAILHACHE • Professeur • Nantes
<i>Rapporteurs</i>	M ^{me} Michelle CHAPRONT-TOUZÉ • Astronome • Observatoire de Paris M. Philippe HAUDRÈRE • Professeur • Angers
<i>Examineurs</i>	Dr. Michael HOSKIN • Professeur • Cambridge M ^{me} Danielle FAUQUE • Chercheur associé • Orsay, Paris M. Jacques GAPAILLARD • Professeur • Nantes

Directeur de thèse : M. Jacques GAPAILLARD

TROISIÈME PARTIE - CHAPITRE 1

III.1

LACAILLE, « PÈRE » DES DISTANCES LUNAIRES ?

DÉVELOPPEMENTS ET DIFFUSION DE LA MÉTHODE DES DISTANCES LUNAIRES DANS LA SECONDE MOITIÉ DU XVIII^e SIÈCLEPLAN**I. ORIGINE(S) ET « INVENTEURS » DE LA MÉTHODE DES DISTANCES LUNAIRES**

I.1 Johann Werner (1468-1522).

I.2 Pierre Bennevit, dit Pierre APIAN ou APIANUS (1495-1552).

I.3 Gemma Frisius (Gemma Frison) (1508-1555).

I.4 Les travaux de Jean-Baptiste Morin (1583-1656) : une méthode des hauteurs qui prélude à la méthode des distances lunaires.

I.5 Le cas Halley (1656-1742) : le *saros* et les distances lunaires.

II. L'EXPÉRIENCE DES MARINS : LES PREMIERS ESSAIS DE CHABERT ET DE D'APRÈS DE MANNEVILLETTE**II.1 Le marquis de Chabert et les observations astronomiques.**

II.1.1 Eléments biographiques.

II.1.2 Chabert : un marin-savant bien entraîné aux observations astronomiques.

II.2 d'Après de Mannevillette : le premier marin à expérimenter les distances lunaires à la mer.

II.2.1 Eléments biographiques.

II.2.2 Mannevillette et les distances lunaires.

III. LE VOYAGE DE LACAILLE AU CAP DE BONNE-ESPÉRANCE ET SES RÉSULTATS

III.1 Une petite chronologie du voyage.

III.1.1 L'organisation du voyage de Lacaille au cap de Bonne-Espérance.

III.1.2 Quelques dates repères du voyage.

III.2 Les travaux de Lacaille et d'Après de Manneville sur les longitudes.

III.2.1 Les distances lunaires observées par Lacaille et d'Après de Manneville en 1751 à Rio.

III.2.2 Les essais limités de distances lunaires de d'Après de Manneville.

III.3 La préoccupation majeure de Lacaille : rendre la méthode des distances lunaires « praticable au commun des navigateurs ».

III.3.1 Le résultat heureux d'un cafouillage malheureux.

III.3.2 Lacaille cherche à simplifier les procédures pour les marins.

III.3.3 Un manuscrit inconnu de Lacaille : *Projet pour rendre la méthode des Longitudes sur mer praticable au commun des navigateurs*.

III.4 Les distances lunaires selon Lacaille.

III.4.1 Lacaille et l'astronomie nautique.

III.4.2 Le *Mémoire sur l'observation des longitudes en mer* de 1759.

III.4.3 La méthode des distances lunaires données dans les *Ephémérides des mouvemens célestes*.

III.4.4 L'influence de Lacaille sur les essais en mer de Nevil Maskelyne en 1761.

IV. LA CODIFICATION D'UNE MÉTHODE POUR LES ÉLITES : LA MÉTHODE DE BORDA

IV.1 Borda, le voyage de *La Flore* et les distances lunaires.

IV.1.1 Jean-Charles de Borda et le voyage de *La Flore* : un terrien devenu l'une des figures symboles de la navigation scientifique.

IV.1.2 Les conclusions de Borda sur la manière d'observer les distances lunaires.

IV.1.3 Jugements de Borda sur les distances lunaires selon Lacaille.

IV.2 Codification et diffusion de la méthode de Borda.

IV.2.1 Les *Dispositifs de calculs pour les distances lunaires observées*.

IV.2.2 Un disciple de Borda de la première heure : Pierre Lévêque.

IV.2.3 Diffusion de la méthode de Borda dans la CDT.

IV.3 Regards sur la méthode de Borda : une méthode pour les élites.

IV.3.1 Borda, le cercle répétiteur et les distances lunaires.

IV.3.2 Une méthode pour les élites conjuguée à un enseignement de l'hydrographie déficient.

IV.3.3 Les « molles habitudes » et la paresse des marins, dénoncées par Fleurieu.

INTRODUCTION

Ce chapitre se propose deux objectifs. D'une part, à travers la question "qui est le « père » des distances lunaires ?", démêler les influences et les filiations entre marins et astronomes, sur le problème de la détermination des longitudes à la mer à l'aide des distances lunaires. D'autre part, il était important d'examiner la validité de l'assertion historique habituelle qui affirme que les distances lunaires s'imposent comme pratique dominante à la fin du XVIII^e siècle. Devient-elle réellement pratique dominante ? Quels sont les éventuels facteurs qui freinent l'emploi de cette pratique dans la Marine ? Répondre à cette question conduit à s'interroger sur les situations éventuellement différentes dans les marines royale et marchande.

La filiation avérée et la plus évidente est celle qui lie l'officier de la Compagnie des Indes, d'Après de Mannevillette, premier marin auto déclaré à avoir employé en mer les distances lunaires, et l'abbé Lacaille. Mannevillette et Lacaille ont effectué ensemble la traversée de l'Océan Atlantique pour rallier le Cap de Bonne Espérance via Rio entre novembre 1750 et mars 1751, effectuant de nombreuses observations astronomiques, déterminant les longitudes à la mer et réfléchissant ensemble aux meilleures procédures possibles. Il restait à détailler leurs travaux pour mieux cerner leurs échanges et leurs influences mutuelles.

Par ailleurs, la tradition historique française fait de Lacaille le « père » de la méthode des distances lunaires. De quelle nature est cette paternité ? Quels sont les critères retenus pour attribuer cette paternité ? On sait généralement que la méthode fut proposée bien avant Lacaille, dès le XVI^e siècle, en 1514 par J. Werner, et qu' Edmond Halley lui donna ses lettres de noblesse. Alors pourquoi Lacaille ? Les historiens anglo-saxons retiennent plus facilement Werner ou Halley.

Loin de vouloir nécessairement attribuer à Lacaille tous les mérites, il nous a semblé souhaitable de faire l'état des connaissances et des pratiques au moment où astronomes et géomètres travaillant à l'amélioration des tables de la Lune, la méthode des distances connaît une seconde jeunesse et apparaît comme la meilleure solution pour la DLM.

Certains marins se sont très tôt distingués dans les observations astronomiques. Parmi eux, Jean-Baptiste d'Après de Mannevillette (1707-1780) et Joseph-Bernard Cogolin, marquis de Chabert (1724-

1805) occupent une place de choix¹. Malgré leurs pratiques différentes, Mannevillette employant la méthode en mer, Chabert, préférentiellement à Terre, ces deux officiers de la Marine ont contribué aux progrès de la cartographie maritime en pratiquant les distances lunaires à une époque où celles-ci ne pouvaient donner encore que des résultats grossiers, les tables de la Lune n'ayant pas la précision requise. Proches des deux astronomes les plus actifs sur le sujet des longitudes en mer, Chabert associé à Pierre-Charles Le Monnier et Mannevillette plutôt attaché à l'abbé Nicolas-Louis Lacaille², ces deux navigateurs ont contribué à la réflexion générale, appliquant ou testant leurs méthodes, et montrant tout l'avantage que les navigateurs pouvaient tirer de la méthodes des distances lunaires.

Ce chapitre se propose de faire un état précis des travaux effectués par Lacaille et Mannevillette sur les longitudes en mer, lors du voyage vers le cap de Bonne-Espérance entre novembre 1750 et juin 1754, voyage qui s'apparente encore aux traversées expérimentales de Halley ou de Chabert, mais qui prélude aux grandes entreprises de circumnavigations et autres voyages purement scientifiques de la seconde moitié du XVIII^e siècle.

Au retour du voyage de la frégate *La Flore* en 1771-1772, la méthode des distances lunaires est codifiée par le chevalier Jean-Charles de Borda (1733-1799). Il était donc intéressant de regarder comment en l'espace de trente ans environ (1750-1780), la méthode des distances lunaires évolue. De même, il était nécessaire de s'interroger sur les conditions de sa diffusion dans la littérature scientifique, sur sa réception par les intéressés, que ce soit les officiers de la Marine Royale ou les capitaines marchands, en privilégiant les témoignages des acteurs de sa promotion et de sa diffusion.

La littérature secondaire ne nous donne que très peu de documents de référence concernant ce sujet. La principale contribution reste *l'Histoire générale de la navigation du XV^e au XX^e siècles* du Commandant Frédéric Marguet (Paris, 1931). Très documenté — Marguet donne l'exposé le plus détaillé des pratiques et des contributions respectives des astronomes et des marins —, cet ouvrage reste une référence dans l'historiographie de l'astronomie nautique. Toutefois il comporte quelques ambiguïtés historiques et l'histoire des sciences actuelle envisage le récit de manière assez différente de ce qui se faisait en 1931. Une mise à jour s'imposait donc. Edmond Guyot, dans son *Histoire de la détermination*

¹. Voir supra, chap. I.2 pour un résumé de leur carrière au département de la Marine et au Bureau des journaux, cartes et plans de la Marine.

². En effet, Mannevillette est élu correspondant de Le Monnier pour l'ARS, le 6 mars 1743. Mais dans la pratique et en ce qui concerne les influences, Mannevillette est à rattacher aux influences de Lacaille. Nous examinons dans le chapitre IV.1 comment Chabert suit les préceptes de Le Monnier dans la correction de ses observations astronomiques.

des longitudes (La Chaux-de-Fonds, 1955), a consacré des pages intéressantes à la méthode des distances lunaires. Mais outre que les exemples de calculs sont donnés dans un style correspondant à la fin du XIX^e siècle — déjà très différent de ce qui se fait dans les années 1750-1800 —, cet ouvrage comporte des raccourcis historiques fâcheux. Enfin, Eric Forbes et Derek Howse sont les auteurs qui, récemment, ont le plus contribué à une révision du rôle central que joue la méthode des distances lunaires dans l'histoire de l'astronomie nautique dans la seconde moitié du XVIII^e siècle. Ces deux auteurs ayant surtout éclairci les travaux des auteurs anglo-saxons ou de Tobias Mayer dans le cadre du *Longitude Act* britannique (voir supra, chap. I.1), il restait à élucider un certain nombre de problèmes que les auteurs de langue française n'avaient pas suffisamment pris en considération.

I. ORIGINE(S) ET « INVENTEURS » DE LA MÉTHODE DES DISTANCES LUNAIRES

Le XVI^e siècle voit la naissance de la méthode des distances lunaires. Dès lors, elle sera toujours considérée comme une solution potentielle pour la DLM, parfois la seule, à condition de surmonter un certain nombre d'obstacles instrumentaux et théoriques : disposer d'instruments de mesure des angles suffisamment précis, disposer de théories ou de tables fiables de la réfraction atmosphérique, de la parallaxe de la Lune et de tables pouvant donner la position de la Lune à au moins une minute d'arc près (au moins pour son mouvement en longitude écliptique).

Qui est à l'origine de la méthode des distances lunaires ? Quels sont les critères à retenir pour fixer cette origine ? Qui est l'inventeur des distances lunaires ? La réponse dépend des critères retenus. Au choix : J. Werner au XVI^e siècle, J.-B. Morin au premier tiers du XVII^e siècle, E. Halley à la fin du XVII^e siècle ou l'abbé Lacaille entre 1754 et 1759 ? Chercher à répondre à cette question peut conduire à déterminer les filiations, les emprunts éventuels et les évolutions de la méthode.

Origines de la méthode

La transition entre les XV^e et XVI^e siècles est marquée par la découverte et la conquête de nouveaux pays et continents par les Espagnols et les Portugais. Mais les longitudes de ces nouvelles contrées étaient pour le moins incertaines ou tout simplement inconnues. Lors de son périple vers les

Amériques, Christophe Colomb assisté de l'un de ses pilotes avait bien tenté une détermination de la longitude de port Jamaïque en observant une éclipse de Lune en février 1504, mais son observation conduisait à une erreur de près de 40° sur la longitude³. Les longitudes données par C. Colomb étaient dans l'ensemble fausses tant ses compétences en astronomie étaient réduites⁴. D'autres navigateurs tentèrent d'employer les méthodes lunaires (éclipses, conjonctions avec d'autres planètes, occultations d'étoiles). Marguet⁵ en donne une liste non exhaustive; il suffit de citer Amerigo Vespucci, Vasco de Gama en 1497. En dehors des trop rares éclipses de Lune ou de Soleil, et de quelques rares phénomènes, à l'observation délicate sans instrument adéquat, les navigateurs n'avaient alors aucune autre solution pour trouver leur longitude. Il était nécessaire d'inventer une autre méthode pour pallier le manque d'éclipses.

L'idée novatrice fut de considérer que la Lune, en raison de son mouvement rapide autour de la Terre, pouvait remplacer une horloge. En effet, la Lune est animée d'un mouvement suffisamment rapide autour de la Terre pour qu'un observateur puisse aisément la voir se déplacer dans le Ciel parmi les étoiles. Avec une révolution sidérale d'environ 27,322 jours, la Lune se déplace de 13,18° par jour, soit encore 0,55° en une heure (soit son diamètre angulaire en une heure) ou encore 33" en une minute de temps.

Au cours des XVI^e et XVII^e siècles, de nombreux astronomes allaient s'emparer de cette idée et procéder à la naissance de la méthode des distances lunaires, l'un des grands chantiers de l'astronomie nautique du XVIII^e siècle. Ces astronomes nous sont connus par la liste que le père Pingré, en 1768, dresse dans son récit du voyage du marquis de Courtanvaux à bord de la frégate l'Aurore, voyage entrepris dans la Manche, aux propres frais de Courtanvaux, pour tester une montre de Leroy dans le cadre du prix double Rouillé de Meslay pour les années 1767-1769⁶. Dans un discours historique sur les tentatives de DLM à l'aide de diverses méthodes, Pingré cite de nombreux auteurs qui, aux XVI^e et XVII^e siècles, ont recherché une solution au problème des longitudes : Oronce Fine (1494-1555), Jean Vernier (1580-1637), Pierre Apian (1495-1552), Pierre Nunez (ou Nonius) (1492-1577), Daniel Santbech (??) puis, Jean Kepler (1571-1630), Chrétien de Sévérin Longomonta (ou Christian Sorensen, dit Longomontanus) (1562-1647), Pierre Hérigone (1580 - 1643). Tous ces astronomes ont travaillé sur

³. Olson, 1992.

⁴. Sur le sujet, voir Olson (1991), 1992 et Pickering, 1996. Voir la page Web de Keith Pickering (avec toutes les précautions d'usage) : <http://www1.minn.net/~keithp/> : *The Columbus Navigation Homepage*.

⁵. Marguet, 1931, pp. 12-17.

⁶. Voir supra, chap. I.1.

le mouvement de la Lune mais sans tenir compte ni de la parallaxe, ni de la réfraction, ou n'ont traité que des passages de la Lune au méridien, observations impraticable en mer. Pingré ne reconnaît de réels mérites qu'à Jean-Baptiste Morin qui a envisagé toutes les méthodes et les a en partie démontrées. Deux seulement d'entre elles seront retenues par l'histoire, comme nous le verrons ci-après.

Nous nous limitons ici aux auteurs qui sont directement à la source des recherches des astronomes du XVIII^e siècle sur la méthode des distances angulaires de la Lune aux étoiles ou au Soleil : Werner, Apian, Gemma Frisius et Morin dont la filiation est attestée. Ce sont les auteurs auxquels les astronomes du XVIII^e siècle se réfèrent explicitement⁷.

I.1. Johann WERNER (1468-1522)

Mathématicien et astronome, J. Werner était prêtre. Il vécut la plus grande partie de sa vie à Nuremberg. D'abord étudiant à l'université d'Ingolstadt en 1484, il étudia à Rome de 1493 à 1497. Sa description de la méthode des distances lunaires se trouve dans une collection de ses oeuvres à dominante géographique parue en 1514, *In hoc opere haec continentur Nova translatio primi libri geographiae Cl' Ptolomaei [...]*, Nuremberg⁸.

Son exposé suit une discussion sur la méthode des éclipses de la Lune, son emploi pour la détermination des longitudes et un exposé sur la manière de mesurer les distances angulaires entre la Lune et une étoile fixe à l'aide du bâton de Jacob (ou cross-staff)⁹. Werner n'accorde que peu d'importance à la parallaxe de la Lune, renvoyant son lecteur à Ptolémée pour juger de cette correction (voir supra, chap. II.1). Ce plan sera celui des ouvrages de ses successeurs, Apian et Gemma Frisius.

⁷. Voir Grandjean de Fouchy, 1759, « Sur l'observation des Longitudes en mer », HARS 1759 (Paris, 1765), Hist., pp. 166-180. Voir Guyot, 1955, pp. 11-12 et Marguet, 1931, (tout au long de son ouvrage).

⁸. Cf Andrewes et Murschel, 1996, Appendix C, pp. 377-385. Note 8 au chapitre 4, p. 385 : ces auteurs donnent une traduction anglaise du texte de J. Werner.

⁹. Voir notre annexe sur les instruments d'observation astronomique.

Werner est couramment donné pour le véritable initiateur des distances lunaires dans la littérature sur le sujet. S'il en donne le principe, il ne tient aucun compte de toutes les corrections à apporter aux observations.

I.2. Pierre Bennevit, dit Pierre APIAN ou APIANUS (1495-1552)

Mathématicien et astronome allemand, né à Leisnig (Saxe), il est l'un des auteurs les plus prolifiques de son siècle. Il observa la comète de Halley en 1531 et nota avec Fracastor¹⁰, que la queue des comètes est toujours dirigée à l'opposé du Soleil. Il est en 1524, l'auteur d'un ouvrage qui sera traduit plusieurs fois, *Cosmographicus Liber Petri Apiani Mathematici studiose collectus*, Landshut. C'est surtout un commentaire du travail de Werner sans pour autant citer son nom. L'ouvrage devient populaire, réédité plusieurs fois, et sera traduit en français, espagnol et flamand. (Andrewes, 1996, p. 379, n. 19). C'est à Pierre Apian que l'on doit un exposé précis de la méthode des distances lunaires. La planche III.1.1 représente des géographes se servant du bâton de Jacob et des distances lunaires pour des travaux géodésiques. La figure 2 montre clairement l'importance de la parallaxe de la Lune, qui sera pourtant ignorée dans les corrections des observations.

I.3. GEMMA FRISIUS (Gemma Frison) (1508-1555)

Gemma Reinerus dit Frisius est un médecin et astronome hollandais né à Dokkum en Frise¹¹. Il fut l'inventeur d'un anneau astronomique constitué de deux cercles se croisant à angles droits dont l'un représente le méridien et l'autre l'équateur, destiné à donner l'heure. Il fabriqua des globes terrestres, imagina une nouvelle projection pour dessiner les cartes du Ciel. Il publia plusieurs ouvrages importants: *De usu globi* (1530) dans lequel il proposa la détermination des longitudes à l'aide d'horloges; le *De principiis astronomiae* (1530) dans lequel la détermination des longitudes est étudiée sous différents aspects (il est alors âgé de 22 ans); *De regionem et locorum descriptione* (ou *Libellus de locorum describendorum ratione*) (1533) dans lequel il jeta les bases de la triangulation et des méthodes de

¹⁰. Jérôme Fracastor (1483-1553), astronome italien né à Vérone. Adepte des sphères homocentriques d'Eudoxe et Callipe qu'il tenta de remplacer par des cercles. Observateur de comètes, il publia en 1538 un traité sur ces astres.

¹¹. Une province des Pays-Bas sur la Mer du Nord.

géodésie. Il édita plusieurs fois la *Cosmographie* de Pierre Apian, en 1529 (quatre ans après la parution de l'original), en 1533, en 1544 :

1529, *Cosmographicus Liber Petri Apiani Mathematici, studioso correctus, ac erroribus vindicatus per Gemmam Phrysius*, Anvers.

1544, *La Cosmographie de Pierre Apian, livre très-utile, traictant de toutes les régions & pays du monde par artifice astronomique, nouvellement traduit de Latin en François et par Gemma Frison, Mathématicien & Docteur en Médecine de Louvain corrige*, Anvers, imprimé par Gilles de Dieft, (Août 1544), in-folio [Bib. Mun. Angers SA 1317].

Sa traduction de la *Cosmographie* de Pierre Apian (1544) comporte de nombreuses additions reprenant ses principales contributions à la navigation moderne depuis 1530. Si les sabliers et les astrolabes ont été remplacés au XVIII^e siècle par les sextants et les horloges ou chronomètres de marine, les principes des diverses méthodes sont presque tous donnés dans les ouvrages de Gemma Frisius. Il est le premier à avoir émis l'idée de la possibilité de déterminer les longitudes en transportant une horloge suffisamment fiable, maintenant le temps local du lieu de départ que l'on compare avec le temps local du lieu d'observation, déterminé à l'aide d'un astrolabe par exemple. Cet ouvrage est de lecture difficile, tant par son style maladroit que par l'orthographe ancienne. Gemma traite des distances lunaires au chapitre X (fol. XIV et suiv.). Après une description et un mode d'emploi du bâton de Jacob, il propose les distances lunaires pour la détermination des longitudes, selon un plan exactement calqué sur l'ouvrage de J. Werner paru en 1514.

Peu de différence donc entre ces trois auteurs. Gemma Frisius se distingue en introduisant l'idée du transport des horloges pour la détermination des longitudes¹². L'objectif est la détermination des longitudes terrestres à l'aide des distances lunaires et la rectification des cartes géographiques. Aucun d'entre eux ne se soucie des effets de la réfraction ni de la parallaxe lunaire, bien que la gravure d'Apian (voir ci-dessus) montre clairement la nécessité de cette dernière correction.

¹². Le sujet des horloges marines sort du cadre que nous nous sommes fixé pour cette étude. Voir la fin de ce chapitre pour quelques considérations sur les montres marines.

I.4. Les travaux de Jean-Baptiste MORIN (1583-1656) : une méthode des hauteurs qui prélude à la méthode des distances lunaires

Une étape théorique importante est franchie avec les recherches du docteur en médecine et mathématicien parisien Jean-Baptiste Morin. Jean Parès (1976) lui a consacré une très précieuse thèse. C'est un aperçu de ce travail que nous proposons ci-après. Il est important de bien situer le personnage qui allait avoir une si grande importance dans l'histoire des méthodes lunaires.

Quelques éléments biographiques.

Né à Villefranche-sur-Saône, son enfance se déroula au milieu des guerres de religion et des épidémies¹³. Il fit de bonnes études au collège de sa ville natale. Suit une période de trente années qui reste à bien des égards lacunaire. L'essentiel de cette période de sa vie se passe à Aix-en-Provence, où il étudie la médecine, obtenant son doctorat le 9 mai 1613, et l'astronomie sous la direction de Joseph Gaultier (1654-1647) prieur de La Vallette, avec pour condisciple deux futurs grands astronomes du XVII^e siècle, Pierre Gassendi (1592-1655) et Ismael Bouillaud (1605-1694).

En 1614, Morin est de nouveau à Paris (il y fut présent en 1605) au service de l'évêque de Boulogne Claude Dorme en qualité de médecin ordinaire. Sous l'influence de cet évêque, Morin se détourna peu à peu de la médecine au profit de l'astrologie. En 1615, un voyage en Hongrie affirma ce changement de direction. Entre 1621 et 1629, il est médecin ordinaire au service au duc de Luxembourg, frère du duc de Luynes, premier ministre de Louis XIII. C'est durant ces années que Morin augmente ses connaissances en astrologie et en astronomie, et qu'il se constitue un réseau serré d'amis et de relations. Quittant le 30 juin le service du duc de Luxembourg, Morin obtient en septembre 1629 la chaire de professeur royal de mathématiques laissée vacante par la mort de David de Saint Clair (dit Sanclarus), promotion que sa vie jusque-là ne laissait pas prévoir.

C'est en accédant à cette chaire du Collège Royal que Morin allait enfin pouvoir se laisser aller à son penchant pour les débats scientifiques et philosophiques. Cette tendance s'était déjà manifestée en 1621

¹³. Ces notes biographiques sont adaptées de la notice que lui a consacré J. Parès, 1976, pp. 8-24.

quant Morin avait réfuté les thèses de François Villon et d'Etienne de Claves qui attaquaient Aristote, Paracelse et les Cabalistes.

En 1631, Morin s'engagea dans une longue polémique sur le mouvement de la Terre contre Gassendi, Mersenne et quelques autres, qui ne prit réellement fin qu'avec la mort de Morin en 1656. Cette querelle dura plus longtemps que celle qui allait s'engager indépendamment sur les longitudes, entre 1633 et 1647.

Son décès lui fut annoncé par une chiromancienne quelques jours auparavant, confirmant ce que lui-même avait lu dans les astres. Morin put alors mettre de l'ordre dans ses affaires et ses papiers avant de mourir le 6 novembre 1656.

La querelle des longitudes (1633-1647 environ)

Après avoir publié en 1633 sa *Trigonometria canonica*, Jean-Baptiste Morin présente la même année à Richelieu un développement de la méthode lunaire pour la DLM, un savant mélange des méthodes des distances et des hauteurs sur lequel il travaille depuis longtemps¹⁴. Morin avait fait imprimer une affiche dans laquelle il clamait avoir découvert le secret des longitudes¹⁵, et manifestait son désir de recevoir honneurs et récompenses. Le cardinal de Richelieu ne reçut pas bien Morin, et le fit attendre jusqu'au mois de mars 1634 pour désigner une commission chargée de statuer sur ces propositions¹⁶.

Pour Morin, le secret des longitudes passe par les mouvements de la Lune¹⁷. Il est question dans son mémoire, d'observer simultanément (ou presque) la hauteur de la Lune et celles d'étoiles connues, ainsi que de mesurer leurs distances angulaires mutuelles. Ces observations permettent de connaître la position de la Lune (déclinaison et ascension droite) et d'en déduire les coordonnées de la Lune dans le ciel (latitude et longitude), coordonnées que l'on compare à celles calculées et tabulées pour un lieu de référence, à une heure donnée et que l'on trouve dans les meilleures tables du moment, à savoir les *Tables*

¹⁴. Parès (1976, pp. 25-26) nous apprend qu'il avait avant 1633 donné plusieurs lectures sur ce sujet, confirmant qu'il s'agissait du résultat d'une longue maturation.

¹⁵. Reproduite par Parès, 1976, pp. 26-27.

¹⁶. Parès (1976, pp. 29-30) indique que Morin, astrologue attitré de la Reine-Mère, était son conseiller et participait donc au clan opposé au Cardinal de Richelieu.

¹⁷. Parès, 1976, chap. V, « La science des longitudes de J.-B. Morin. La démonstration et ses suites », pp. 137-226.

Rudolphines de Kepler¹⁸. La différence observée donne la différence des longitudes entre le méridien origine et celui du lieu d'observation.

Morin propose aussi d'autres méthodes, comme d'observer la Lune et une étoile dans le même méridien, ou de mesurer la distance de la Lune à deux étoiles de positions connues ainsi que leur hauteurs.

Seuls deux de ses quatorze problèmes sont retenus pour être employés à la mer. Dans les deux cas, il s'agit d'observer les hauteurs apparentes de la Lune et de l'étoile et de les corriger de la parallaxe et de la réfraction pour obtenir les hauteurs vraies des astres au-dessus de l'horizon (notons qu'il n'est pas question de dépression de l'horizon¹⁹).

a) Problème III²⁰ - La Lune et l'étoile se trouvent dans le même vertical²¹ (en dehors du méridien du lieu impossible à déterminer sur un navire en mouvement). C'est le cas le plus courant en mer. C'est la méthode qui obtient les faveurs de Morin. Il s'agit donc d'une **méthode des hauteurs de la Lune**. Dans cette méthode, on connaît la latitude du lieu, ainsi que les coordonnées de l'étoile (ascension droite et déclinaison) données par l'observation (ce qui est plus simple et plus rapide que de les obtenir par la résolution de triangles sphériques). La résolution de deux triangles sphériques donne l'heure, ainsi que l'ascension droite et la déclinaison de la Lune.

b) Problème VI²² - La Lune et l'étoile sont observées dans une position quelconque. Il s'agit du cas le plus général. Cette méthode permet de mieux cerner en quoi consiste la méthode des distances lunaires chez Morin.

Après avoir obtenu les hauteurs vraies des astres, la distance vraie Lune-étoile est calculée par la résolution du triangle sphérique zénith-Lune-étoile (voir Figure III.1.1).

¹⁸. Voir supra, chap. II.1 et infra, chap. IV.1 pour les tables et éphémérides de la Lune.

¹⁹. Voir supra, chap. II.1.

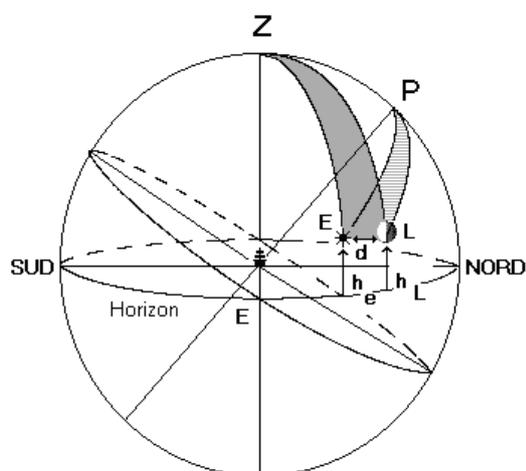
²⁰. Parès, 1976, p. 141.

²¹. « Nous appellerons vertical un cercle allant ainsi du zénith au nadir, de quel côté qu'il soit » [Lalande, 1795, art. 10, p. 4]. Lalande donne ailleurs une définition plus précise : « le VERTICAL D'UN ASTRE est un grand cercle qui, partant du zénit, descend perpendiculairement à l'horizon et passe par le centre de l'astre. On se sert des verticaux pour marquer les hauteurs, parce que la hauteur d'un astre au-dessus de l'horizon n'est autre chose que l'arc du vertical, compris entre l'astre et l'horizon [...] » [Lalande, 1795, art. 174, p. 58].

²². Parès, 1976, pp. 142-144.

Figure III.1.1 : Résolution du triangle sphérique Zénith-Lune-Etoile. (voir aussi chap. II.1).

Z représente le zénith ; P le pôle ; L est la Lune ; E est une étoile ; h_e et h_L sont les hauteurs observées (apparentes) des astres. La méthode des distances lunaires envisagée du point de vue des hauteurs peut exiger la résolution d'au moins deux triangles sphériques, ZPE et ZPL. Dans sa version la plus courante, l'observateur doit résoudre le triangle ZEL.



Au contraire de ce qui se passera à partir des années 1754 avec Lacaille, le calcul ne s'arrête pas là. Chez Morin, la résolution de quatre triangles sphériques donne l'heure, la distance de l'étoile au méridien et le temps sidéral, les coordonnées de la Lune (ascension droite et déclinaison) pour l'heure de l'observation.

La différence en longitude est alors obtenue en comparant les coordonnées de la Lune. Les tables donnent l'heure à laquelle les coordonnées sont identiques sous le méridien de référence. la différence de cette heure et de l'heure locale donne la différence de longitude (après conversion de l'heure en degrés)²³.

²³. Parès, 1976, p. 145.

Là où, après Lacaille et Borda, la distance vraie de la Lune est le véritable objet du calcul et le moyen de déterminer la différence de longitude en comparant les distances observée et tabulée, elle n'est chez Morin qu'un intermédiaire du calcul qui conduit aux coordonnées de la Lune. C'est la comparaison de ces coordonnées qui, calculées et tabulées dans tous les *Almanachs* ou *Etrennes* ou autres éphémérides de poche, conduisent à la différence de longitude entre le méridien de référence et le méridien de l'observateur²⁴.

Il était de toute manière hors des compétences des calculateurs à cette époque de se lancer dans le calcul de distances angulaires à l'image de ce qui se fera dans le *Nautical Almanac* pour 1767 par Maskelyne, suivant les idées de l'abbé Lacaille.

Comme l'a particulièrement bien montré Jean Parès sans toutefois suffisamment le souligner, **la méthode des distances que la tradition historique attribue à Morin, n'est en fait qu'une méthode des hauteurs.**

Les propositions de Morin contiennent le germe de toutes les prétendues nouvelles méthodes qui seront proposées tout au long du XVIII^e siècle : passages de la Lune et des étoiles au méridien (problèmes II, IV, V, VII de Morin), détermination du nonagésime (problèmes IX à XIV de Morin), distances luni-solaires (problème VIII adapté du problème VI pour les hautes latitudes où le Soleil est visible six mois durant). Les deux problèmes présentés contiennent les distances luni-astroles et le calcul de l'angle horaire.

Le problème de la détermination de l'heure en mer par l'observation de la hauteur d'une étoile ou du Soleil est aussi indiqué dans le texte de Morin²⁵.

Exploitant aussi d'autres données qui figurent dans les tables de l'époque, la parallaxe de la Lune, les réfractions, — développant de véritables théories de ces deux dernières —, l'inclinaison de l'orbite lunaire,

²⁴. Souligné par nous.

²⁵. Voir infra, chap. III.3, où est indiquée une opération graphique proposée par le P. Hoste en 1692, puis par Bouguer en 1753, conduisant à trouver l'heure locale rapidement par la simple observation de la hauteur d'un astre.

les noeuds, la latitude écliptique de la lune, il fournit ainsi des moyens cohérents et recevables pour réformer les tables des planètes et de la Lune²⁶.

Les sept commissaires nommés²⁷ signent un premier jugement favorable le 1^{er} avril 1634. Mais conduits par Midorge, ils se rétractent quelques jours plus tard entraînant de fait une controverse qui dura près de douze années, relatée par J. Parès dans sa thèse²⁸. Les critiques formulées par les commissaires à l'encontre des méthodes proposées par Morin étaient leur absence d'originalité — déjà Pierre Apian et Gemma Frisius les avaient suggérées²⁹, expliquent-ils — et que, finalement, ni les instruments d'observation, ni les tables de la position de la Lune n'étaient encore suffisamment précises pour les appliquer de façon bénéfique à la navigation de l'époque. Ces critiques sur le fond s'accompagnaient d'envies et de jalousies de la part de certains commissaires qui voulurent faire passer Morin « *pour un ignorant, fourbe et imposteur* »³⁰. Pierre Hérigone, le premier, le diffâma dès 1634 dans son *Cours de mathématiques* paru à Paris, si l'on en croit Pingré³¹. Suivirent des échanges souvent injurieux par l'intermédiaire de plusieurs publications dont on trouvera le détail et des exemples tout au long de la thèse de Jean Parès. Attaqué sur les conditions pratiques de sa méthode, Morin répondra sur le plan théorique, refusant de considérer le reste, qualité des instruments et des tables requises, accentuant ainsi les conditions de la polémique.

C'est avec le P. Dularis, récollet, que la querelle fut la plus sauvage. Encore « *un peu jeune en mathématiques* » écrit Pingré (op. cit.), il attaqua Morin en 1647 dans une réfutation de sa *Science des Longitudes*. Morin répondit par l'invective la plus débridée dont voici un bel exemple :

²⁶. Parès, 1976, p. 82.

²⁷. Commission composée de l'abbé de Chambon, le président Pascal, Midorge, Boulanger, Hérigone (mathématiciens), et de deux marins, le chef d'escadre Mantiz et de Beaulieu l'aîné, Capitaine de la Marine [Parès, 1976, pp. 30-31].

²⁸. Parès, 1976.

²⁹. Pierre APIAN, 1544, *La Cosmographie de Pierre APIAN, traduite en françois[...] et par GEMMA [...] avec d'autres livres du mesme Gemma*, Anvers ; chap. X, fo. XIII.

³⁰. Cité par Parès, 1976, p. 36.

³¹. Pingré, 1768, p. 10-13 sur les polémiques autour de Morin.

Le P. Dularis, comme les enfans d'Israël, regrettant les chairs, les aulx et les oignons de l'Egypte, s'ennuyant de viande céleste, a voulu encore repâître son esprit de choses mondaines, & mesme exposer sa vie pour satisfaire à ses curiosités³².

A la fin du XVIII^e siècle, justice sera rendue à Morin. En effet, les astronomes nous explique Lalande, emploient des méthodes qui sont très inspirées de celles que Morin a développées. On trouvera aussi en 1775 chez le P. Pezenas, de beaux éloges du travail de Morin regardé comme une source de forte inspiration pour tous les travaux effectués au XVIII^e siècle³³. Dans ses *Nouveaux essais pour déterminer les longitudes en mer*, le P. Pezenas insiste sur l'influence de Morin sur les travaux de tous ses successeurs. N'écrit-il pas, à propos de la correction des observations par la parallaxe de hauteur :

Je n'ai encore trouvé aucun Astronome qui n'ait cru cette précaution nécessaire pour réduire les distances apparentes aux distances vraies de la Lune aux étoiles. Ils ont été sans doute séduits par l'autorité du celebre M^r. Morin, chez qui les Savans paroissent avoir puisé leurs meilleures méthodes. Il dit expressément dans son excellent Traité, intitulé : *Scientia Longitudinum*, qu'il n'est pas possible de trouver les vraies distances de la Lune aux étoiles, sans l'intervention des hauteurs de la Lune & des étoiles pour pouvoir délivrer ces distances apparentes des erreurs de la parallaxe [...]³⁴.

Outre l'exagération des propos de Pezenas qui dit n'avoir rencontré aucun astronome soucieux d'introduire la parallaxe de hauteur dans la réduction des distances — Lacaille pratiquait ces corrections dans ses calculs en 1754 (voir plus loin), ainsi que Maskelyne et quelques autres —, le témoignage de Pezenas est précieux en ce qui concerne la marque de l'empreinte des travaux de Morin dans cette seconde moitié du XVIII^e siècle. Pezenas citera même Halley; nous y reviendrons par la suite.

Il est évident que les difficultés se dressant devant la méthode des distances lunaires étaient alors insurmontables :

³². Cité par Pingré, 1768, p. 13.

³³. Pezenas, 1775, *Histoire critique de la découverte des longitudes*, Avignon.

³⁴. Pezenas, 1768, p. 21.

(a) déficience des instruments de mesure et précision insuffisante sur les distances angulaires mesurées ; il faudrait ajouter l'absence d'horloges satisfaisant aux conditions requises pour la DLM (stabilité, insensibilité aux chocs, variations de température, hygrométrie, etc.) ;

(b) impossibilité de prédire correctement les mouvements de la Lune (voir infra, partie IV) et donc de disposer de tables fiables. L'erreur dans les tables de Copernic atteint parfois 1° (Parès, 1976, p. 66) ;

(c) impossibilité de disposer de tables de positions des étoiles brillantes avec la précision suffisante.

Toutes ces difficultés rendent la méthode des distances impraticable à l'époque.

Le principal obstacle est bien la précision des tables de la Lune. Chez Tycho Brahé à la fin du XVI^e siècle, les erreurs des tables atteignent parfois 100' (supérieures à 1°). Les *Tables Rudolphines* que Kepler publie en 1627, peuvent s'écarter des positions vraies jusqu'à 11' (selon Thomas Streete, cité par Parès, p. 67). Les tables de Halley à la fin du XVII^e siècle comportent encore des erreurs fréquentes de l'ordre de 8', pouvant aller jusqu'à 12'. Or l'objectif à atteindre est terrible : **l'astronome doit parvenir à prédire la position de la Lune avec une précision de l'ordre d'une minute d'arc pour que le navigateur puisse espérer obtenir une longitude à un degré près seulement (soit une position donnée à 110 km près à l'équateur, ou 75 km sous nos latitudes !), et encore à condition de ne pas faire trop d'erreur sur les hauteurs des astres observés.**

Morin n'est pas dupe des problèmes posés par les tables astronomiques. Dans son *Astronomia*, il s'était habilement interdit de mettre en pratique ses méthodes tant que les tables astronomiques ne seraient pas reconnues exactes³⁵. En 1647, il revint sur cette précaution dans sa *Science des longitudes* :

Deux principales choses me [retinrent] à ne m'hazarder de la mettre en pratique sur Terre ou sur Mer. La première fut l'imperfection des Tables du mouvement du Soleil des Estoilles et surtout de la Lune [...] La seconde raison principale est qu'ayant démontré publiquement ma science [...] mes démonstrations ayant été approuvées [...] mes commissaires [...] 6 jours après [...] donnèrent une sentence diamétralement contraire à

³⁵. Parès, 1976, p. 162.

la première [...]. Moi donc [...] j'eusse été bien simple et dépourvu d'esprit d'aller en mer hazarder ma vie sur la foy et la conscience de telles personnes³⁶.

A la suite des travaux de Morin, les bases du calcul astronomique pour les longitudes sont donc précisées, et depuis Gemma Frisius on a fait de réels progrès. Nous suivons Jean Parès lorsqu'il note que, sans être un grand génie de l'astronomie, mauvais observateur et mauvais praticien, Morin a eu de bonnes idées, et qu'il s'y est tenu. Morin a introduit l'idée de la nécessité de corriger les observations de la parallaxe de la Lune dont il a fait une bonne théorie (remarquée par Delambre), et de la réfraction (moins bien traitée par lui mais il s'agit là d'une difficulté dans les recherches astronomiques au XVII^e siècle).

I.5. Le cas HALLEY (1656-1742) : le saros et les distances lunaires

Le premier chapitre de la quatrième partie (chap. IV.1) traite plus longuement des travaux de Halley sur les tables de la Lune. Il n'est ici question que de dégager le contexte dans lequel Halley propose une méthode des distances lunaires. Notons qu'une certaine confusion au sujet de cette méthode semble perdurer depuis le XVIII^e siècle comme il sera montré plus loin³⁷.

Le premier voyage que Halley effectue en 1676 à l'île de Sainte-Hélène pendant trois mois, alors qu'il n'est âgé que de 20 ans, marque le début de ses réflexions sur les méthodes lunaires de DLM et la détermination des erreurs des tables de la Lune à l'aide du *saros*, cycle de 223 lunaisons à l'issue duquel les inégalités du mouvement de la Lune sont censées se reproduire (voir infra, chap. IV.1). Reprise en 1682, cette idée sera activement poursuivie par Halley et constituera son programme personnel de recherche lorsqu'il deviendra Astronome Royal à Greenwich en 1720, succédant à John Flamsteed, premier Astronome Royal nommé en 1675.

C'est en 1688 que le mouvement de la Lune s'affirme dans son esprit comme l'unique moyen pratique de déterminer les longitudes en mer³⁸. Ses réflexions sur ce problème seront indissociables de celles qu'il

³⁶. Cité par Parès, 1976, n.1, pp. 162-163.

³⁷. Howse, 1980, p. 62. Dans les actes du colloque *The Quest for Longitude* qui s'est tenu à Harvard en 1993 (Andrewes et al., 1996), le sujet n'est pas abordé. Idem dans Guyot, 1955, p. 12 et dans Marguet, 1931.

³⁸. Cook, 1998, pp. 217-219.

mènera sur l'amélioration des tables de la Lune à partir de la théorie newtonienne. Rappelons qu'à cette même époque, Halley est l'éditeur des *Principia* de Newton³⁹.

Dans les années 1698 à 1702, Halley navigue et travaille au moyen de déterminer les longitudes à l'aide de la boussole et de la déclinaison magnétique.

En 1731, Halley suscite l'intérêt chez certains astronomes (comme Le Monnier) et marque l'histoire de la navigation astronomique, en publiant dans les *Philosophical transactions* un mémoire intitulé, « A Proposal of a Method for finding the Longitude at Sea within a Degree, or twenty Leagues [...] »⁴⁰. Dans ce texte, véritable plaidoyer pour sa méthode de correction des tables de la Lune sur le cycle du *saros*, Halley affirme sa préférence pour les méthodes lunaires sans particulièrement traiter de distances lunaires. Il ne discourt dans ce mémoire que des occultations d'étoiles par la Lune pour la détermination des longitudes, comme unique moyen fiable de contrôler les positions de la Lune. Il admet que selon son procédé de correction des tables de la Lune, la position de cet astre peut être donnée à 2' près, ce qui suffit pour obtenir la longitude à un degré près (soit 20 lieues marines à l'équateur⁴¹).

Notons que la confusion au sujet d'une méthode des distances est entretenue chez Howse par exemple⁴², qui écrit que Halley « *first recommended that the navigator should make use of that special case of the lunar distance when the Moon actually passes in front of, or very close to, the star (the technical terms for which are occultation, and appulse) [...]* ».

Selon Delambre⁴³, c'est dans un commentaire ajouté par Halley à son édition des *Tables Carolines* de Thomas Streete⁴⁴, qu'il faut chercher sa méthode de distances lunaires. Mais dans ce commentaire il n'est question, comme en 1731, que d'occultations ou d'appulses d'étoiles par la Lune.

³⁹. Voir infra, chap. IV.1, dans lequel nous montrons que les tables newtoniennes de la Lune ne doivent rien à la théorie de la Gravitation.

⁴⁰. Halley, 1731.

⁴¹. 1 lieue marine = 3 milles marins (1 mille = 1,852 km) [Brassier, 1998]. C'est-à-dire une position à 111 km près à l'équateur.

⁴². Howse, 1980, p. 62.

⁴³. Delambre, 1827, HA 18, note pp. 614-615.

⁴⁴. Delambre nous indique la date de 1710 mais l'édition date de l'année 1716 : Streete, Th., 1716, *Astronomia Carolina, 3rd ed. corr. to which is added a series of observations on the planets, chiefly of the Moon [...] in order to find out the Lunar theory a posteriori. Being a proposal how to find the longitude &c. By Dr. Edmund Halley*, London, Briscoe and Savile [Cook, 1998, p. 520]. Voir aussi Turner, A.J., in Andrewes (dir.), 1996, p. 123, note 52 : Appendice à

Seul le P. Pezenas⁴⁵, à notre connaissance, a présenté et commenté une méthode de distances lunaires de Halley à de nombreuses reprises, parfois de manière confuse et contradictoire⁴⁶. Pezenas insiste tout d'abord sur l'influence des écrits de Morin sur les recherches de Halley dans le même ouvrage déjà cité plus haut :

Son autorité en a imposé même au D^r. Halley, l'un des plus grands Astronomes du siècle passé (sic), qui dit expressément dans l'exposition de sa méthode, qu'on ne peut pas déterminer assez exactement la vraie distance de la Lune à une étoile, si l'on n'a pas leurs distances au zenith, lorsque les hauteurs des deux astres sont fort inégales⁴⁷.

Cette méthode, dite de Halley, consiste à n'envisager que la seule observation de la distance apparente de la Lune et de l'étoile. Pezenas la commente amplement dans son *Astronomie des marins* et lui consacre une longue discussion⁴⁸ lors de la résolution de son problème IV⁴⁹ : *L'heure étant donnée avec la seule distance d'une étoile connue au bord éclairé de la Lune, trouver la longitude du lieu de l'observation.*

Pezenas vante l'avantage de cette méthode, remarquant qu'elle ne nécessite qu'une seule observation. Mais il en souligne aussi les inconvénients. Selon Pezenas, d'abord elle exige des observations quasi-simultanées des hauteurs, ensuite la distance n'est pas si précise si les astres ont des hauteurs trop différentes, enfin elle introduit le calcul de la latitude, donnée beaucoup moins précise dans les tables ordinaires de la Lune. C'est dans ce commentaire que Pezenas s'affirme dans la lignée de Lacaille, ouvrant

l'Astronomia Carolina de T. Streete : *A New Theory of Cælestial Motions* par Halley (2^{de} édition, corrigée, Londres, 1710, p. 46).

⁴⁵. Le P. Esprit Pezenas (1692-1776), professeur royal d'hydrographie et astronome à Marseille de 1728 à 1749, puis directeur de l'Observatoire Royal de la Marine à Sainte-Croix à Marseille, de 1749 à 1763. Nous revenons dans le chap. III.2 sur l'activité scientifique de cet astronome jésuite méconnu.

⁴⁶. Notamment dans trois ouvrages : *l'Astronomie des marins* (Avignon, 1766, pp. 279 et suiv.; pp. 301 et suiv.); les *Nouveaux essais pour déterminer les Longitudes en mer* (Avignon, 1768) ; *l'Histoire critique de la découverte des longitudes* (Avignon, 1775, pp. 45-60).

⁴⁷. Pezenas, 1768, p. 21. Pezenas avait très tôt pris connaissance du travail de Halley, dans une lettre datée du 18 février 1735 que lui avait adressée de Saint-Omer le P. Jésuite Christophe Maire [OP, A 4.2, fol. 36, 21, P]. Maire dressait alors régulièrement pour Pezenas le contenu des *Philosophical Transactions* que notre hydrographe Marseillais ne pouvait alors se procurer, faute de moyens matériels suffisants (sa pension de professeur d'hydrographie s'élevait alors à 600 Livres [AN, MAR, C².61, fol. 53v^o] et ne couvrait pas ses dépenses d'équipement en instruments d'observation. Voir Boistel et Caplan, « L'Observatoire des Jésuites de Sainte-Croix sous la direction du P. Pezenas, 1728-1763 », étude à paraître). Dans cette lettre, Maire fait le bilan des travaux de Halley sur les tables de la Lune, les essais pour les longitudes en mer et le nouvel octant de Hadley. Autant de sujets d'études qui seront repris par Pezenas dans les années 1750 à 1775.

⁴⁸. Pezenas, 1766, « Remarques sur cette méthode de M. Halley », pp. 305-306.

⁴⁹. Pezenas, 1766, p. 301 et suiv.

les débats entre méthode directe et méthode indirecte. En effet, suivant en cela Lacaille, Pezenas regrette que la méthode de Halley introduise la longitude estimée du navire. C'est une méthode dite de « fausse position » ou d'approximation, employée par Le Monnier et Pingré dans le calcul de l'angle horaire et qui déplait fortement à Lacaille. Comme nous le verrons dans le chapitre suivant (chap. III.2), cette disposition fut l'un des objets des débats et de quelques confusions. De plus, dans la pratique, on ne pouvait éviter d'observer les hauteurs apparentes de la Lune et de l'étoile afin de résoudre le triangle sphérique Lune-Zénith-Etoile, les hauteurs apparentes permettant d'obtenir les distances zénithales des deux astres observés. Lacaille, Lalande, Pingré, Maskelyne et le P. Pezenas sont engagés à distance dans ce débat et ces polémiques.

Notons que dans son *Mémoire sur les longitudes en mer* lu en 1759, Lacaille ne parle que du procédé de Halley de corrections des tables de la Lune, et n'évoque aucune autre prétendue méthode de Halley⁵⁰. Par ailleurs comme l'indique Marguet, Lacaille avait depuis longtemps réfléchi aux propositions de Halley et avait envisagé, bien avant de partir au cap de Bonne-Espérance, la méthode des distances lunaires comme seul moyen praticable en mer⁵¹.

Halley semble donc le premier à avoir réellement testé en mer une méthode des distances lunaires lors de ses voyages vers Sainte-Hélène à la fin du XVII^e siècle, à une époque où elle ne pouvait pourtant pas encore fournir de résultats très précis. Un premier tri dans les écrits du P. Pezenas et au travers de ses confusions⁵², conduit à penser que **la méthode de Halley n'est qu'une variante de la méthode des hauteurs de Morin, où la distance n'est finalement qu'un intermédiaire du calcul.**

Les astronomes et les navigateurs disposent donc au début du XVIII^e siècle de méthodes avancées nécessitant la résolution de triangles sphériques par de longs et complexes calculs dont la précision est fonction, outre celle des instruments de mesure des angles, de celle sur la position de la Lune qui figurent dans les tables disponibles à l'époque : les *Tables Carolines* de Thomas Streete, révisées par Halley, les tables newtoniennes de Halley (voir infra, chap. IV.1).

⁵⁰. Lacaille, 1759, Mém., pp. 65-67.

⁵¹. Marguet, 1931, p. 224. C'est aussi ce que rapporte le P. Carlier (1763) dans son éloge de Lacaille. Nous avons déjà signalé dans le chap. II.1 que Lacaille avait voulu insérer un article sur ce sujet dans les EMC en 1743.

⁵². Pezenas, 1766, 1768, 1775 pour les sources imprimées et 1768 (a, b, c) et 1771 (a, b, c) pour les sources manuscrites.

II. L'EXPÉRIENCE DES OFFICIERS SAVANTS : CHABERT ET D'APRÈS DE MANNEVILLETTE

Au contraire de ce que laisse entendre l'ouvrage de Guyot, et dans une moindre mesure celui de Marguet, les astronomes ne sont pas les seuls à réfléchir au développement des méthodes lunaires. Leurs travaux dépendent grandement de l'expérience de certains marins qui réfléchissent aux méthodes ainsi qu'aux instruments. Deux marins s'imposent par leurs essais en mer contemporains des travaux des astronomes : le marquis de Chabert et d'Après de Mannevillette.

II.1 LE MARQUIS DE CHABERT ET LES OBSERVATIONS ASTRONOMIQUES

II.1.1. Éléments biographiques

Joseph-Bernard Cogolin, marquis de Chabert (Toulon, 28 fév. 1724 - 2 déc. 1805) ; Capitaine des Vaisseaux du Roi, membre de l'ARM, FRS. Sa carrière académique s'établit comme suit : associé libre surnuméraire, le 6 septembre 175 ; associé libre le 7 janvier 1759 (rempl. de Vallière décédé) ; associé libre le 23 avril 1785 (suite à la réorganisation de 1785).

Les activités scientifiques et astronomiques de Chabert débutent à la fin des années 1740. En 1748, Chabert est très actif en ce qui concerne le problème des longitudes. En février 1748, il dépose à l'académie son mémoire sur la longitude de Buenos-Aires que nous étudions plus loin. Le 30 août de cette même année, Chabert, alors enseigne de vaisseau, envoie au ministre de la Marine Maurepas une lettre de quatre pages, intitulée « *Projet d'observations astronomiques pour constater la position de l'entrée du Golphe de St Laurent, des isles Roïale de Terre-Neuve, de Sable et des cotes de l'Acadie* »⁵³. Chabert suggère une rectification des cartes nautiques. A cet effet, il se propose d'employer toutes les techniques connues pour les longitudes : éclipses de Soleil ou de lune, satellites de Jupiter, occultations d'étoiles par la lune, **distances de la Lune aux étoiles**, et de les vérifier les unes par les autres quand c'est possible, explique-t-il. En conséquence, Chabert demande à Maurepas une autorisation d'embarquement comme enseigne à bord d'un navire se rendant à Louisbourg, puis le commandement d'un bateau pour Terre-

⁵³. AN, MAR, 3 JJ 49, pièce 37, n°1.

Neuve. L'affaire est suivie par Maraldi qui compare les observations de Chabert avec celles faites à Paris. Cette comparaison est en faveur des observations de Chabert jugées très bonnes par Maraldi. Le voyage est alors encouragé par Maurepas. Il sera suivi par Rouillé quand celui-ci remplace Maurepas en 1749, et par le nouveau directeur du Dépôt de la Marine, Barrin de La Galissonnière⁵⁴.

Ayant attendu à Toulon l'ordre de départ, Chabert embarque le 29 juin 1750 et vogue vers Louisbourg⁵⁵. Rouillé lui accorde toutes les aides possibles pour qu'il puisse mener à bien ses observations astronomiques, à une époque où ce ministre, favorable à l'essor des sciences nautiques, favorise aussi le voyage de Lacaille vers le cap de Bonne-Espérance.

De retour à Toulon le 7 novembre 1751⁵⁶, Chabert écrit le compte rendu de ce voyage d'étude, publié à Paris en 1753, sous le titre *Voyage fait par ordre du Roi en 1750 et 1751 dans l'Amérique septentrionale pour la rectification des cartes [...] et pour en fixer les principaux points par des observations astronomiques*, (Paris, Impr. Roy., in-4°).

Les compétences de Chabert sont reconnues par les académies scientifiques. Il est fait membre de l'Académie de Marine à Brest en 1752, nommé académicien ordinaire. En 1758, il est élu associé libre de l'Académie Royale des Sciences de Paris, reconnaissance suprême de ses talents. Il sera à nouveau membre de l'académie brestoise lors de la réorganisation de l'ARM en 1769. En 1782, Chabert en sera fait académicien honoraire. Dès la fin 1758, Chabert remplace fréquemment à la direction du Dépôt de la Marine, Maximim de Bompar souvent absent pour service en mer ; Chabert est alors sous-inspecteur du Dépôt, nommé le 20 octobre 1758⁵⁷. Capitaine attaché à la Compagnie des Gardes du Pavillon et de la Marine à Toulon, Chabert dirige entre 1765 et 1769 de nombreux travaux hydrographiques destinés à améliorer la cartographie de la Méditerranée. Le 2 avril 1771, alors capitaine de frégate, Chabert est nommé commandant de *la Mignonne* pour une expédition chargée d'opérations astronomiques et hydrographiques. Cette frégate emporte à son bord une montre de Berthoud. La campagne s'achève en novembre. A son retour, Chabert est nommé capitaine de vaisseau⁵⁸.

⁵⁴. Lamontagne, 1961a, pp. 19-26.

⁵⁵. Allard, 1977, p. 99. Lamontagne, 1964, pp. 115-119. Quérard, II (1828), p. 109.

⁵⁶. Lamontagne, 1964, p. 119.

⁵⁷. AN, MAR, C⁷.58; voir Chapuis, 2000, p. 165.

⁵⁸. Doneaud, 1880, LXIV, p. 61.

Ses multiples travaux hydrographiques le confirment comme un personnage clef du Dépôt des journaux, cartes et plans de la Marine⁵⁹. En 1774, Chabert reçoit 3000 Livres pour son grade de Capitaine de vaisseau et 3000 Livres pour son poste de premier Inspecteur du Bureau des cartes, plans et journaux de la Marine. Il devient Inspecteur titulaire en février 1775. Il est Inspecteur général en titre au 11 mai 1776. Il occupe alors le poste le plus élevé du Dépôt de la Marine. Lors de ses absences pour service en mer, il est secondé par Claret de Fleurieu, nommé inspecteur adjoint le 15 mai 1776. Ce tandem d'officiers savants dirigera le Dépôt de la Marine jusqu'à la Révolution, confortant l'orientation scientifique de cette institution⁶⁰. Au 1^{er} avril 1780, Chabert reçoit au total 9000 Livres d'appointements pour ses diverses fonctions et charges.

Lorsqu'il n'est pas en mer, Chabert se charge de l'envoi de la CDT dans les différents ports⁶¹. Rappelons que depuis 1769, le Dépôt de la Marine est chargé de la distribution de la CDT⁶².

Consacrant sa longue carrière au service de la Marine et de l'astronomie nautique, Chabert profite des expéditions militaires et guerrières pour poursuivre ses travaux scientifiques⁶³. Citons entre autres, son embarquement sur *Le vaillant* en 1778-1779, au sein de l'escadre du comte Jean-Baptiste d'Estaing (1729-1794), et un voyage à bord du *Saint-Esprit* en 1781 et 1782, dans l'escadre du comte François de Grasse (1722-1788), pendant lequel il détermine la longitude de Chesapeake. A son retour il lit à l'Assemblée publique de l'Académie parisienne à Pâques 1783, un mémoire sur l'emploi des horloges marines pour la DLM, *Mémoire sur l'usage des horloges maritimes, relativement à la navigation et surtout à la Géographie*⁶⁴. Dans ce texte, Chabert fait l'éloge de l'emploi des horloges marines pour la navigation et la DLM. Il en souligne le confort et la simplicité des calculs qui en résulte. Il explique par ailleurs que lors de la campagne du comte d'Estaing, les longitudes qu'il déterminait au moyen des montres marines, s'accordaient à 0,25° près avec celles déterminées dans le même temps par Borda, qui observait des distances luni-solaires à l'aide de son cercle répéteur à réflexion⁶⁵. L'estime habituelle des pilotes se trouvait souvent fautive de près de 6 degrés en longitude lors des comparaisons avec les

⁵⁹. AN, MAR C².117 (Etat des appointements pour la période 1761-1774). AN, MAR, C².47 (voir supra, chap. I.2).

⁶⁰. Voir Chapuis, 2000, pp. 220-226.

⁶¹. Voir supra, chap. II.3 pour la diffusion de la *Connaissance des Temps*.

⁶². voir supra, chap. I.2 et II.3. Chapuis, 2000, p. 166.

⁶³. Gillet, 2000, pp. 72 et suiv.

⁶⁴. HARS 1783 (Paris, 1786), Mém., pp. 49-66.

⁶⁵. Chabert, 1783, pp. 51-52.

observations astronomiques ou chronométriques. Ces comparaisons confirmaient le succès indéniable de la « nouvelle navigation », et prouvaient aussi le bon comportement des horloges marines à la mer. Ce même texte donne des indications sur les pratiques astronomiques de Chabert.

Chabert est promu vice-amiral en 1792. Lors de la terreur, il émigre en Angleterre où il aurait été logé par Maskelyne⁶⁶. Il devient aveugle en 1800.

II.1.2. Chabert : un marin-savant bien entraîné aux observations astronomiques

Très tôt remarqué pour la qualité de ses observations astronomiques et ses compétences scientifiques, Chabert se voit confier de nombreuses missions scientifiques et hydrographiques par le ministre de la Marine. Son intense activité scientifique méritait une étude plus approfondie et un regard quelque peu nouveau.

De ses nombreux voyages et travaux, peut-on retirer l'assurance que Chabert expérimenta en mer les distances lunaires ?

La réponse reste encore incertaine. Mais sans employer les distances lunaires à la mer, Chabert prépare le terrain pour son utilisation ultérieure par les navigateurs en éclaircissant de nombreux points de calculs. Il est intéressant d'examiner brièvement quelques-uns des principaux mémoires de Chabert.

Son premier travail connu d'astronomie théorique, le *Mémoire sur la Longitude de Buenos-Aires*⁶⁷ présenté en février 1748, souligne les excellentes dispositions de Chabert, alors enseigne des vaisseaux du Roi, dans le domaine du calcul astronomique. Chabert se propose une nouvelle détermination de la différence de longitude entre Paris et Buenos Aires, en étudiant et recalculant les observations anciennes effectuées le 20 août 1708 par le P. Feuillée, minime marseillais. Il conclut à une correction de trois degrés (3° 15") sur les précédentes longitudes calculées par Delisle et Halley. Il est au courant des nouveautés astronomiques. S'il n'est pas question de distances lunaires, Chabert entreprend la correction des tables de la Lune sur le cycle du *saros*, suivant les principes des *Institutions astronomiques* de Le

⁶⁶. Doneaud, 1882, LXXV, p. 165.

⁶⁷. Chabert, 1748. Le mémoire, déposé le 7 février, est présenté à l'ARS le 15 février 1748. Le 24 février, il reçoit l'aval de Bouguer, La Condamine et Le Monnier [PV ARS, 24 fév. 1748, p. 60]. Il est imprimé dans le premier recueil des SAV ETR, I (1750), pp. 411-419. Il existe une copie de ce mémoire versée aux Archives de la Marine [AN, MAR 3JJ 49, pièce 37, datée du 30 août 1748].

Monnier parues à Paris en 1746. On apprend qu'à l'occasion de ce travail Chabert et Le Monnier ont eu des échanges, ce dernier lui communiquant des observations de la Lune.

Le 30 août 1748, fort de la bonne réception de son travail par l'Académie des sciences⁶⁸, Chabert adresse au ministre de la Marine Maurepas une demande d'embarquement comme enseigne de vaisseau, pour un projet de voyage et d'observations astronomiques dans la but de déterminer les positions de l'entrée du golfe du Saint-Laurent et dans diverses îles⁶⁹. Dans cette lettre, Chabert se propose d'employer diverses méthodes de détermination des longitudes et de les comparer entre elles : éclipses (de Soleil ou de Lune), immersions et émergences des satellites de Jupiter, occultations d'étoiles par la Lune, distances lunaires. Ce projet sera accepté et même étendu par Maurepas à une exploration scientifique de plus grande portée, encouragée par son successeur en 1749, Antoine-Louis Rouillé, et par le directeur du Dépôt, Barrin de la Galissonnière⁷⁰.

Dans le compte rendu de son *Voyage fait par ordre du roi en 1750 et 1751 en Amérique Septentrionale [...]* (Paris, 1753) Chabert, exploitant surtout des passages de la Lune au méridien et des occultations d'étoiles par la Lune, emploie indirectement les distances luni-solaires, pour la vérification de ses calculs ou comme calcul intermédiaire (à l'image des calculs de Morin). Bien que les observations soient effectuées à Terre, Chabert confirme ici la supériorité des méthodes lunaires sur les autres. Ce texte constitue certainement un élément déclenchant pour toute la communauté des officiers savants. Ses calculs sont un modèle de clarté et on peut voir dans la disposition de ceux-ci l'origine des planches des manuels de navigation de Pierre Lévêque par exemple. Ce travail, dans son exposé et dans le type de calculs effectués, porte la marque de Le Monnier dont il était proche. On connaît l'opposition de Le Monnier à la méthode des distances lunaires à laquelle il préférerait le calcul de l'angle horaire ou la méthode des hauteurs. Nous reviendrons sur ce sujet dans le chapitre suivant.

L'un des indices confirmant la non utilisation des distances lunaires par Chabert, est fourni par lui-même. Dans l'un de ses derniers écrits, le « *Mémoire sur l'usage des horloges marines, relativement à la*

⁶⁸. PV ARS, 24 février 1748, t. 67, p. 60. Voir HARS 1748 (Paris, 1752), Hist. p. 122.

⁶⁹. AN, MAR, 3 JJ 49, pièce 37 : « Projet d'observations astronomiques pour constater la position de l'entrée du Golphe de St Laurent des isles Roïales de Terre-Neuve, de Sable et des côtes de l'Acadie », lettre de Chabert à Maurepas, de 4 pp., du 30 août 1748.

⁷⁰. Lamontagne, 1964.

navigation [...] » lu à l'assemblée publique de Pâques 1783⁷¹, Chabert explique que sa préférence allait à la détermination de l'ascension droite de la Lune par les passages de la Lune au méridien, observations qu'il ne pouvait effectuer qu'à Terre, et que l'on retrouve dans son *Voyage etc.* de 1753⁷². Nous avons dit auparavant comment lors de la campagne du comte d'Estaing, c'est Borda qui observait les distances luni-solaires pendant que Chabert travaillait sur les montres marines.

II.2 D'APRÈS DE MANNEVILLETTE : LE PREMIER MARIN A EXPÉRIMENTER LES DISTANCES LUNAIRES A LA MER

II.2.1. Éléments biographiques⁷³

Jean-Baptiste Nicolas Denis d'Après de Mannevillette (1707-1780) est l'un des plus fameux officiers de la Compagnie des Indes, basée à Lorient. Marin-savant tel que nous l'entendons, il a contribué aux progrès de la cartographie maritime et de l'instrumentation nautique, ainsi qu'à l'amélioration des méthodes de navigation astronomique. Mannevillette fut pendant quelques années l'un des trop rares marins à pouvoir dresser une carte marine convenable⁷⁴.

Ses premiers travaux datent de 1739 avec une *Description d'un nouvel instrument pour observer la latitude sur mer, appelé le nouveau quartier anglois* (Paris, Lambert, 1739), ouvrage qui fut révisé et augmenté par Gabriel de Bory, autre marin-savant, en 1751 (Paris, Guérin, in-12°), et destiné à observer les longitudes.

Sur ordre de la Compagnie des Indes⁷⁵ pour laquelle il naviguait depuis 1726 — son père était capitaine des vaisseaux de la Compagnie —, il publia en 1745 un *Neptune Oriental*, routier des mers de

⁷¹. Chabert, HARS 1783 (Paris, 1786), Mém., pp. 49-66.

⁷². Chabert, 1783, p. 58.

⁷³. Quérard, I (1827), pp. 76-77; Hoefler, II (1852), p. 932 ; Haudrère, 1997; Filliozat, communications privées; AN, MAR, C⁷.6, et C².287. Nous devons beaucoup de cette partie du travail aux échanges que nous avons eu avec Madame Manonmani Filliozat, archiviste à Saint-Malo, auteur d'une étude biographique sur d'Après de Mannevillette et qui nous a communiqué de précieuses informations. Philippe Haudrère (1989 et 1997) et Oliver Chapuis (2000) fournissent des éléments relatifs aux travaux de Mannevillette dans le domaine de la cartographie maritime.

⁷⁴. Pour la cartographie maritime, voir l'excellente étude d'Olivier Chapuis (2000), ainsi que l'article qu'a consacré P. Haudrère (1997) aux travaux de d'Après de Mannevillette, et bien sûr la thèse de M. Filliozat (1993).

⁷⁵. Voir la thèse d'état de P. Haudrère (1989).

l'Inde⁷⁶, qu'il révisa et qui fut réédité plusieurs fois entre 1775 et 1781⁷⁷. C'est, dans ses versions révisées, l'un des ouvrages hydrographiques les plus importants du XVIII^e siècle concernant la cartographie maritime. La Compagnie lui commanda beaucoup d'ouvrages de ce genre, qu'il effectua lors de ses voyages vers les Indes, notamment dans les années 1750⁷⁸. L'enjeu était de taille : O. Chapuis et P. Haudrère signalent 60 naufrages de vaisseaux de la Compagnie des Indes sur le trajet entre Lorient et l'Océan Indien, entre 1719 et 1770, dont 51 sur un récif : erreurs des cartes et incertitude de la route en sont les raisons⁷⁹.

En 1743, déjà reconnu pour ses qualités scientifiques, il fut élu le 6 mars correspondant de Le Monnier pour l'Académie royale des sciences.

En novembre 1750, commandant *Le Glorieux*, il conduit l'abbé Lacaille au cap de Bonne-Espérance, et effectue en sa compagnie de nombreuses observations astronomiques dans le but de déterminer les longitudes suite à une commande de la Compagnie des Indes. Ayant débarqué Lacaille au Cap en avril 1751, Mannevillette poursuit son périple en 1751 et 1752 à bord du *Treize Cantons*. A son retour il publie une *Carte réduite de l'Océan Oriental depuis le cap de Bonne-Espérance jusqu'au Japon [...]*, qui, même imparfaite, améliore notablement la cartographie de cette espace maritime. Il passa le reste de sa vie à tenter d'améliorer son travail cartographique.

Mannevillette étant placé en situation de retraite en 1761, la Compagnie des Indes créa spécialement pour lui le poste de directeur du nouveau « Dépôt des journaux, cartes et plans relatifs à la navigation des vaisseaux de la Compagnie des Indes » à Lorient — avec une pension de 2400 Livres⁸⁰ —, dont il enrichit le fonds, la gestion et le fonctionnement⁸¹. Olivier Chapuis signale comment Mannevillette, dont l'aptitude à la cartographie maritime était indéniable, fut l'objet de plagiat de la part de l'hydrographe en titre du

⁷⁶. Le *Neptune Oriental* fut publié sous deux formats : 1^o. in-folio avec les textes et les cartes (imprimée en 1745 chez J.F. Robustel); 2^o. in-quarto pour le texte uniquement, *Routier des Côtes des Indes Orientales et de la Chine* (Paris, J.-B. Delespine, in-4^o) [Filliozat, 1993 et communication privée; Haudrère, 1997, 1989].

⁷⁷. L'ouvrage de 1775 est une version compilée de ses travaux antérieurs.

⁷⁸. Voir Filliozat 1993; Haudrère, 1997 pour les contributions de Mannevillette à la cartographie maritime,

⁷⁹. Chapuis, 2000, p. 177.

⁸⁰. AN, MAR, C⁷.6 ; C².47, fol. 19 et 588.

⁸¹. Voir notre annexe sur les savants appointés par la Marine. Le dépôt de Lorient est créé officiellement par la Compagnie, le 20 février 1762. Mannevillette est chargé de centraliser les journaux de bords, d'en extraire les données astronomiques pour la cartographie et de rédiger un modèle de journal. Après le rachat de la Compagnie en 1770, Mannevillette conserve son statut et est nommé Inspecteur et garde du Dépôt de Lorient par ordre du roi au 1^{er} juillet 1770. Les dépôts de Lorient et Paris sont réunis en 1780 à la mort de Mannevillette [Filliozat, 1993, pp. 109-120].

Dépôt de la Marine, Jacques-Nicolas Bellin. Ces deux hommes ne s'aimaient guère. Mannevillette l'accusa de plagiat à plusieurs reprises, en 1739 puis en 1742. Bellin dut retirer ses cartes copiées en 1746, ce qui ne l'empêcha pas de recommencer en 1766⁸².

Une grande partie de la correspondance de Mannevillette existe aux Archives Nationales à Paris ainsi qu'au Service Historique de la Marine à Vincennes, disséminée dans divers recueils et registres de l'Académie de Marine. Nous l'avons consultée pour en extraire le plus d'informations possible sur ses observations astronomiques.

II.2.2. Mannevillette et les distances lunaires

Les premières observations

Les mentions de ses premières observations sont assez fragmentaires. En 1736, navigant sur le *Prince de Conty*⁸³, Mannevillette est chargé de tester un octant pour observer la latitude en mer, probablement par le fabricant d'instruments Le Maire⁸⁴. C'est à la suite de cette navigation qu'est publiée en 1739 une brochure d'instruments Le Maire et signée d'Après de Mannevillette, *Description d'un nouvel instrument pour observer la latitude sur mer*, dans laquelle il décrit l'instrument et en vante la supériorité sur le quartier de Davis. Disposant ainsi d'un instrument qu'il connaît bien, il est apte à observer des distances angulaires entre la Lune et les étoiles ou le Soleil. En 1749, Capitaine du *Cheval[ier]-Marin*⁸⁵, Mannevillette effectue ses premières observations de distances luni-solaires à l'approche du Cap-Vert, les 20 et/ou 21 juin 1749. Mais des doutes subsistent quant à la qualité de ses observations, car son octant de Smith était médiocre⁸⁶ :

⁸². Filliozat, 1993, pp. 118-119; Chapuis, 2000, p. 168.

⁸³. *Prince de Conty* : 600 tonneaux, lancé à Lorient le 26 juin 1732; parti pour les Indes le 11 novembre 1732; rentré d'un cinquième voyage (3 pour les Indes, 1 pour la Chine, le dernier au Sénégal) le 18 septembre 1741; vendu à Nantes, devenu le *Salomon* [inventaire 1978, SHM, Lorient, p. 121].

⁸⁴. Voir Augarde, 1989, pp. 66 et suiv. ;

⁸⁵. *Cheval-Marin ou Chevalier-Marin* ; 480 tonneaux, 18 canons, construit en Hollande; arrivé à Lorient avant le 20 septembre 1748; parti pour le Sénégal le 3 mars 1749; reparti le 21 janvier 1750 pour le Sénégal et l'Ile de France où il désarme le 31 décembre 1750. Ce navire est encore en service dans l'Océan Indien en mai 1751 [Inventaire 1978, SHM Lorient, 95]. [IP 230] - Commandant : d'Après de Mannevillette, pour le Sénégal, parti le 3-3-1749 et arrivé le 27-9-1749 [Inv. , 1978, 38].

⁸⁶. AN, MAR, 4 JJ 66, Journal de Bord du *Cheval[ier]-marin* ; d'après les notes transmises par Mme Filliozat. Mannevillette avait pour habitude dans ses voyages ultérieurs de noter ses observations ou au moins leurs résultats. Or, le

Je m'étois exercé à la pratique [des distances lunaires] pendant le voyage que je fis à la côte d'Afrique en l'année 1749, sur le vaisseau le *Chevalier-marin* que je commandois ; j'en connoissois la facilité, les erreurs qu'on pouvoit commettre, & la façon de les éviter. Le peu de succès de mes premiers essais provenoit de l'instrument que j'avois alors, dont les miroirs n'étoient pas plans, & la graduation défectueuse⁸⁷.

Ces premiers essais suffirent à Mannevillette pour s'autoproclamer le premier marin à avoir employé en mer la méthode des distances lunaires, ce qu'il fait dans deux lettres écrites au secrétaire de l'ARM à Brest, lors du débat sur la nécessité de publier un almanach nautique en 1772 que nous avons évoqué par ailleurs (voir chap. II.3). Il rapporte ses premiers essais de distances lunaires durant l'année 1749 dans une lettre datée du 6 juillet 1771⁸⁸, où il témoigne qu'il a pu obtenir sur la longitude ou la position du navire, des écarts de l'ordre de 20 lieues, et le plus souvent de l'ordre de 5 à 15 lieues. Ce qui était une précision bien supérieure à celle exigée par le prix britannique des Longitudes ! Mannevillette précise qu'il effectuait plusieurs observations, avec des étoiles différentes et qu'il prenait un soin scrupuleux à vérifier les graduations de son octant en comparant mesures, observations et valeurs calculées d'après les tables.

Dans une seconde lettre écrite quelques mois plus tard, le 30 novembre 1771⁸⁹, il se présente à nouveau comme le premier navigateur ayant employé les distances lunaires. Le Bègue, alors secrétaire de l'ARM, lui demande l'autorisation d'imprimer ses observations dans les recueils des mémoires des membres de l'ARM. Mannevillette lui répond :

Quoique je sois le premier navigateur qui ait fait usage avec succès des distances de la Lune au soleil et aux étoiles pour en déterminer la longitude à la mer et que je m'en sois servi dans tous mes voyages depuis 1750. comme mes observations ont été imprimées en partie dans le 4e Vol. des Correspondans de l'Académie de Paris, elles ne peuvent avoir lieu dans ceux que vous faites imprimer [...] ⁹⁰.

Journal de bord du *Chevalier Marin* ne comporte que des hauteurs méridiennes d'étoiles ou des relèvements effectués à l'aide de son octant.

⁸⁷. Mannevillette, 1763, p. 402.

⁸⁸. SHM V, ARM 89, fol. 74-75, de Hennebon, le 6 juillet 1771. L'original de cette lettre se trouve dans le portefeuille ARM 110, *Lettres originales d'Académiciens (1752-1794)*.

⁸⁹. SHM V, ARM 89, fol. 100-101.

⁹⁰. SHM V, ARM 89, fol. 101.

Cette revendication figure aussi dans son recueil de cartes, le *Neptune oriental* (Paris, 1775), selon Marguet⁹¹.

Mannevillette s'entraîne à l'observation astronomique précise et au calcul rigoureux en compagnie de l'abbé Lacaille lors de la traversée qui devait les conduire entre 1750 et 1751 au cap de Bonne-Espérance. Le résultat fut publié avant le retour de Mannevillette en France en 1754, dans le quatrième tome des SAV ETR (Paris, 1753), sous le titre « Relation d'un voyage aux Isles de France et de Bourbon qui contient plusieurs observations astronomiques [...] ». Mannevillette témoigne là de solides compétences dans le calcul astronomique. Nous en détaillerons le contenu dans le paragraphe suivant.

Ses observations sont consignées dans le journal de bord du *Glorieux*⁹² et dans un cahier d'observations conservé aux Archives Nationales que nous présentons ci-après⁹³.

Les manuscrits de Mannevillette aux archives de la Marine

Plusieurs sources manuscrites⁹⁴ ont été identifiées aux Archives de la Marine permettant de mieux juger des très grandes compétences astronomiques de d'Après de Mannevillette.

Les Archives de la Marine conservent deux gros recueils de préceptes du calcul astronomique de la main de Mannevillette, ainsi que de nombreuses observations astronomiques :

(a) AN, MAR, 3 JJ 16, pièce 59 : recueil de 61 ff. (122 pages), comportant des calculs et des observations pour les années 1751 jusqu'à 1757.

Ce recueil est le journal des observations effectuées par Mannevillette entre 1750 et 1757. Il débute le 29 juillet 1750 lors de l'armement du *Glorieux*. Mannevillette décrit les observations effectuées pour la vérification de son octant. Le journal se poursuit avec les observations effectuées à Rio de Janeiro en janvier 1751, au cap de Bonne-Espérance en avril 1751, aux Isles de France et de Bourbon en juin 1751.

⁹¹. Marguet, 1931, p. 226.

⁹². AN, MAR, 4 JJ 78.

⁹³. AN, MAR, 3 JJ 16, pièce 59.

⁹⁴. Les écritures de d'Après de Mannevillette et de Lacaille sont assez proches et ont été au début de nos recherches sources de confusion. Quelques échanges avec Mme Filliozat ont permis de lever les doutes qui planaient encore sur l'attribution de ces manuscrits.

Il donne un long extrait d'un mémoire de Lacaille précisant ses observations de longitude des mêmes îles en 1753. On y trouve aussi les observations effectuées par Mannevillette à l'île de Gorée en janvier 1754, en Chine en octobre 1754, à Canton en janvier 1755 et à Madagascar en juillet 1757, à l'issue desquelles il conclut au plein succès de la méthode des distances lunaires.

(b) SHM V, SH 53 (Ms s.l.n.d.), *Principes du calcul astronomique provenant du cabinet de d'Après de Mannevillette*. Ce manuscrit très clair détaille de nombreux points du calcul de la réduction des distances luni-astroales apparentes aux distances vraies dont nous avons donné un large extrait dans les annexes de la thèse.

Il faut ajouter à ces deux recueils de calculs, trois autres manuscrits d'intérêt secondaire pour notre étude :

(c) AN, MAR 3 JJ 13, pièce 12 : *Astronomie et navigation, observations ou opérations diverses (1736) : Extraits des mémoires de l'Académie Royale des Sciences année 1736*.

Nous avons relevé dans ce recueil, une lettre manuscrite intitulée, *Sur la longitude de l'Isle de Bourbon* relatant l'embarquement de Mannevillette sur *Le Penthievre*⁹⁵ en janvier 1740. Mannevillette décrit les observations astronomiques effectuées dans le but de déterminer l'écart en longitude entre les îles de France et de Bourbon. Il s'agit dans ce cas d'observations des éclipses des Satellites de Jupiter faites à Terre, les 17 et 18 août 1740, et le 31 décembre 1741.

(d) AN, MAR, 3 JJ 49, pièce 24 : Mémoire relatant les observations de Mannevillette faites en Chine en octobre 1754. S'il n'y est pas question de distances lunaires, Mannevillette décrit comment il se fait construire une petite tour d'observation, prend des hauteurs méridiennes des astres, mesure la latitude, effectue le contrôle de la marche de ses horloges, attestant ainsi d'un grand scrupule et d'une grande précision dans son travail astronomique.

⁹⁵. *Penthievre* : 600 tonneaux, percé pour 50 canons, construit à Lorient, lancé le 17 juillet 1737; parti pour la Chine le 9 janvier 1738; désarmé au retour de son 4^{ème} voyage (1 pour la Chine, 3 pour les Indes), le 9 novembre 1748 [Inventaire 1978, SHM Lorient, p. 118]. Mannevillette navigue sur le *Penthievre* en 1740 et 1741, année au cours de laquelle à la demande de l'ARS, Mannevillette teste un nouveau loch de Pitot, et conclut à son inutilité. On a de lui des observations datées : le 17 août 1740, à Saint-Denis, observation de l'immersion du premier satellite de Jupiter à l'aide d'un télescope; le 8 décembre 1741, Mannevillette observe une éclipse de Soleil en mer pour observer une longitude, entre Pondichéry et l'île Maurice ; le 31 décembre 1741, à Port-Louis, même observation avec laquelle il corrige la longitude de ces deux îles [Filliozat, 1993, pp. 46-47].

(e) AN, MAR, 3 JJ 410, *Instructions nautiques*. La pièce 3 est un ouvrage imprimé de d'Après de Manneville, de 53 pages provenant de l'Imprimerie Royale, publié à Paris en 1765, et intitulé, *Mémoire sur la navigation de France aux Indes par M. Dapres de manneville, Cap. des Vaisseaux de la Compagnie des Indes & Correspondant de l'Académie royale de sciences*. Il s'agit d'un routier sans conseils de pilotage astronomique⁹⁶.

III. LE VOYAGE DE LACAILLE AU CAP DE BONNE-ESPÉRANCE ET SES RÉSULTATS

III.1 UNE PETITE CHRONOLOGIE DU VOYAGE

III.1.1. L'organisation du voyage de Lacaille au cap de Bonne-Espérance

Des problèmes scientifiques convergents

Les conditions dans lesquelles ce voyage est organisé sont encore l'objet de recherches complémentaires. Mais il est possible d'en dégager le scénario le plus probable. C'est le but de ce paragraphe. On peut toutefois dégager quelques points importants : l'engagement de la Compagnie des Indes et la volonté de Rouillé et de Barrin de la Galissonnière de permettre à Lacaille de faire ce voyage dans les meilleures conditions possibles.

L'incertitude dans laquelle sont les astronomes à la fin des années 1740 vis-à-vis de la parallaxe de la Lune est telle qu'une campagne d'observations sur ce sujet voit peu à peu le jour. Les travaux qu'entreprennent Clairaut, Euler et d'Alembert à partir des années 1743-1747 sur une théorie analytique de la Lune laissent percer l'espoir de tables de la Lune⁹⁷ ayant la précision requise pour l'emploi de la méthode des distances lunaires. Le succès des deux expéditions géodésiques de Laponie (1736-37) et du Pérou (1735-44) confirmant l'hypothèse newtonienne d'une Terre aplatie aux pôles, conduisait tout

⁹⁶. Il s'agit d'une version très édulcorée d'un ouvrage que d'Après de Manneville projetait de faire imprimer et dans lequel il proférait de violentes critiques du travail de cartographie de Bellin en particulier, et du Dépôt des cartes et plans de Paris en général. Le Monnier, chargé par Choiseul d'examiner cet ouvrage — au titre de préposé au perfectionnement de la Marine —, fit tout son possible pour que Manneville retire toutes ces critiques de son ouvrages et lui éviter une censure plus brutale [AN, MAR, 3 JJ 341, div. 11, lettres de Le Monnier reçues par Manneville, pièces 42 à 46, 1764-1765].

⁹⁷. Voir infra, partie IV entièrement consacrée aux recherches sur les tables de la Lune.

naturellement les astronomes et les géomètres à réexaminer les diverses théories sur la parallaxe de la Lune, en tenant compte de l'aplatissement du globe⁹⁸.

Ainsi, en 1749, théories de la figure de la Terre, théories du mouvement de la Lune, du mouvement du Soleil (mouvement apparent du Soleil autour de la Terre), connaissance de la distance Terre-Lune et détermination des longitudes en mer sont, dans l'esprit de plusieurs savants, intimement liées dans leurs progrès respectifs (voir notre discussion infra, chap. IV.2). Le moment était venu d'organiser un tel voyage scientifique. Nous montrons dans le chapitre IV.2, à l'occasion de l'examen des recherches sur la parallaxe de la Lune, comment ce voyage marque le début d'une certaine « internationale de l'astronomie ». L'un des astronomes les plus impliqués dans les progrès de l'astronomie de position était Lacaille. Travaillant simultanément à un vaste catalogue d'étoiles ainsi qu'à une nouvelle théorie et de nouvelles tables du Soleil⁹⁹, gageons qu'il mûrissait son projet d'expédition scientifique depuis longtemps. Mais il fallait un élément déclencheur pour emporter l'adhésion du roi et de l'Académie.

Convergence des intérêts économiques et scientifiques : le rôle de la Compagnie des Indes

Le 19 janvier 1750, la Compagnie des Indes perd l'un de ses plus gros bâtiments dans un naufrage dans la région orientale du cap de Bonne-Espérance. Il s'agissait d'un 70 canons, le *Centaure*, jaugeant 1500 tonneaux en marchandise, parti pour l'Océan Indien le 10 janvier 1746¹⁰⁰. D'Après de Mannevillette s'impose comme l'un des officiers connaissant le mieux cette région et très au fait des méthodes astronomiques. Aussi paraît-il évident que Mannevillette se voit chargé d'une mission d'améliorer la cartographie de cette région de l'Océan Indien et des côtes est-africaines par la Compagnie des Indes :

Les plaintes des Navigateurs touchant les erreurs des Cartes sur la partie de la côte d'Afrique qui s'étend à l'est du cap de Bonne-Espérance, & l'exemple récent du vaisseau le *Centaure*, qui fit naufrage au Cap des Aiguilles au mois de Janvier 1750, ayant fait

⁹⁸. Voir infra chap. IV.2.

⁹⁹. Le début de l'année 1750 est marqué par des interventions très importantes de Lacaille [Taton, 1978b]. Le 7 janvier 1750, il présente une révision des *Eclipses visibles en Europe depuis la Naissance du Sauveur* (dans *l'Art de Vérifier les dates*) qui fait appel à des considérations sur les mouvements de la Lune et du Soleil; et surtout, le 23 juin 1750, Lacaille présente à l'Académie ses deux mémoires *Sur les Elémens de la théorie du Soleil* [HARS 1750 (Paris, 1754), Mém., pp. 11-27 et 295-304].

¹⁰⁰. *Inventaire...*, 1978, SHM Lorient, p. 94. Construit à Lorient, lancé le 17 avril 1745; naufragé au Cap des Aiguilles (Afrique du Sud, Cap de Bonne-Espérance).

connoître à la Compagnie l'utilité d'en faire un examen exprès, elle me confia cette opération, & me donna en conséquence le commandement du vaisseau le *Glorieux*¹⁰¹.

L'opportunité de la mission hydrographique confiée par la Compagnie des Indes à d'Après de Mannevillette se voit ainsi coïncider de la manière la plus heureuse avec le projet scientifique que mûrit Lacaille depuis longtemps. Dans le but de se procurer des instruments d'observation et de se familiariser avec le type d'observation qu'il devra effectuer, d'Après de Mannevillette fait un séjour à Paris entre mai et début juillet 1750, si l'on en croit son propre récit¹⁰².

Très certainement rencontre-t-il Lacaille à cette occasion. Il est difficile de ne pas voir là une forte relation.

Lacaille et Mannevillette se connaissaient-ils auparavant ? Mannevillette était correspondant de Le Monnier pour l'ARS depuis le 6 mars 1743 et n'était donc pas un inconnu pour Lacaille. Remarquons au passage le côté cocasse de l'histoire si on le replace dans le contexte des querelles académiques. Mannevillette et Lacaille se trouvèrent proches sur le plan des méthodes astronomiques, alors même que l'officier de la Compagnie des Indes était le correspondant de Le Monnier, le rival le plus hargneux de Lacaille. Il est vrai qu'à cette époque, la rivalité entre deux des astronomes de l'Académie n'était pas encore trop marquée, l'objet du délit, Lalande, n'étant pas encore entré en scène¹⁰³. De Fouchy n'écrit-il pas que Mannevillette était « *estimé de tous ceux qui sont à portée de connoître son zèle & sa capacité* »¹⁰⁴ ?

Une initiative opportuniste de Lacaille

Prenant le prétexte de deux phénomènes astronomiques rares permettant une bonne détermination de la parallaxe solaire — une opposition de la planète Mars proche de son périhélie et une conjonction

¹⁰¹. Mannevillette, 1763, « Relation d'un voyage aux Isles de France et de Bourbon [...] », SAV ETR, t. IV (Paris, 1763), p. 399.

¹⁰². Mannevillette, 1763, p. 400.

¹⁰³. Voir infra, chap. IV.2 où nous évoquons cette querelle personnelle aux importantes conséquences sur les relations claniques entre astronomes et géomètres au sein de l'Académie. Il faudra compter avec l'opposition des deux clans : Le Monnier-d'Alembert contre Clairaut-Lacaille-Lalande, au moins pour la période 1754 - 1759, Lalande jouant ensuite pour son propre camp.

¹⁰⁴. HARS 1751 (Paris, 1755), Hist., p. 160.

inférieure de Vénus —, il semble que Lacaille ait pris de sa propre initiative de présenter au ministre de la Marine et au roi le projet d'un voyage scientifique au cap de Bonne-Espérance. Elaboré rapidement, vraisemblablement au cours des mois de juin et juillet après avoir rencontré d'Après de Manneville, ce projet se matérialise au cours du mois d'août 1750. David S. Evans (1992) donne la traduction anglaise de quelques précieuses lettres extraites du *Journal des Etats-Généraux* qui n'avaient pas été publiées ailleurs auparavant¹⁰⁵. Le projet de Lacaille est soumis à la Cour de Versailles le 20 août 1750 par le marquis de Puisieux. Afin que Lacaille puisse obtenir des Hollandais l'autorisation de se rendre et séjourner au cap de Bonne-Espérance, une copie du premier mémoire de Lacaille est remise le jour même à l'Ambassadeur des Provinces-Unies à la Cour¹⁰⁶. Le projet est examiné très rapidement, et l'autorisation accordée sans aucune difficulté. La réponse arrive à la Cour avant le 2 septembre.

Court-circuitée, l'Académie des sciences découvre le projet de Lacaille à la séance du 5 septembre 1750. Le ministre d'Argenson en avait été informé deux jours auparavant¹⁰⁷ :

Je joins icy, Monsieur, un Mémoire par lequel le Sr l'abbé de la Caille demande à être envoyé au Cap de Bonne-Espérance pour y faire dif[f]érentes observations astronomiques propres à perfectionner la Géographie et la Navigation, et à procurer des Connoissances plus exactes que celles que l'on a pû acquerir jusqu'à présent pour la détermination des longitudes sur mer. Je vous prie de mettre sous les yeux de l'académie la demande de l'abbé de la Caille et le plan qu'il se propose d'exécuter, afin que je puisse rendre compte au roy de la propositionn et de ce qu'en pense l'académie[...]¹⁰⁸.

Tout va dès lors très vite. Si Lacaille n'avait présenté qu'un humble projet de voyage au cap de Bonne-Espérance, ne demandant que des moyens limités suffisant au « *séjour tranquille* » d'un astronome n'ayant « *besoin d'aucune aide, ni d'aucun instrument supplémentaire* »¹⁰⁹, les autorités vont

¹⁰⁵. Evans (1992), pp. 297-300 ; lettres du 25 août, 17 octobre et 17 novembre 1750.

¹⁰⁶. Evans, 1992, p. 297, *Journal des Etats-Généraux*, lettre du 25 août 1750.

¹⁰⁷. Taton, 1978b, p. 330. Le mémoire autographe de Lacaille de trois pages se trouve dans la pochette de séance du 5 septembre 1750 ainsi que la lettre que d'Argenson adresse à Camus le 3 septembre 1750.

¹⁰⁸. Lettre du comte d'Argenson à Camus (directeur de l'Académie en 1750), de Versailles, le 3 septembre 1750 [pochette de séance du 5 septembre 1750, A.A.S.]. Cette lettre est aussi reproduite dans les registres de l'Académie [PV ARS, 1750, 5 septembre 1750, fol. 408].

¹⁰⁹. *Mémoire sur le projet proposé par le Sr de la Caille, astronome de l'académie royale des sciences*, (6 pp.) adressé par Lacaille à d'Argenson et lu à l'Académie le 5 septembre 1750 [pochette de séance du 5 sept. 1750, fol. 3, A.A.S.].

soutenir le projet, bien au delà des espérances de l'astronome. Soutenu par Duhamel du Monceau, Inspecteur général de la Marine et académicien honoraire de l'ARS, le projet est soumis au ministre de la Marine, Antoine-Louis Rouillé, et au roi. Le ministre l'encourage pleinement et obtient de la Compagnie des Indes à Paris, déjà engagée dans une mission géographique vers le Cap, le permis d'embarquer Lacaille sur l'un de ses navires. Lorsque Lacaille présente son projet à l'Académie le 5 septembre, il sait qu'il a déjà recueilli l'approbation des autorités Françaises et Hollandaises et que l'Académie ne pourra qu'entériner la décision royale :

[...] l'approbation et mêmes les exhortations de plusieurs personnes éclairées auxquelles j'ai fait part de ce dessein, les offres obligeantes de M. D'Après qui se dispose à partir pour les Isles de France et de Bourbon, les Instructions qu'il m'a données sur les circonstances des lieux où je pourrai aller, la confiance que j'avois sur le zèle des personnes qui voudroient bien l'employer pour la réussite de cette entreprise, enfin le désir que j'ai toujours eu de contribuer en quelque chose au progrès de l'astronomie, tout cela me fit dresser il y a quelques semaines un memoire sur l'utilité et la facilité de ce voyage, et par les soins de M. Duhamel, j'ai eu la satisfaction de voir que mon projet a été non seulement approuvé par les ministres, mais encore que M. le Controlleur général et Messieurs de la Compagnie des Indes ont pourvu sur le champ aux moyens de l'exécution [...]¹¹⁰.

Le 17 septembre 1750, une note remise au Dépôt de la Marine et annotée par le ministre de la Marine, confirme l'embarquement de Lacaille sur un navire commandé par Mannevillette. Ce document fournit de précieux renseignements sur le rôle des personnages impliqués dans l'organisation de ce voyage :

En conséquence du présent mémoire, M. de Machault controlleur général des finances a accordé quatre mille livres pour les frais de voyage de l'abbé de la Caille et M. Rouillé secrétaire d'état de la marine a promis sa protection et de suppléer a ce fond s'il n'étoit pas suffisant. M. le M^{se} de Puyseulx secrétaire d'état des affaires étrangères a fait écrire en Hollande pour avoir un passeport ou permission. On espère qu'il sera

¹¹⁰. Lettre de Lacaille lue à l'Académie le 5 septembre 1750 [pochette de séance du 5 sept. 1750, A.A.S.]. Cette lecture n'est pas mentionnée dans les registres de l'Académie. Le 5 septembre, l'assemblée académique est occupée par les comptes de l'Académie, divers remboursements et la distribution de gratifications diverses (Lacaille, Le Monnier, Le Gentil, entre autres, sont concernés) [PV ARS, 1750, t. 69, fol. 408 et suiv.].

accordé d'autant plus facilement que l'intention du stathouder¹¹¹ est d'ériger une école d'astronomie et que le S^r Abbé de la Caille s'est offert d'emmener avec lui un clerc pour cette école et de l'instruire¹¹². M. de Montaran¹¹³ Cont[rôl]eur d'état et 1^{er} Commissaire du Roi pour la Compagnie des Indes, a fait accorder par la Compagnie le passage du S^r abbé de la Caille dans un de ses vaisseaux et la compagnie qui a desjà fait des dépenses pour faire faire des observations par le S^r d'Après, a encore entré dans celles qui sont nécessaires pour celles du S^r abbé de la Caille. C'est M. Duhamel de l'Académie des Sciences et inspecteur général de la marine qui a été le principal solliciteur de cette affaire dont la réussite est intéressante pour tous les navigateurs¹¹⁴.

Initialement prévu pour durer quatorze mois, son programme « *réduit à quatre articles* » était clair et ambitieux : 1°. Déterminer la longitude et la latitude du cap de Bonne-Espérance encore mal connues ; 2°. Déterminer la parallaxe du Soleil (ainsi que celles de Mars et de Vénus) ; 3°. Déterminer la parallaxe de la Lune ; 4°. Et enfin, compléter le catalogue des étoiles boréales et australes jusqu'à la troisième grandeur selon des procédures identiques à celles suivies à son Observatoire de Paris¹¹⁵. L'une des grandes motivations de Lacaille est l'amélioration des méthodes de navigation astronomique, notamment la méthode des distances lunaires sur lesquelles il réfléchissait depuis 1743 (voir ci-après)¹¹⁶. Notons qu'à ce stade du projet, il n'est pas encore question d'opérations géodésiques, ni de figure de la Terre : nulle part dans ces premiers projets n'apparaissent ces termes et ces concepts.

Avant son départ, Lacaille rédige une lettre circulaire destinée à tous les astronomes d'Europe, imprimé in-quarto de quatre pages détaillant les observations à effectuer en simultané avec les siennes, et

¹¹¹. Stathouder était le titre porté par le roi de Hollande. Voir aussi Carlier, 1763, *Journal historique...*

¹¹². Les éléments sont actuellement insuffisants pour dire quoi que ce soit du devenir de cette école d'astronomie. Quant au clerc, quelques indices à confirmer vont en faveur d'un jeune Retail, qui semble être le même que le futur constructeur d'instrument à Lorient en 1771 [ARM 89, 6 juillet 1771, fol. 74-75]. Lacaille mentionne en effet dans son journal avoir travaillé avec un apprenti du fabricant d'instrument Langlois. Mais Retail n'apparaît pas dans les listes d'apprentissage chez Augarde (1989, pp. 66-72). Dans le *Journal Historique...* (Carlier, 1763, p. 45-46), il est fait mention d'un assistant; est-ce Poitevin, nom mentionné p. 180 lors des opérations géodésiques au cap ?

¹¹³. Michau de Montaran [Haudrère, 1989, T. 3, p. 998].

¹¹⁴. AN, MAR, 3 JJ 49, pièce 4, du 17 septembre 1750.

¹¹⁵. Sur l'Observatoire de Lacaille à Paris au Collège Mazarin et sur les travaux effectués dans cet observatoire, voir G. Bigourdan, 1919, « L'Observatoire du Collège Mazarin, aujourd'hui palais de l'Institut », *Comptes Rendus hebdomadaires de l'Académie des Sciences*, 1919-2, t. 169, pp. 264-269, 366-371, 454-458 et 1361-1365.

¹¹⁶. Loridan, 1890, (journal de Lacaille), p. 260-261.

intitulé *Avis aux Astronomes par M. de la Caille sur les observations qu'il va faire au cap de Bonne-Espérance*¹¹⁷ dont voici le début :

Depuis que j'ai eu l'honneur d'être reçu parmi les astronomes de l'Académie royale des Sciences, j'ai entrepris et suivi un long travail sur les étoiles visibles sur l'horizon de Paris. L'Académie ayant souhaité que cet ouvrage fût complété, en observant de la même manière les étoiles australes, et que les observations en fussent faites dans un lieu où l'on pût en même temps déterminer la parallaxe de la Lune [...] et faire de nouvelles tentatives pour établir la parallaxe du Soleil; j'ai reçu des ordres du Roi pour aller passer une année au cap de Bonne-Espérance, avec l'agrément des états-généraux de Hollande¹¹⁸.

Si Lacaille attribue ici à l'Académie Royale des Sciences l'organisation de ce voyage, ce projet est bien le sien, comme l'indique Delambre : « *Dans le vrai, l'idée de ce voyage est due à Lacaille, qui en fit la proposition à l'Académie* »¹¹⁹. La note du 17 septembre nous indique que l'Inspecteur Général de la Marine, Duhamel du Monceau, joua dans cette affaire un rôle primordial.

¹¹⁷. AN, MAR, 3 JJ 49, pièce 33, n°1. Voir Taton, 1978, p. 322, n°17 [BN, Vp 1283]. Cité partiellement par Delambre (1827, HA 18, pp. 473-474).

¹¹⁸. Delambre, 1827, HA 18, p. 473.

¹¹⁹. Delambre, 1827, HA 18, p. 474. Une lecture attentive des registres manuscrits de l'Académie montre que Joseph-Nicolas Delisle avait, dès le 2 septembre 1750, soumis à l'Académie un projet d'observations à faire au cap de Bonne-Espérance afin de déterminer la parallaxe du Soleil [PV ARS, 2 sept. 1750, fol. 406]. Le mémoire de Delisle est conservé dans les collections de l'Observatoire de Paris [Ms OP, A6-9, « Observations et calculs sur la parallaxe du Soleil et de la Lune par les dernières observations faites au Cap de Bonne-Espérance », comportant le mémoire de Delisle, *Observations à faire au Cap de Bonne-Espérance pendant les mois de février et de mars 1751*]. Lacaille l'ayant en quelque sorte « court-circuité » en s'adressant directement au responsables de la Marine, le projet de Delisle ne fut pas étudié. Delisle joua un rôle important dans la diffusion de la lettre circulaire de Lacaille auprès de tous les astronomes européens au cours des mois de novembre et de décembre [voir la correspondance de J.-N. Delisle à l'Observatoire de Paris]. Après son premier échec, Delisle ne perdit pas espoir de reprendre du service scientifique officiel en proposant, le 2 décembre 1750, d'aller en Suède — à Uppsala — effectuer les observations de la parallaxe de la Lune correspondantes à celles de Lacaille au Cap. Mais, mis au voix de l'Académie, ce nouveau projet fut refusé à son tour et il fut décidé, le 23 décembre, que le secrétaire de l'Académie écrirait aux académies de Stockholm et d'Uppsala pour leur demander les observations attendues [PV ARS, 2 déc. 1750, fol. 441 ; 5 déc. 1750, fol. 442 ; 23 déc. 1750, fol. 463]. Il reste donc à éclaircir les circonstances dans lesquelles Lalande, jeune astronome peu expérimenté, soutenu par Le Monnier, fut envoyé à Berlin pour faire les observations correspondantes à celles de Lacaille [Voir J. Gapaillard, « La correspondance Euler-Lalande », à paraître dans la R.H.S., qui apporte de nouveaux éléments sur cette affaire].

Durant les années 1751-1754, il centralisa la plus grande partie des observations effectuées en Europe en parallèle à celles de Lacaille dans l'hémisphère sud.

L'implication de la Compagnie des Indes se manifestera tout au long de ce voyage, et même au Cap, où Lacaille se verra seconder par la Compagnie des Indes Hollandaise, pour la construction de son observatoire¹²⁰.

d'Après de Mannevillette et l'armement du *Glorieux* à Lorient

Avant de se voir attribuer le commandement du *Glorieux*, Mannevillette avait commandé un vaisseau de 18 canons, le *Cheval[ier]-Marin*. A son bord, parti pour le Sénégal le 3 mars 1749, il était de retour à Lorient le 27 septembre¹²¹. Après le naufrage du *Centaure*, l'armement de la frégate de 528 tonneaux, le *Glorieux*, avait été décidé très rapidement. Le navire n'était pas basé à Lorient mais à Saint-Malo, d'où il partit le 6 juillet 1750. Le *Glorieux* arriva à Lorient le 27 août 1750 et son armement put débuter le 4 septembre 1750¹²², au moment même où Lacaille obtenait l'accord de la Compagnie des Indes et du ministre de la Marine pour embarquer.

Initialement prévue pour mesurer la longitude du cap de Bonne-Espérance, la mission de Mannevillette se voit élargie par le directeur de la Compagnie au Port de Lorient, Godeheu. Celui-ci propose en août 1750 aux directeurs de la Compagnie à Paris, de prolonger la mission géographique de Mannevillette à la reconnaissance des côtes orientales d'Afrique tout en assurant sa mission commerciale :

[...] J'ay pensé qu'il ne seroit peut-être pas hors de propos que M. d'Après, après avoir fait ses observations au Cap, prolongeât les costes de l'Est, observant leur latitude et leur gisement et, par conséquent, les distances des unes avec les autres, qu'il remarque les différentes sondes, les caps, les ances, les bayes susceptibles de mouillage dans un cas de danger évident, enfin tout ce qui peut contribuer au salut des vaisseaux de la Compagnie¹²³.

¹²⁰. HARS 1751 (Paris, 1755), Hist., p. 161; Mém., pp. 398-399. Voir Evans (1992) pour les rapports de Lacaille avec les autorités Hollandaises au cap de Bonne-Espérance.

¹²¹. *Inventaire...*, 1978, SHM Lorient, p. 95 et d'après les notes de Mme Filliozat.

¹²². *Inventaire...*, 1978, SHM Lorient, p. 107.

¹²³. AN, Colonies, C⁴.6, lettre de Godeheu aux syndics et directeurs de la Compagnie. de Lorient, du 17 août 1750. Citée par Mme Filliozat dans ses notes.

D'Après de Mannevillette reçoit des instructions précises et particulières¹²⁴ dont certaines nous intéressent directement : il ne doit pas faire de trop longues escales, notamment à Rio de Janeiro et au cap de Bonne-Espérance. En effet, une relâche plus longue que prévue à Rio, les vents contraires à l'arrivée au Cap, conduiront Lacaille à rester plus longtemps dans l'hémisphère sud et à différer son retour en France¹²⁵.

Le *Glorieux* se doit aussi d'escorter d'autres navires, une corvette la *Mutine* et une frégate la *Sainte-Reine*, jusqu'à l'île Maurice et La Réunion¹²⁶. En conséquence, l'équipage est important : 90 hommes et 31 soldats. Le *Glorieux*, dont Mannevillette est premier lieutenant — avec 200 Livres d'appointements — est manœuvré par sept officiers majors, quatorze officiers mariniers (dont quatre non mariniers), 34 matelots, plusieurs novices, mousses, domestiques etc. Selon le rôle d'armement, le pilote reçoit du magasin deux compas de variation à boîtier de cuivre pour l'estime, Mannevillette ayant un compas personnel, ce qui est bien peu pour une telle campagne, pour des observations et des relèvements, comme le fait justement remarquer Mme Filliozat¹²⁷.

Mannevillette revient de Paris avec des techniques d'observation et des instruments plus en adéquation avec l'objet de sa mission. Pour les observations ordinaires, Mannevillette s'est fait attribuer par le ministre de la Marine un octant construit par Canivet, « *beaucoup plus portatif que les quart-de-cercle ordinaires* », de 22 pouces de rayon (environ 60 cm), garni de deux lunettes (à verres convergents), une le long du rayon (comme sur le modèle de Hadley) et l'autre perpendiculaire au rayon (à peu près comme celle des sextants), les oculaires étant munis de réticules (2 fils à angle droit et 2 fils à 45°)¹²⁸. Un fil à plomb permet de s'assurer de la verticalité de l'instrument. Au début de l'Été 1750, Mannevillette est à Paris pour s'entraîner aux observations avec ce nouvel instrument.

¹²⁴. AN, MAR, 3 JJ 338, div. 6, p. 12 : lettre de la Compagnie à d'Après de Mannevillette, de Paris, le 14 nov. 1750.

¹²⁵. Loridan, 1890, (journal de Lacaille), p. 266.

¹²⁶. Ces deux navires connaîtront des avaries dès le début du voyage. Partis le 21 novembre 1750 de Lorient, la *Sainte-Reine* démâta le 23 novembre 1750 en raison de la mauvaise qualité du bois. Mannevillette la fit se diriger vers Lisbonne pour y subir des réparations. Quant à la *Mutine*, elle subit une importante voie d'eau le 26 novembre, suite à un mauvais calfatage du fond du navire, obligeant Mannevillette à une escale imprévue et prolongée à Rio de Janeiro [Mannevillette, 1763, pp. 405-407]. Lors de leur arrivée au Cap, la *Mutine* continuera directement son voyage vers l'île de France.

¹²⁷. D'après une communication privée de Mme Filliozat et d'après les rôles d'armement, Archives du Port de Lorient (A.P.L.), 1 P 213 (armement), 2 P 34 (désarmement).

¹²⁸. Mannevillette, 1763, p. 400.

Pour les observations de distances lunaires, Mannevillette emploie depuis ses traversées de 1749, un octant à réflexion (octant de Hadley) qu'il a fait construire à Londres par Morgan, ouvrier de James Short, « ces intrumens étant les seuls avec lesquels on puisse observer [les distances de la Lune aux étoiles] à la mer, sans que le mouvement du vaisseau y soit nuisible »¹²⁹. Il dispose aussi de petites horloges à seconde — dont on n'a pas de détails —, réglées par des observations de hauteurs correspondantes du Soleil, ou de la Lune. Les ouvrages astronomiques sont les grands classiques de l'époque : la *Connaissance des Temps*, les *Ephémérides des mouvemens célestes* de Lacaille, les *Tables astronomiques de M. Halley*, et l'*Almanach de Berlin*. En compagnie de l'auteur des EMC et de ses préceptes pour déterminer les longitudes pour l'observation des distances lunaires, Mannevillette ne pouvait qu'accroître son expérience et la faire partager à un astronome ouvert à toutes les nouveautés :

Je fus charmé [...] d'avoir occasion de profiter des lumières d'un Savant dont le mérite est généralement connu ; je lui suis redevable en particulier de l'attention qu'il a eue pour moi pendant le voyage, & même par la suite, ainsi que de la complaisance & du zèle avec lequel il a bien voulu me favoriser de ses instructions¹³⁰.

Les deux hommes s'estiment donc et Lacaille apprécie l'aide que lui apporte la Compagnie des Indes :

Messieurs de la Compagnie des Indes voulurent bien se charger du transport de mes instruments et de mon passage au Cap ; et, si l'on ne connaissait pas leur zèle pour le progrès de la navigation qui dépend, en grande partie, de celui de l'astronomie, je ne saurais à quoi attribuer tous les soins et toutes les attentions qu'ils ont eu pour moi, ni leur en marquer assez ma reconnaissance¹³¹.

Après avoir embarqué l'abbé Lacaille, le *Glorieux* quitte la rade de Lorient le 21 novembre 1750 à sept heures du matin.

¹²⁹. Mannevillette, 1763, p. 402.

¹³⁰. Mannevillette, 1763, p. 405.

¹³¹. Loridan, 1890, (journal de Lacaille), p. 262.

III.1.2. Quelques dates repères du voyage : 21 novembre 1750 – 4 juin 1754

Nous donnons ci-après une chronologie¹³² sommaire du voyage au cap de Bonne-Espérance pour bien cerner la manière dont Lacaille et Mannevillette partagent leurs travaux sur les distances lunaires et la détermination des longitudes en mer.

mai-juillet 1750	D'Après de Mannevillette procède aux essais et réglages de l'octant de Canivet attribué par la Marine quelques semaines auparavant. Les essais ont sans doute lieu à Paris. Y rencontre-t-il Lacaille ?
Fin août 1750	D'Après est à Lorient, pour le début de l'armement du <i>Glorieux</i> .
5 septembre 1750	Lacaille lit devant l'Académie un projet de mission scientifique au cap de Bonne-Espérance [Pochette de séance du 5 sept. 1750], aussitôt accepté et soutenu par Duhamel du Monceau. Le projet avait été accepté par le ministre de la Marine et la Compagnie des Indes à la fin du mois d'août.
7 septembre 1750	Autorisation d'embarquement accordée à Lacaille par le roi, le ministre de la Marine et la Compagnie des Indes. Remise de fonds complémentaires par la Compagnie [AN, MAR 3 JJ49, 33, n°4].
21 octobre 1750	Lacaille quitte Paris pour Lorient, avec un assistant pour le montage, le démontage et l'entretien des instruments.
21 novembre 1750	Départ du <i>Glorieux</i> de Lorient, à 7h30 du matin, commandé par d'Après de Mannevillette. Lacaille est accompagné d'un assistant, Rétail ou Poitevin? ¹³³
13 décembre 1750	Au Cap-Vert, Ile de Sant-Yago : détermination de la Longitude par une éclipse de Lune . Le navire se trouve à L'ouest de l'île et non à l'est comme l'estime l'indique. Ecart en longitude de près de 5° observé [1753, SAV ETR, IV, pp. 406-407]. Cette dérive avait déjà été remarquée dès le début du mois de décembre [AN, MAR 4 JJ 78, Journal de Bord du <i>Glorieux</i>] ¹³⁴ . Lacaille procède à de timides essais sur les distances lunaires selon la méthode de Halley.
25 janvier 1751	Escale (forcée) à Rio de Janeiro . Lacaille rencontre l'astronome Louis Godin venant du Pérou. Lacaille et Mannevillette s'entraînent aux distances lunaires à terre pour en déterminer la précision; observations d'éclipses de satellites de Jupiter.
25 février 1751	Départ de Rio pour le Cap. Poursuite des essais de Lacaille (et de d'Après) sur les distances lunaires.

¹³². Sources : Lacaille, 1751, 1754. « Journal du voyage de l'abbé de Lacaille au Cap de Bonne-Espérance » [OP, Ms C-3.26]. Le P. Carlier, 1763, *Journal historique du voyage fait au Cap de Bonne-Espérance par Feu M. de la Caille*, Paris [Nantes, 34.539]. Loridan, 1890, (Journal de Lacaille), pp. 260-275. Notes de travail de Mme Filliozat d'après le Journal de Bord de Mannevillette [AN, MAR, 4 JJ 78], communication privée.

¹³³. Armitage, 1956, p. 175 donne Rétail. Dans le *Journal historique...* de Carlier (1763, p. 180) il est fait mention de Poitevin. Incertitude quant au nom de cet assistant.

¹³⁴. D'après les notes de Mme Filliozat.

- 30 mars-18 avril 1751** Arrivée dans les parages du cap de Bonne-Espérance. Les vents contraires ralentissent la marche du vaisseau. L'estime est défectueuse, et d'Après tente un atterrage en latitude.
- 18 avril 1751** Au soir, arrivée du *Glorieux* dans la baie du **cap de Bonne-Espérance**.
- 19 avril 1751** Débarquement au Cap. Lacaille se présente au gouverneur le 20 avril 1751.
- mai 1751** Construction soignée et attentive de l'observatoire de Lacaille chez le capitaine Bestbier.
- mai 1751-oct. 1752** Observations à Terre, géodésie, parallaxes de Mars, Vénus, la Lune, Soleil (par des hauteurs méridiennes), réfractions, hauteur du pôle, obliquité de l'écliptique, éclipses des satellites de Jupiter.
- 4 mai 1751** Départ de d'Après de Mannevillette pour l'île de France (Ile Maurice) et l'île de Bourbon (La Réunion).
- 6 août 1751-août 1752** Lacaille travaille au catalogue des étoiles australes.
- sept. 1751-sept. 1752** Lalande est à Berlin et effectue des observations sur les parallaxes de la Lune, Vénus et Mars en parallèle avec Lacaille.
- mars-avril 1752** Mannevillette, de retour au Cap, confie ses observations à Lacaille qui détermine les positions des Iles de France et de Bourbon.
- octobre 1752** Prolongation du séjour de six mois. Lettre de Grischow du 23 octobre 1752 qui propose à Lacaille des observations de la parallaxe de la Lune en simultané jusqu'en février 1753.
- Commande de la **Compagnie des Indes**, relayée par le roi, pour la détermination des **longitudes** des îles Maurice et de la Réunion, alors respectivement Ile de France et Ile Bourbon¹³⁵.
- nov. 1752 -fév. 1753** Lacaille rédige et met en forme ses observations et rédige certains travaux pour l'Académie.
- 8 mars 1753**¹³⁶ Embarquement de Lacaille sur le *Puilsieux*, pour une traversée de 40 jours vers l'**Ile Maurice**. Essais sur la manière d'observer les longitudes en mer par les distances lunaires. Réflexions plus approfondies sur la méthode de Halley et le moyen de simplifier les calculs pour les marins. Essais soumis aux officiers du *Puilsieux* qui répondent favorablement aux procédés de Lacaille¹³⁷. C'est à ce moment que Lacaille mûrit sa méthode graphique de DLM¹³⁸.

¹³⁵. Mannevillette, 1753, p. 446-447. Mannevillette explique cette décision de la manière suivante. La Compagnie ayant appris sa longue escale à Rio en janvier 1751, craignait qu'il n'eut pas le temps de se rendre dans ces îles, devant s'assurer de la géographie des côtes orientales de l'Afrique. Ainsi, pour éviter que cette importante mission ne soit pas remplie, la Compagnie des Indes s'était adressée à Louis XV pour demander à Lacaille de relever les latitude et longitudes des ports des deux îles escales sur la route des Indes.

¹³⁶. Départ imposé par le rythme des traversées océaniques des navires de la Compagnie des Indes.

¹³⁷. Ces instructions sont insérées dans la CDT de 1761 et 1762, dans l'édition que fit Lacaille du *Traité de navigation* (Paris, 1761) de Bouguer, et dans l'*Exposition du calcul astronomique* (Paris, 1762) de Lalande.

¹³⁸. Grand succès pour sa méthode : lors de l'atterrage à l'île Rodrigues, à l'approche de l'île Maurice, alors que l'estime plaçait le navire à une distance de 40 lieues de cette île, le point astronomique indiquait une distance de plus de 180 lieues, ce qui s'observa effectivement [Loridan, 1890, p. 273].

18 avril 1753	Arrivée à l'île Maurice pour un séjour de 9 mois ¹³⁹ . Cartographie et observations astronomiques : obliquité de l'écliptique.
16 janvier 1754	Départ pour une traversée vers Saint-Denis de la Réunion sur le <i>Bourbon</i> . Séjour de 6 semaines à Saint-Denis pour en déterminer la latitude et la longitude.
27 février 1754	Départ de la Réunion et retour vers la France à bord de <i>L'Achille</i> . Passage au cap de Bonne-Espérance le 25 mars 1754 ¹⁴⁰ .

Cette chronologie permet de dégager quelques grandes idées. Premièrement, il faut noter la rapidité avec laquelle son projet est adopté par l'Académie puis le roi. En l'espace de trois ou quatre jours, tout est adopté et pratiquement réglé : autorisations, passeport, finances. Il faut voir là un indice très fort de l'importance accordée au progrès scientifique par les responsables de la Marine, le ministre Rouillé et son inspecteur général, Duhamel du Monceau. Deuxièmement, la très probable influence de d'Après de Mannevillette sur la décision rapide du projet de voyage au Cap de Lacaille. Elle reste encore à prouver, mais elle se dessine assez nettement. Il est vraisemblable que les deux hommes se rencontrent lors du séjour de Mannevillette à Paris au début de l'été 1750, quand ce dernier s'entraîne au maniement de son nouvel instrument. Troisièmement, la stimulation mutuelle entre ces deux hommes concernant la méthode des distances lunaires: Mannevillette apporte l'expérience des observations astronomiques en mer et des problèmes de la dérive de l'estime à Lacaille; ce dernier conforte et accroît les connaissances théoriques et pratiques de Mannevillette. Quatrièmement, il faut noter la lente, patiente et lucide maturation par Lacaille du projet de simplification des calculs de longitudes à destination des marins. Ce projet verra le jour avant son retour (voir ci-après) : il sera lu par Maraldi (II) à l'Académie le 20 février 1754¹⁴¹ alors que Lacaille est en mer sur le chemin du retour à bord de *L'Achille*. C'est au cours de la seconde partie de son voyage, entre mars 1753 et février 1754, que Lacaille forme son « *Projet de rendre la méthode des distances lunaires accessible au commun des navigateurs* » : instructions simplifiées pour les observations nautiques, projet d'almanach nautique.

¹³⁹. Imposé par les rythmes de traversées des navires de la Compagnie des Indes.

¹⁴⁰ Le samedi 11 mai 1754, Duhamel du Monceau lit à l'Académie « une lettre de Mr. L'abbé de la Caille, écrite de l'Isle de France, le 10 janvier de cette année, qui annonce son départ pour le commencement du mois de Mars, et son arrivée dans celui de Juillet » [PV ARS, 1754, p. 207]. Le même jour, Duhamel lit un mémoire de Lacaille intitulé « Observations astronomiques faites à l'Isle de France dans l'année 1753 » [PV ARS, 1754, 11 mai 1754, pp. 207-215].

¹⁴¹. AN, MAR, 2 JJ 69, pièce 19b. Voir *infra*, annexe IV.

Ebauche-t-il à cette époque sa méthode graphique, méthode qui ne sera exposée qu'en 1759¹⁴² ? Nous montrerons que cette méthode exploite ce que Bouguer expose dans son *Traité de navigation* paru à Paris en 1753 (voir infra, chap. III.3), pour le calcul de l'heure locale, alors que Lacaille était encore dans les mers australes. Il est vraisemblable que Lacaille n'a pris connaissance de cet ouvrage qu'à son retour en France en juin 1754. Sur l'enveloppe contenant le mémoire lu par Maraldi le 20 février 1754, déjà cité, Lacaille explique qu'il a appris que des ouvrages sur la navigation et les longitudes ont été publiés à Paris, mais il n'en connaît pas la teneur. Vraisemblablement stimulé par la concurrence dont il perçoit les premiers signes, Lacaille prépare son retour et ses travaux sur les longitudes, vaste exploitation des résultats de la mission scientifique au cap de Bonne-Espérance.

III.2 LES TRAVAUX DE LACAILLE ET DE MANNEVILLETTE SUR LES LONGITUDES A LA MER LORS DU VOYAGE AU CAP DE BONNE-ESPÉRANCE

La lecture des mémoires publiés sur ce voyage conduit à penser que les deux hommes ont convenu d'un arrangement somme toute naturel, quant à la publication de leurs travaux. En effet, Lacaille ne dit pas grand-chose des observations astronomiques effectuées lors de la traversée Lorient-le Cap. A peine mentionne-t-il par exemple dans son journal¹⁴³ l'épisode de la rectification de l'estime lors de leur passage à l'île de Sant-Yago dans l'archipel du Cap-Vert. Dans la nuit du 12 au 13 décembre 1750, croyant passer, selon l'estime, à l'Est de l'île pour y faire relâche et ne voyant rien, une heureuse éclipse de Lune leur fit voir qu'ils étaient à 4 degrés plus à l'Ouest de cette île¹⁴⁴. En raison des alizés, cet épisode les obligeait à poursuivre alors leur route vers Rio de Janeiro.

Chacun a publié dans le cadre de sa mission : à Mannevillette la publication des observations astronomiques et géographiques faites en mer ou lors des escales, à Lacaille le compte rendu des observations effectuées dans le cadre de son projet au Cap et lors de la prolongation de son séjour.

¹⁴². Lacaille, 1759, Mém., pp. 91-97. Voir le chap. III.3 pour plus de détails sur cette méthode graphique.

¹⁴³. Loridan, 1890, pp. 260-275. Lacaille, 1751 et 1754.

¹⁴⁴. Mannevillette, 1763, p. 406; Loridan, 1890, (journal de Lacaille), p. 262.

III.2.1. Les distances lunaires observées par Lacaille et Mannevillette en 1751 à Rio

« **Relation d'un voyage aux isles de France et de Bourbon [...]** », mémoire présenté à l'ARS le 22 avril 1761 et publié à Paris en 1763 et le mémoire de Lacaille (1754)

Au début du voyage, d'après de Mannevillette emploie les distances lunaires, aidé en cela par Lacaille. Ainsi, les premières observations effectuées par la petite équipe datent des premiers jours en mer, entre le 21 et le 26 novembre 1750¹⁴⁵.

Elles sont encore mentionnées par Mannevillette à la date du 21 janvier 1751 quelques jours avant la relâche à Rio de Janeiro le 26 janvier (p. 407); elles portent sur une distance entre Antarès et le bord éclairé de la Lune le plus proche. Mannevillette prend plusieurs hauteurs d'Antarès et de la Lune. Corrigées de la hauteur de l'observation au dessus de l'horizon et de la réfraction, ces hauteurs lui donnent l'heure de l'observation. Ce procédé sera systématiquement suivi par la suite pour les observations en mer (pour les observations à terre, l'heure sera déterminée à l'aide de passages des astres au méridien). Les calculs portent sur les coordonnées de chacun des astres à Paris afin d'en déterminer la distance angulaire (pp. 407-409).

Très vite, Mannevillette et Lacaille s'aperçoivent d'erreurs dans les graduations des instruments (pp. 410-412) puis dans l'arrangement des deux lunettes imparfaitement perpendiculaires (il existe un petit angle résiduel de 2'20"). Une grande partie des observations ont été faites à bord du navire mouillé dans la Baie de Rio. En effet, à leur arrivée, les Portugais manifestent leur méfiance et, sous la garde d'un capitaine, d'un sergent et de huit soldats, le *Glorieux* et son équipage sont interdits de descendre à terre¹⁴⁶. C'est finalement Louis Godin qui, intercédant en leur faveur, leur permet d'obtenir les laissez-passer. Lacaille nous indique la date du 1^{er} février 1751 pour le débarquement du matériel et l'installation d'un petit observatoire à terre¹⁴⁷.

Lacaille et Mannevillette poursuivent leurs observations de distances lunaires à terre, les comparant aux déterminations de longitudes obtenues par Godin à l'aide des satellites de Jupiter. Lacaille en donne la raison :

¹⁴⁵. Carlier, 1763, *Journal historique...*, p. 112.

¹⁴⁶. Carlier, 1763, *Journal historique...*, pp. 119-120.

¹⁴⁷. Carlier, 1763, *Journal historique...*, pp. 121-122.

Notre dessein étoit principalement de voir quelle espèce d'exactitude on pouvoit espérer sur Terre, en se servant des instruments qu'on emploie sur mer. M. Daprès avoit un fort bon quartier de réflexion de 18 pouces de rayon, j'en avois un de 16 pouces [...] ¹⁴⁸.

Les observations sont effectuées les 4, 5, 10 et 13 février 1751. Ils observent des distances entre la Lune, et les étoiles brillantes Aldébaran, Castor, Pollux et l'Epi de la Vierge. Ces observations sont complétées de nombreuses observations de hauteurs de la Lune afin de préciser le calcul des parallaxes. Les lieux de la Lune sont calculés sur les tables de Halley (dont la précision n'est pas alors des meilleures). La longitude de Rio est calculée sur onze déterminations résumées dans le tableau suivant.

Table III.1.1 : Détermination de la longitude (moyenne) de Rio à l'aide de distances luni-astroales par Lacaille et d'Après de Mannevillette au cours du mois de février 1751 ¹⁴⁹.

	4 fév. 1751	5 fév. 1751	10 fév. 1751	13 fév. 1751
	44° 58'	43° 38'	46° 22' $\frac{1}{2}$	44° 57'
Longitudes de Rio de Janeiro	43° 59'	43° 32'	44° 08' $\frac{1}{2}$	45° 04'
		46° 17' $\frac{1}{2}$		45° 02' $\frac{1}{2}$
		46° 34'		
MOYENNE ¹⁵⁰	44° 57' 33"			
Ecart type	1° 05'			

Dans son mémoire, Mannevillette rapporte des valeurs moyennes légèrement différentes pour la longitude de Rio :

¹⁴⁸. Lacaille, 1754, Mém., p. 106.

¹⁴⁹. Lacaille, 1754, Mém., pp. 106-107. Mannevillette, 1763, pp. 411-416.

* pour Lacaille : $45^{\circ} 15'$ (écart en temps des méridiens de Paris et de Rio : $3^{\text{h}} 1'$);

* pour Mannevillette : $45^{\circ} 03\frac{1}{2}'$ (écart de $3^{\text{h}} 0' 14''$ de temps);

* pour Godin à l'aide des satellites de Jupiter : $45^{\circ} 05'$.

Mais la longitude donnée par Mannevillette s'obtient en ne calculant la moyenne que sur les valeurs extrêmes : $\frac{43^{\circ} 32' + 46^{\circ} 34'}{2} = 45^{\circ} 03'$ et non sur les onze déterminations comme le fait Lacaille et comme il convient au calcul d'une moyenne !

Mannevillette donne préférentiellement les différences de longitude entre les méridiens de Paris et de Rio en temps ($3^{\text{h}} 0^{\text{m}} 14^{\text{s}}$) plutôt qu'en degrés comme le fait Lacaille¹⁵¹.

Après ces observations somme toute encourageantes effectuées à Rio, Mannevillette conclut :

On voit par les observations que je viens de rapporter que les distances de la Lune aux étoiles peuvent être employées avec succès en mer pour connoître les erreurs de l'estime, & qu'on peut même s'en servir à terre à défaut des autres moyens pour déterminer la situation en longitude, ou la différence des Méridiens des Lieux, avec plus d'exactitude que celle qui provient des routes des vaisseaux, ou de l'estime du chemin des Voyageurs¹⁵².

Lacaille tempère un peu le propos de son compagnon puisqu'il conclut à une détermination de la longitude avec au mieux un degré et demi d'erreur :

[...] avec les meilleurs instruments qui sont à présent en usage sur mer, on ne peut s'assurer qu'à 1 degré $\frac{1}{2}$ près, de la longitude déterminée par une bonne observation faite à Terre, de la distance de la Lune à une étoile zodiacale : à plus forte raison sur mer, où l'on n'a ni la commodité d'une pendule réglée pour avoir les temps avec précision, ni celle de voir à loisir si une étoile touche exactement le bord de la Lune, & si la

¹⁵⁰. Le P. Ducom donne en 1820, la longitude de $45^{\circ} 31' 15''$ pour de Rio par rapport au méridien de Paris (p. 290), soit un demi-degré d'écart, conforme avec la marge d'incertitude des mesures de Lacaille et de Mannevillette de février 1751.

¹⁵¹. Mannevillette, 1763, p. 416.

¹⁵². Mannevillette, 1763, p. 416.

rectification des miroirs est bien sûre, on ne doit pas mettre moins de deux degrés pour les limites de la confiance qu'un navigateur doit donner à sa longitude observée de la même manière¹⁵³.

III.2.2. Les essais limités de distances lunaires de d'Après de Mannevillette

Entraîné aux observations et apparemment confiant dans la méthode, Mannevillette poursuit ses observations de distances lunaires après avoir débarqué Lacaille au cap de Bonne-Espérance en avril 1751¹⁵⁴ :

Convaincu comme je l'étois de l'utilité des distances de la Lune aux étoiles pour rectifier l'estime de la longitude, je résolus d'en faire usage dans cette traversée¹⁵⁵.

Mais très vite surgissent quelques difficultés pratiques : trouver une étoile de première ou deuxième grandeur à peu près « dans le parallèle de la Lune ». En tenant compte des circonstances météorologiques défavorables et de l'agitation du navire, les possibilités d'employer effectivement cette méthode sont réduites. Mannevillette emploiera donc les distances lunaires seulement quand l'estime sera douteuse ou délicate¹⁵⁶.

Notons que Mannevillette enjolive un peu les choses dans son récit. Si l'on en croit une lettre que lui adresse Lacaille le 8 septembre 1755, Mannevillette avait des doutes quant au succès et la pérennité de cette méthode. Toutefois, en 1755, Lacaille attend que Mannevillette lui envoie ses observations afin de recouper les siennes et affiner son projet de DLM, renforçant par sa confiance la détermination de son ami navigateur de finalement défendre la méthode des distances lunaires¹⁵⁷.

¹⁵³. Lacaille, 1754, Mém., p. 107.

¹⁵⁴. Mannevillette, 1763, p. 418.

¹⁵⁵. AN, MAR, 3 JJ 16, pièce 59, fol. 4r°, observations astronomiques de l'année 1751.

¹⁵⁶. Mannevillette, 1763, p. 450.

¹⁵⁷. Voir Filliozat, 1993, p. 124. AN, MAR, 3 JJ 341, div. 11, pièce 18, lettre de Lacaille à Mannevillette du 8 sept. 1755.

Résultats

Si Mannevillette est évidemment entraîné aux observations astronomiques, il n'apparaît pas comme un adepte forcené de l'astronomie comme semble l'être Chabert. Faut-il y voir l'influence des restrictions que Lacaille formulait sur la précision espérée sur la longitude ? On comprend que Mannevillette n'a recours en mer aux observations astronomiques que lorsqu'il perçoit une dérive trop importante de l'estime effectuée par ses pilotes. La plupart du temps, cette estime lui suffit :

Malgré mon attention, jointe à celle des Officiers & des Pilotes, de bien estimer chaque jour, le chemin du vaisseau, je ne pus m'empêcher, par les indices des jours précédents, de soupçonner une erreur dans l'estime de la longitude ; & pour m'en assurer, j'eus recours à l'observation des distances de la Lune aux étoiles, dont je connoissois l'utilité à cet égard¹⁵⁸.

D'Après de Mannevillette est un bon observateur. Au fait des calculs, il peut rectifier la latitude et la longitude des îles Maurice et de La Réunion. Quelques comparaisons avec les déterminations de Lacaille en témoignent¹⁵⁹. Dans son journal des observations, on trouve toutefois trace de difficultés qu'il rencontre dans l'emploi des distances lunaires. Par exemple, lors de son départ du cap de Bonne-Espérance, Mannevillette observe une distance entre la Lune et Antarès par 27 degrés de latitude sud. Il détermine l'heure locale par l'observation de plusieurs hauteurs de la Lune. Mais les calculs se révèlent très longs pour trouver l'heure de Paris et donc la différence de longitude¹⁶⁰.

¹⁵⁸. Mannevillette, 1763, p. 450.

¹⁵⁹. Voir par exemple, Mannevillette, 1763, p. 434 : Mannevillette détermine à terre la latitude de la pointe Sud de l'île (20°31'). En 1753, Lacaille la détermine en mer et trouve 20°31' 7". Mannevillette indique que la latitude généralement admise plus grande que celle qu'il avait mesurée, fut source d'erreurs d'atterrage pour plusieurs navires de la Compagnie des Indes.

¹⁶⁰. AN, MAR, 3 JJ 16, pièce 59, observations de l'année 1751.

Un manuscrit inconnu

Un carnet¹⁶¹ provenant du cabinet de Mannevillette donne un bon aperçu de la manière dont il abordait le calcul astronomique. Non daté, ce carnet date certainement des années 1750 et de ses voyages dans l'Océan Indien. Les opérations sont en effet présentées dans un style — celui des analogies ou des "règles" — qui n'est plus celui des astronomes dans les décennies ultérieures. Ce style est toutefois révélateur du type d'ouvrage et de manuels dans lesquels Mannevillette a puisé son instruction.

La partie sur les distances lunaires (fol. 15-16r°) montre clairement que Mannevillette possède parfaitement les outils mathématiques nécessaires à la résolution des triangles sphériques et des problèmes courants de l'astronomie de position.

La mission géographique

Quant à sa mission ordonnée par la Compagnie des Indes relative à la cartographie des côtes orientales de l'Afrique, le résultat en fut relativement décevant si l'on en juge par son mémoire¹⁶². Mannevillette ne put que longer les côtes orientales de l'Afrique, reconnaissant les parages de Madagascar, effectuant quelques observations de la latitude de Foulpointe située sur la partie orientale de l'île¹⁶³. De violents coups de vent, l'incertitude et la méconnaissance des parages, la menace de perdre le *senau*, petit navire qui l'accompagnait, et la consommation de ses réserves de vivres, empêchèrent Mannevillette de compléter ses observations. Il ne signale que quelques déterminations de latitude, juste de quoi corriger les cartes et routiers de la région.

¹⁶¹. SHM V, SH 53, *Principes de calcul astronomique provenant du cabinet de d'Après de Mannevillette* (Ms s.l.n.d.).

¹⁶². Mannevillette, 1763, pp. 443-447.

¹⁶³. Mannevillette, 1763, pp. 454-457.

III.3 LA PRÉOCCUPATION MAJEURE DE LACAILLE : RENDRE LA MÉTHODE DES DISTANCES LUNAIRES « PRATICABLE AU COMMUN DES NAVIGATEURS »

III.3.1. Dysfonctionnement des institutions : Lacaille doit retarder son retour à Paris

La détermination des longitudes des possessions françaises dans l'Océan indien ne faisait pas partie du programme initial de Lacaille. Grandjean de Fouchy explique en 1755 qu'il y eut vraisemblablement incommunicabilité à Paris entre l'Académie, la Compagnie des Indes et le ministre de la Marine. L'Académie ignorait que d'Après de Mannevillette était chargé de déterminer les longitudes des îles de France et de Bourbon. Lorsque Lacaille reçoit le 23 octobre 1753, un ordre du Roi lui demandant d'aller exécuter cette mission, il ne peut que manifester son étonnement : « *aucun de mes amis ou de ceux qui m'ont écrit de France, ne paroît informé des ordres que j'ai reçus* »¹⁶⁴. Cet étonnement est relayé par Fouchy qui écrit :

[...] un ordre du Roi qui lui fut remis, l'obligea à passer aux isles de France & de Bourbon, pour en déterminer la position géographique : quoiqu'il connût parfaitement l'inutilité de ce travail, qui ne lui avoit été prescrit que parce qu'on ignoroit encore en France que M. Dapès avoit fait précisément les memes operations [...] ¹⁶⁵.

Version confirmée par Mannevillette qui nous donne son témoignage sur cette affaire. De retour au Cap le 3 mars 1752¹⁶⁶ pour soigner son équipage malade et reconstituer ses réserves de vivres et d'eau, il avait communiqué à Lacaille ses observations faites aux îles de France et de Bourbon. Celui-ci les avait jugées suffisantes pour en déterminer la position géographique. Aussi fut-il surpris quant il reçut de France l'ordre d'aller y effectuer le même type d'observations au mois d'octobre. Mannevillette nous explique que cet ordre avait été sollicité par la Compagnie des Indes qui craignait qu'en raison de leur longue relâche à Rio en février 1751, il n'ait pu effectuer sa mission dans le temps prévu de son voyage dans l'Océan Indien¹⁶⁷.

¹⁶⁴. Carlier, 1763, *Journal historique...*, p. 195.

¹⁶⁵. HARS 1751 (Paris, 1755), Hist., p. 167.

¹⁶⁶. Il y restera jusqu'au 17 avril 1752 pour repartir vers la France [Mannevillette, 1763, p. 447].

¹⁶⁷. Mannevillette, 1763, p. 446.

Aussi est-il curieux que Nathaniel Grischow¹⁶⁸, secrétaire et astronome de l'Académie de Saint-Pétersbourg, qui observait en parallèle avec Lacaille, soit au courant du prolongement de son séjour dans l'hémisphère austral. Il adresse une lettre à Lacaille qui lui parvient aussi au Cap le 23 octobre 1752. Grischow lui propose de poursuivre les observations sur la parallaxe de la Lune¹⁶⁹, ce que Lacaille suivra jusqu'en février 1753, mois où les navires de la Compagnie des Indes font ordinairement relâche au Cap.

Alors, ordre du roi ou ordre de la Compagnie de Indes ? La version de Mannevillette semble la plus vraisemblable. Une décision royale aurait été connue des académiciens, ne serait-ce que par l'intermédiaire des honoraires fréquentant la Cour. Une telle lettre devant être transmise par un navire de la Compagnie des Indes, on imagine que toutes les personnes impliquées dans cette mission à Paris auraient été mises au courant. Aussi s'explique-t-on encore moins facilement comment Grischow à Saint-Pétersbourg ait pu avoir eu vent de cet ordre ! L'ambiguïté demeure car Lacaille fait référence à un ordre du roi et Mannevillette à un ordre de la seule Compagnie des Indes.

Quoi qu'il en soit, Lacaille, dépité car pressé de rentrer en France et ayant vainement attendu des contrordres venant de l'Académie et de Paris, embarque à bord du navire de la Compagnie des Indes, l'*Achille*, le 8 mars 1753, afin d'aller mesurer les latitude et longitude des îles Maurice et de la Réunion¹⁷⁰.

Ainsi, les importants travaux sur les longitudes de Lacaille ont-ils sans doute été favorisés par un dysfonctionnement des institutions de la Marine à Paris.

III.3.2. Lacaille cherche à simplifier les procédures pour les marins

Lors de la traversée à bord de l'*Achille*¹⁷¹ le ramenant en France, Lacaille est encore en bonne compagnie. Cette frégate est commandée par Levesque de Beaubriand, capitaine averti de la Compagnie des Indes qui utilise des observations astronomiques pour vérifier son point¹⁷².

¹⁶⁸. Voir infra, chap. IV.2 pour une notice de Grischow lors de ses relations avec Clairaut au sujet de la théorie de la Lune.

¹⁶⁹. Lacaille, 1751b, p. 310.

¹⁷⁰. Carlier, 1763, *Journal historique...*, pp. 195; 243-247.

¹⁷¹. Vaisseau de 1500 tonneaux et 24 canons, parti le 28 déc. 1752 pour les Indes et revenu à Lorient le 4 juin 1754 [*Inventaire...*, 1978, SHM Lorient, p. 39].

Lacaille nous dit dans quelles conditions sa réflexion sur la méthode des distances lunaires s'est affirmée :

Depuis mon départ de France, j'avais fait un grand nombre de recherches pour faciliter la pratique de cette méthode proposée par M. Halley. Je m'étais beaucoup exercé à ces sortes d'observations, et j'avais reconnu évidemment qu'il était inutile d'avoir recours à une autre façon d'employer la Lune pour les longitudes ; qu'il ne s'agissait uniquement que d'en rendre le calcul praticable au commun des marins¹⁷³.

Les deux idées principales animant Lacaille dans ses recherches sont ici clairement affirmées :

1°. Aucune autre méthode que les distances lunaires n'est valable à la mer.

2°. Il est nécessaire de simplifier les calculs à destination des marins.

La première des affirmations sera source de polémiques avec Le Monnier et, dans une moindre mesure avec Pingré. Lorsque Lacaille rentre en France en juin 1754, il prend connaissance du lourd travail entrepris par Pingré à la demande de Le Monnier (voir supra, II.1), et le regrettera avant de le dénoncer vivement dans son mémoire lu les 31 mars et 28 avril 1759¹⁷⁴. Nous consacrons le chapitre III.2 à ces polémiques scientifiques, doublées de querelles personnelles.

La seconde de ses préoccupations sera source d'inspiration pour les astronomes et marins-savants français et britanniques, impliqués dans la diffusion de la méthode des distances dans la seconde moitié du XVIII^e siècle : Lacaille, Lalande, Manneville, Fleurieu, Borda, Pingré, Pezenas, Rochon, auxquels il faudrait ajouter certains académiciens brestois. Almanachs, tables et instructions nautiques simplifiées, puis méthodes graphiques, verront le jour dans cet unique but. Notons par exemple, la naissance du *Nautical Almanac*, directement inspiré des propositions de Lacaille, la constitution par Dunthorne, Witchell et Maskelyne de tables permettant rapidement la correction en réfraction et en parallaxe des hauteurs apparentes des astres observés¹⁷⁵; la constitution de tables réduites donnant en un seul terme cette double correction (au lieu de calculer deux corrections ou d'employer deux tables différentes) —

¹⁷². D'après une communication privée de Mme Filliozat [AN, MAR, 3 JJ 352, div. 6, extraits du journal de Levesque de Beaubriand]. Voir aussi le *Journal historique...*, in Carlier, 1763, p. 247.

¹⁷³. Loridan, 1890, (journal de Lacaille), p. 272 ; phrases soulignées par nous.

¹⁷⁴. Lacaille, 1759, pp. 73-80.

¹⁷⁵. Voir supra, chap. II.3 pour le *Nautical Almanac*.

disposition qui sera reprise dans tous les manuels ultérieurs jusqu'à aujourd'hui — ; la parution en 1793 de l'*Abrégé de navigation* de Lalande, qui, sans rejeter les distances lunaires qu'il défend depuis qu'il a pris en 1759 la rédaction de la CDT, propose une autre manière de déterminer l'heure locale en mer à l'aide d'observations du Soleil dans le seul but de simplifier la démarche et les calculs des marins¹⁷⁶. On pourrait ainsi multiplier les exemples.

L'influence de Lacaille est ici remarquable. Si Lacaille n'est sans doute pas le « père des distances lunaires », titre qu'il ne revendique pas, au moins est-il le père de l'idée des méthodes simplifiées à destination des navigateurs.

III.3.3 Un manuscrit inédit de Lacaille : *Projet pour rendre la méthode des Longitudes sur mer praticable au commun des navigateurs*¹⁷⁷

Ce mémoire est intégralement reproduit dans la partie « Annexes » de cet ouvrage.

Une première et importante version de son mémoire sur les longitudes lu en 1759, voit le jour en 1754 avec un texte lu par Maraldi à l'Académie des sciences le 20 février 1754. Une copie de ce mémoire est transmise au dépôt de la Marine par Pingré le 8 mars 1754, à une époque où Pingré est engagé dans la rédaction du premier volume de ses éphémérides nautiques d'inspiration "Lemonnienne", l'*Etat du ciel*.

Pour atteindre son objectif, Lacaille propose, dans ses grandes lignes, le plan suivant :

1°. Ne sélectionner que quelques étoiles brillantes du zodiaque, facilement identifiables par les navigateurs et visibles même pendant les clairs de Lune (phases entre les Premier et Dernier Quartiers) : « *l'œil du Taureau, la tête de Pollux, le Cœur du Lyon, l'Epy de la Vierge, le front et le Cœur du Scorpion* ». Lacaille précise que, lorsque la Lune se trouve dans ses quartiers, il faut employer le Soleil plutôt que les étoiles et travailler sur des distances luni-solaires.

¹⁷⁶. Voir infra, chap. III.3 pour les méthodes simplifiées.

¹⁷⁷. [AN, MAR, 2 JJ 69, pièce 19b]. Ce mémoire de cinq pages est inséré dans la Correspondance de J.-N. Delisle (tome XIII, carton, n°148, n°16).

2°. Elaborer un almanach nautique comportant les distances vraies du centre de la Lune à ces six étoiles brillantes, données de trois heures en trois heures au méridien de Paris, le passage de l'étoile au méridien, la déclinaison de l'étoile et la parallaxe horizontale. Lacaille esquisse un modèle d'almanach qui verra son aboutissement dans son mémoire de 1759¹⁷⁸.

Il assortit son plan d'un protocole d'observation des distances lunaires et des principes de réduction des observations à la longitude. Ce protocole sera l'objet de diverses améliorations dans les années suivantes, jusqu'à sa codification quasi-définitive par Borda au retour du voyage de *La Flore* en 1773. Notons que Lacaille ne donne pas, dans ce texte, l'ordre habituel des corrections et des calculs à effectuer. Il ne jette là que le résultat de ses réflexions comme une base de discussions ultérieures.

(a) Choix du moment des observations

Selon Lacaille, les observations de distances doivent être effectuées aux levers ou couchers de la Lune, lorsque la Lune est peu élevée sur l'horizon, hors du domaine où les réfractions ne sont pas bien connues (voir supra, chap. II.1). Dans la pratique, les distances seront observées lorsque la hauteur de la Lune est d'environ 5 à 15°.

La raison en est simple et pratique : c'est dans ces moments-là que la Lune éclaire le mieux l'horizon et celui-ci peut être alors observé à travers les lunettes des octants ou des sextants. Lorsque la Lune est plus haute dans le ciel, l'horizon est beaucoup moins marqué et les hauteurs en conséquence moins précises. Mais il y a une autre raison que Lacaille ne mentionne pas ici : comme je le montre dans le chapitre III.3, sa méthode repose sur une approximation qui exige que la distance zénithale de la Lune soit proche de 90°.

(b) Nombre des observateurs et des observations à effectuer

En 1754, Lacaille se prononce pour un protocole où deux observateurs effectuent trois observations : 1°. la distance apparente entre la Lune et une étoile ou le Soleil ; 2°. la hauteur apparente de la Lune ; 3°. la hauteur apparente de l'étoile ou du Soleil. Ces trois observations doivent être effectuées

¹⁷⁸. Lacaille, 1759, p. 98.

quasi-simultanément ou dans l'espace d'une demi-minute. Dans le cas où l'observateur est seul, les trois hauteurs doivent être observées en notant l'heure (avec une montre à secondes) puis réduites à la hauteur qui aurait dû être mesurée si elles avaient été observées simultanément.

(c) Réductions des observations

La résolution de deux triangles sphériques donne l'heure vraie de l'observation, l'angle à la Lune et l'angle à l'étoile (voir figure III.1.3). Comme à l'habitude, les observations sont à corriger de la réfraction et de la parallaxe de hauteur. L'observateur peut ainsi calculer la distance Lune-étoile vraie vue de la Terre. En cherchant à quelle heure cette distance est observée à Paris dans les éphémérides, il peut déduire la différence de longitude entre les deux méridiens et donc la longitude du lieu d'observation connaissant la longitude du méridien de référence (prise à zéro pour Paris).

Anticipant sur les objections auxquelles il serait potentiellement soumis, Lacaille fait remarquer que la méthode pourrait être réduite à deux observations, en excluant la hauteur de la Lune. Mais, précise-t-il, cette dernière est utile à la détermination de l'erreur sur l'observation et permet de compléter l'observation en assurant une détermination plus juste de la distance lunaire vraie.

Dans son mémoire lu en 1761, Mannevillette jugeait nécessaire d'avoir la hauteur observée de la Lune pour l'instant de l'observation de la distance Lune-étoile, afin de faciliter le calcul des parallaxes et l'amélioration de la précision.

Il n'est pas encore question de méthode graphique. Nous avons expliqué plus haut comment Lacaille ne prend réellement connaissance du contenu du *Traité de Navigation* Bouguer qu'à son retour en France.

III.4 LES DISTANCES LUNAIRES SELON LACAILLE

III.4.1. Lacaille et l'astronomie nautique

Lorsque Lacaille prend en charge la rédaction du quatrième volume des EMC en 1743¹⁷⁹, il manifeste son désir de diffuser quelques préceptes pour la détermination des longitudes et de donner une orientation nautique à ces éphémérides. Mais à cette époque, il s'efface devant l'autorité de Maupertuis, récent “préposé au perfectionnement de la Marine”. Celui-ci doit publier son *Astronomie nautique* attendue comme un véritable manuel de navigation astronomique, rempli des dernières nouveautés : parallaxes de la Lune et figure de la Terre. Loin d'atteindre le but que Maupertuis s'était fixé pour cette commande de Maurepas, l'ouvrage reçut un accueil froid et l'*Astronomie nautique* n'est connue — selon le mot de Delambre — que parce qu'elle est insérée dans le recueil des Œuvres de Maupertuis.

Mais Lacaille n'a pas perdu son temps, et il semble avoir travaillé à ses éphémérides pour la décennie 1755-1765 avant son départ pour le Cap. Si le manuscrit est en effet examiné le 5 septembre 1753 par Cassini de Thury et Maraldi¹⁸⁰, la partie principale semble prête dès la fin de l'année 1750. C'est ce que laisse deviner une lettre que Lacaille écrit à Delisle le matin même de son embarquement à bord du *Glorieux*, le 20 novembre 1750 (la veille du départ), alors que des coups de canon l'appellent à bord¹⁸¹ : Lacaille demande en effet à Delisle de promettre de sa part à l'astronome Zanotti¹⁸², un « *exemplaire des éphémérides qu'il fait imprimer* ».

Ce cinquième volume des EMC, publié à Paris en 1755, comporte une longue *Méthode pour observer les longitudes en mer*¹⁸³, dont le plan ne variera plus beaucoup : on le trouvera sous cette forme dans son édition du *Nouveau traité de Navigation* de Pierre Bouguer en 1760. Nous donnons en annexe la reproduction de ce plan ainsi que quelques pages de ce traité. Comment expliquer alors le délai qu'il y a entre novembre 1750 et l'examen du manuscrit des EMC en septembre 1753 ? Doit-on supposer que

¹⁷⁹. Voir supra, chap. II.1, notre étude sur les éphémérides astronomiques.

¹⁸⁰. PV ARS 1753, p. 547. Le manuscrit, d'environ 160 pages, est conservé aux Archives Nationales [AN, MAR, 3 JJ 13, pièce 9].

¹⁸¹. Lettre de Lacaille à Delisle, de Lorient, le 20 novembre 1750, extraite de la correspondance de Delisle [OP, B 1.6, tome XI, fol. 35], reproduite dans Boquet, 1913, p. 465. Notons que cette lettre est datée du 20 novembre. On donne habituellement la date du 21 novembre 1750, correspondant à l'appareillage du *Glorieux* pour le Cap. Lacaille serait donc monté à Bord la veille.

¹⁸². Francesco Maria Zanotti (1692-1777), astronome à Bologne, élu correspondant de Delisle le 4 mars 1750 puis de Lalande, le 7 janvier 1769.

¹⁸³. Lacaille, 1755, « Introduction aux éphémérides », pp. 34-49.

Lacaille ait apporté quelques modifications ou ajouts à son premier travail ? Nous avons déjà signalé par ailleurs comment la moitié de son introduction aux éphémérides est consacrée aux longitudes en mer¹⁸⁴. Ce texte est une version quasi définitive du mémoire qu'il lira les 31 mars et 28 avril 1759 devant l'Académie. Tout y est : les critères de ce que doit être une bonne méthode de DLM, un modèle d'almanach nautique dans lequel les distances de la Lune à quelques étoiles brillantes sélectionnées sont calculées de quatre heures en quatre heures pour le méridien de Paris. Sans doute Lacaille a-t-il abondamment réfléchi aux problèmes des longitudes et complété son introduction aux EMC. Ses travaux jusqu'en 1759 plaident en faveur de cette explication¹⁸⁵.

Les recherches de Lacaille sur les longitudes en mer sont le résultat d'une longue réflexion menée depuis longtemps et très certainement à l'origine de ses très importants travaux publiés jusqu'en 1759. Notons au passage selon l'inventaire de René Taton (1978b), son *Projet d'un catalogue des étoiles fixes* [HARS 1742 (Paris, 1745), Hist., pp. 63-71], ses travaux sur le mouvement du Soleil [HARS 1742, Mém., pp. 139-142], sur le calcul des occultations d'étoiles par la Lune [HARS 1744 (Paris, 1748), Mém., pp. 191-238], des travaux sur les observations effectuées en 1724 par le père marseillais La Feuillée, pour la détermination du méridien de référence anciennement placé aux îles Canaries [HARS 1746 (Paris, 1751), Mém., pp. 129-150]. Dans les mois qui précèdent son départ pour le cap, Lacaille aura soumis le 23 juin 1750 deux importants mémoires sur la théorie du mouvement du Soleil, conduisant à la rectification des tables astronomiques [HARS 1750 (Paris, 1754), Mém., pp. 11-27 et 166-178]. Il faut ajouter à ces travaux ses réflexions sur les réfractions atmosphériques. Proche de Clairaut, il participe à l'élaboration de ses tables de la Lune (voir notre partie IV). L'un des principaux objets de son voyage au cap de Bonne-Espérance est la détermination de la parallaxe de la Lune.

Ses travaux et ses activités couvrent donc l'ensemble des sujets dont dépend l'emploi des méthodes lunaires pour la détermination des longitudes en mer.

¹⁸⁴. Voir supra, chap. II.1.

¹⁸⁵. L'inventaire de la correspondance de Lacaille est encore très incomplet. On sait qu'il écrivit à cette époque de nombreuses lettres à Maraldi qui fut son exécuteur testamentaire, lettres encore inconnues. De nombreuses recherches restent à faire en ce sens.

III.4.2. Le Mémoire sur l'observation des longitudes en mer de 1759

Ce mémoire lu lors des séances de l'Académie des 31 mars et 28 avril 1759, marque une étape importante dans les recherches des astronomes et des marins sur les longitudes en mer. Les successeurs de Lacaille seront conduits à se positionner par rapport aux idées ou principes exposés dans ce texte. Lacaille annonce un mémoire en deux parties :

- la première comporte des considérations générales et historiques sur la méthode des distances lunaires et des discussions polémistes sur les principes de détermination des longitudes en mer.

- la seconde, exempte de toute discussion historique, consiste en des préceptes pratiques pour les navigateurs. La méthode graphique présentée par Lacaille n'est ici qu'exposée de manière relativement succincte et abrupte. Elle sera publiée à part et éclaircie dans l'*Exposition du Calcul Astronomique* de Lalande (1762), dans les volumes de la *Connaissance des temps* pour 1761 et 1762, et dans la seconde édition du *Nouveau Traité de Navigation* de Bouguer à paraître au moment de l'impression du volume des mémoires de l'Académie pour l'année 1759 (imprimé entre 1759 et 1765).

Si le modèle d'almanach nautique proposé à la page 98 n'apparaît pas alors pour la première fois, il constitue bien l'originalité de ce mémoire de par l'insistance avec laquelle Lacaille le présente et le moment opportun choisi. En effet, depuis 1753-54, et la première apparition de cet almanach, la théorie de la Lune a fait des progrès notables, Clairaut et d'Alembert ayant en France et Mayer en Prusse, développé des tables qui laissaient un espoir de voir le problème résolu rapidement. Clairaut avait par ailleurs développé des tables de la parallaxe et du mouvement horaire de la Lune qui complétaient de manière extraordinaire les méthodes lunaires pour la longitude (voir notre partie IV). Par ailleurs, sous l'insistance de Le Monnier, Pingré avait entrepris la rédaction de l'*Etat du Ciel*, premier recueil d'éphémérides rédigées explicitement dans un souci d'utilisation nautique. D'autres éphémérides avaient vu le jour, telles les *Ephémérides cosmographiques* de l'abbé Brancas, publiées entre 1750 et 1754, qui avait pour but, bien avant Lalande, de compléter la CDT en y parlant de tout¹⁸⁶. La concurrence était donc féroce, chacun voulant y aller de son éphéméride assurant la promotion de sa méthode.

¹⁸⁶. Voir supra, chap. II.1 et II.2.

ENCADRÉ III.1.1 : Plan du mémoire de Lacaille [HARS 1759 (Paris, 1765), pp. 63-98] : *Mémoire sur l'observation des longitudes en mer par le moyen de la Lune* (lu les 31 mars et 28 avril 1759).

1ère partie : Qui contient différentes remarques générales sur l'observation des Longitudes en mer, par le moyen de la Lune,63-86

Remarques sur la précision des mesures absolues des arcs célestes faites en mer avec le quartier de réflexion [l'octant],68-71

Remarques sur le choix des méthodes propres à déterminer les Longitudes sur mer,71-72

Remarques sur les principaux écrits modernes, où l'on parle des Longitudes observables en mer, par le moyen de la Lune (Morin, Halley, etc.)73-75

Remarques sur la méthode pour laquelle l'*Etat du Ciel* de M. Pingré avoit été principalement calculé, 75-82

(comporte p. 80 une Table de l'incertitude moyenne des Longitudes observées en mer selon la méthode des angles horaires) ;

Remarques sur la méthode expliquée par M. Bouguer,82-84

Remarques sur la méthode que j'ai donné dans l'Introduction au second tome de mes Ephémérides, .84-86

2nde Partie : Qui contient l'exposition de la Méthode qui me paroît la meilleure pour la recherche des Longitudes, & les démonstrations des opérations qu'elle exige,87-98

Ordre des observations,88-89

De la lunette qu'il faut appliquer aux quartiers de réflexion,.....89-91

Du calcul de l'heure vraie de l'observation de la Lune,91-94

De la manière de réduire la distance observée de la Lune à une étoile, à la distance vraie qui doit servir au calcul de la Longitude,94-95

Pour réduire la hauteur de l'étoile & la hauteur de la Lune à celles qu'on eût observées dans le moment où l'on a mesuré leurs distances,95-96

Pour réduire la distance observée de la Lune à l'Etoile, à celle qui n'auroit été altérée ni par la réfraction, ni par la parallaxe,96-98

Planche : un modèle de calculs pour un Almanach Nautique selon la méthode expliquée dans ce mémoire pour les derniers jours de 1754,p. 98

Commentaires

La première partie, très riche et très précieuse, comporte des considérations pratiques sur la précision des mesures dont l'octant (encore appelé quartier de réflexion) est susceptible. Les discussions et les critiques portent sur les principales méthodes existantes au moment où Lacaille écrit, à savoir, la méthode de l'angle horaire de Pingré et de Le Monnier bien que ce dernier ne soit pas nommément cité. Lacaille s'en prend aussi à la méthode des hauteurs correspondantes de la Lune que Bouguer exposait dans son *Nouveau traité de navigation* paru en 1753. Suivant les critiques formulées en 1755 par Legentil, il se lance lui-aussi dans une condamnation du procédé de correction des tables de la Lune à l'aide du cycle du *saros*, dans lequel Le Monnier, à la suite de Halley, s'est engouffré (voir le chapitre IV.1).

a) Les tables de la Lune

Lacaille débute par un hommage à Halley qui a introduit des équations empiriques, déterminées par l'observation, ainsi que des coefficients d'ajustement entre des observations soignées et les positions calculées par les meilleures tables. Mais Lacaille n'apprécie pas la correction des tables de la Lune selon le cycle du *saros*, et ceci pour les trois raisons rapportées ci-dessous :

1° Les différentes inégalités du mouvement de la Lune sont incompatibles avec des ajustements empiriques, ce qui limite la validité à long terme de ce type de travail, à recommencer sans cesse.

2° Il faut éviter les accumulations d'incertitudes qui, pour une application aux longitudes, peuvent conduire à de très graves erreurs. De plus, ce type de travail, aisé et facile quand il s'agit de l'appliquer lors d'une éclipse, devient gigantesque quand il s'agit d'établir des tables pour un usage quotidien : « *pour chaque position rectifiée de la Lune, il faut une observation correspondante faite sans erreur dans la période précédente* »¹⁸⁷.

3° La trop forte contrainte que ce procédé exige, la précision des tables dépendant de la qualité et de la quantité d'observations sans cesse répétées.

¹⁸⁷. Lacaille, 1759, Mém., p. 66.

Lacaille termine cet exposé en manifestant son espoir de voir toutes ces solutions « bricolées » s'évanouir avec le développement de tables issues de la théorie de Clairaut, attendues « excellentes », faisant de « *tout cet appareil de périodes ou de saros [...] un échafaudage inutile* »¹⁸⁸.

b) Précision des observations et des instruments de réflexion

A l'époque où écrit Lacaille, apparaît le sextant, inventé par un capitaine de la Marine anglaise, John Campbell, version élaborée de l'octant ou quartier de réflexion dû (entre autres) à John Hadley et proposé en 1731¹⁸⁹ (voir en annexe les instruments employés en mer et une mise au point sur la terminologie et la désignation des instruments). Mentionnant son expérience acquise sur les mers durant les années 1750-1754, pendant lesquelles il a comparé les divers instruments entre eux, Lacaille est finalement parvenu au résultat suivant :

*Par une seule observation faite avec tout le soin possible, à l'aide d'un bon quartier de réflexion de 20 pouces de rayon, on ne peut répondre de la quantité absolue d'un arc céleste, qu'à 4 minutes près*¹⁹⁰.

Où Lacaille introduit une gestion des erreurs instrumentales

Les sextants employés à l'époque font 16 à 18 pouces (environ 46 cm) de rayon. Lacaille en propose un de 20 pouces (soit près de 55 cm) de manière à accroître la précision des mesures. Considérant la manière dont sont gradués ces instruments, *Lacaille donne cinq bonnes sources d'erreurs dans la mesure d'un angle céleste, dont la somme est égale à 4'*. Les causes et la valeur de ces erreurs sont selon Lacaille :

¹⁸⁸. Lacaille, 1759, Mém., p. 67.

¹⁸⁹. *Encyclopédie méthodique. Mathématiques*, 1785, II, pp. 717-721.

¹⁹⁰. Lacaille, 1759, p. 68. Signalons la note amusante située à la même page : Lacaille espère beaucoup de la chaise d'Irwin, du nom de l'astronome irlandais Christopher Irwin (fl. 1758 - 1763) inventeur d'une chaise suspendue développée pour l'observation des éclipses des satellites de Jupiter, et qui promettait une stabilisation de l'observateur sur un navire en mouvement (voir supra, chap. I.2). La précision espérée par Lacaille est de 2' sur la mesure des angles à l'aide de ce procédé, qui fut définitivement abandonné après le voyage vers les Barbades de Maskelyne en 1773-74 [Van Helden, 1996, p. 100].

1°. Sur les graduations des instruments courants, 1' correspond à $1/29^e$ de ligne¹⁹¹ (soit un peu moins d'un dixième de millimètre), qui caractérise la finesse extrême des graduations. Lacaille compte 1' d'erreur due à la lecture sur l'instrument.

2°. Les défauts de parallélisme et d'alignement des miroirs se traduisent par une erreur de lecture lors de la mise en coïncidence de l'alidade avec les graduations. La lecture ne peut s'estimer qu'à $1/58^e$ de ligne soit 0,5' d'erreur supplémentaire.

3°. Les mouvements du navire rendent difficile la stabilisation de l'image des objets observés à travers la lunette du sextant et les images renvoyées par les miroirs. Aussi est-il courant d'obtenir une erreur d'une minute d'arc dans la mesure de l'angle céleste observé, amplifiée par le dispositif : $3 \times 1' = 3'$

Le total de ces erreurs fait **4',5** : c'est, selon Lacaille, *la précision en dessous de laquelle nul observateur ne peut prétendre descendre*¹⁹².

De l'influence de l'erreur sur la distance lunaire sur la longitude terrestre déduite

Ainsi, selon Lacaille, si la seule distance est évaluée à 4' près, la longitude finale est donnée avec une erreur de 108'. On peut n'estimer que grossièrement les hauteurs des astres à 7 ou 8' près, il n'en résulte qu'une incertitude de 15' dans le résultat du calcul. A ces incertitudes il faut ajouter celles qui résultent de l'imprécision des tables de la Lune qui donnent en moyenne la position de la Lune à 2' près qui se traduisent par une erreur de 54'.

Au total la longitude est obtenue avec une incertitude de $108+15+54 = 177'$ soit environ **3°**. **Ceci est l'erreur maximale sur la longitude que le navigateur peut attendre de la méthode des distances lunaires**¹⁹³.

L'estimation de l'erreur sur la longitude due à la seule distance lunaire est la suivante :

¹⁹¹. 1 pouce (2,707 cm) = 12 lignes soit 1 ligne = 0,226 cm environ.

¹⁹². Lacaille, 1759, p. 69.

¹⁹³. Lacaille, 1759, pp. 71-79, p. 85. Marguet, 1931, pp. 225-226.

Cette méthode [...] est la plus directe de toutes, puisqu'elle consiste à mesurer immédiatement les portions d'arc des mouvemens diurnes de la Lune ; elle est la moins susceptible d'erreurs, puisqu'elle n'exige qu'une seule observation à faire avec la plus grande précision possible, & que s'il s'y trouve 4 minutes d'erreur, cette erreur influe de la même manière sur le degré de la Longitude, en quelque climat que soit l'Observateur. Cette erreur est toujours à celle de la Longitude, comme le mouvement diurne de la Lune est à 360 degrés, & par conséquent de 1^d 49' lorsque le mouvement diurne de la Lune est de 13^d10'35" [...]¹⁹⁴.

Ainsi l'erreur sur la longitude est toujours égale à $\frac{360^\circ}{13^\circ,176} \approx 27,3$ fois environ l'erreur sur la distance

lunaire (luni-astrale). L'explication de Lacaille semble avoir gêné les auteurs de manuels jusqu'au début du XIX^e siècle. Dans les éditions successives de son *Astronomie*, Lalande ne fait que reprendre les termes de Lacaille sans apporter d'explications supplémentaires. Dans ses *Leçons de navigation* (Rouen, 1784), Dulague reste assez vague, annonçant une erreur bien supérieure, mais revenant aussitôt sur ses propos en donnant le rapport ci-dessus¹⁹⁵. Bézout est un peu plus précis dans son *Traité de Navigation* (Paris, Ed. 1793) lorsqu'il traite de la précision nécessaire des observations nautiques employées dans la méthode des distances lunaires¹⁹⁶. Il précise que, de par la vitesse moyenne de la Lune, **une erreur de une minute d'arc sur le lieu de la Lune se traduit par une erreur de 1^{min} 49^s sur le temps (ou l'heure locale) et donc de 27' 15" sur la différence des méridiens** (selon l'équivalence 1^h = 15°).

Il faut attendre les années postérieures à 1840 pour voir dans les traités de navigation des considérations théoriques sur ces erreurs. A Partir de ces années, les manuels démontreront que l'erreur $\Delta \lambda$ sur la longitude est comprise entre 23 et 35 fois l'erreur δ sur la distance lunaire observée¹⁹⁷. L'encadré suivant tente de rétablir le principe de l'estimation de l'erreur causée sur la différence en longitude telle qu'elle est généralement envisagée à l'époque de Lacaille.

¹⁹⁴. Lacaille, 1759, p. 85.

¹⁹⁵. Dulague, 1784, pp. 351-352.

¹⁹⁶. Bézout, 1793, *Suite du cours de mathématiques à l'usage des Gardes du Pavillon et de la Marine, contenant le Traité de Navigation*, Paris, Imprimerie de la Baudelot et Eberhart, an II de la République (1793), pp. 266-268 (267).

¹⁹⁷. Voir par exemple, Caillet, 1851, *Traité élémentaire de Navigation*, Paris, Robiquet, pp. 332-333 ; Dubois, 1881, *Cours élémentaire d'astronomie et de navigation*, Paris, Arthus-Bertrand, pp. 376-378 : en moyenne, $\Delta \lambda = 29.\delta$.

ENCADRÉ III.1.2 - Estimation de l'influence de l'erreur sur la distance lunaire, sur la longitude terrestre calculée, telle qu'elle est envisagée dans le mémoire de l'abbé Lacaille (1759) et dans les manuels de navigation jusqu'au début du XIX^e siècle.

1. Mouvements diurnes moyens du Soleil et de la Lune

En 24 heures, le Soleil décrit dans le ciel un arc de $\frac{360^\circ}{365,2564} = 0^\circ,98561$ par jour (ou 59' 08" par jour).

Pendant la même durée, la Lune décrit un arc de $\frac{360^\circ}{27,3216} = 13^\circ,176$ par jour (ou encore 13° 10' 35 " environ).

Ces mouvements diurnes moyens s'entendent par rapport aux étoiles fixes.

2. Relation entre la variation de la distance lunaire et l'écart en longitude terrestre

(a) - Pour les distances luni-astroales

Δ est la distance observée entre la Lune et une étoile fixe. Δ varie de 13°, 176 en 24 heures, soit $\frac{13,176}{24} = 0^\circ,549$ par heure. Δ varie donc de 1° en $\frac{1}{0,549} = 1^h,821$ soit encore 1^h49^{min}. Cette variation correspond à une différence en longitude terrestre de : $1,821 \times 15 = 27^\circ,322$ ou encore 27° 19". Pour une variation de Δ de 1' : l'écart en longitude correspondant est donné par :

$$\frac{1,821}{60} = 0^h,030 = 1^m,49^s \text{ et différence en longitude} = 0,030 \times 15 = 27'15''.$$

(b) - Pour les distances luni-solaires

Le raisonnement est le même en considérant le mouvement relatif de la Lune par rapport au Soleil : $13^\circ,176 - 0^\circ,9856 = 12^\circ,19$ environ par jour. Pour une variation de Δ de 1', l'écart en longitude est d'environ 29' 32".

3. Conclusion : Une erreur $\delta=1'$ sur la distance lunaire se traduit donc par une erreur de $\Delta\lambda=27'15''$ ou de 29'32" sur la longitude déduite (une amplification de 27 à 29 fois environ). La relation retenue par Lacaille et les auteurs de la fin du XVIII^e siècle est :

$$\Delta\lambda = 27 \cdot \delta$$

4. Erreur sur la position du navire (ou de l'observateur)

Un arc de 1' correspond à l'équateur à un mille nautique. Un mille nautique est égal à 1,852 km. Une lieue marine vaut trois milles nautiques, soit 5,56 km. Une erreur de 1' sur la distance lunaire se traduisant par une erreur de 27' sur l'écart en longitude, la position d'un navire est connue à 27 milles nautiques près ou 50 km près (9 lieues marines) à l'équateur. L'erreur totale chez Lacaille est de 177' (108'+15'+54' - voir plus haut), soit 2°57' en longitude terrestre. Cet écart en longitude correspond alors à 177 milles nautiques ou 59 lieues marines à l'équateur, ce qui correspond bien aux valeurs indiquées par Lacaille dans son mémoire de 1759.

Lacaille critique ensuite les auteurs qui annoncent de meilleures précisions que 4'. Faisant valoir son expérience acquise en mer lors de ses traversées océaniques, il explique que ces annonces montrent que

leurs auteurs n'ont pas de réelle expérience de la mer et des observations nautiques — ce qui, dans la plupart des cas, est exact¹⁹⁸ — : des écarts entre observateurs de l'ordre de 5 à 7' sur des mesures effectuées dans les mêmes conditions sont fréquents.

c) Qu'est-ce qu'une bonne méthode de DLM ? Lacaille propose des critères de choix¹⁹⁹

Lacaille pose (enfin ?) le problème : Qu'est-ce qu'une bonne méthode de détermination des longitudes à la mer ? Quels sont les critères qui font d'une méthode, une bonne méthode ? Et surtout, il formule la question cruciale : De quelle précision a-t-on réellement besoin sur mer dans la longitude ? Lacaille donne SES réponses.

Critère n°1 : *Une bonne méthode est celle qui requiert le plus petit nombre d'observations susceptibles d'une grande précision.* Celle qu'il propose n'exige justement qu'une seule mesure de ce type puisque l'observateur n'observe en principe que la distance lunaire apparente.

Critère n°2 : *Proposer une méthode qui permet la mesure directe de l'arc entrant dans la réduction des observations à la longitude. Le seul angle à mesurer est la distance luni-astrale ou luni-solaire.* La distinction entre mesure directe et indirecte dans les propos de Lacaille sera l'un des objets des débats dans les années suivantes (voir chapitre III.2). Est indirecte, toute méthode n'autorisant la connaissance de la distance lunaire vraie qu'après réduction de plusieurs hauteurs observées des astres. Multipliant ainsi les incertitudes, ces méthodes, aussi simples puissent-elles paraître, doivent, selon Lacaille, être purement et simplement rejetées. La méthode de l'angle horaire de Le Monnier et de Pingré est naturellement visée ici, puisqu'elle ne répond pas aux critères d'une bonne méthode de DLM, fixés par Lacaille.

¹⁹⁸. De nombreux professeurs d'hydrographies chargés d'enseigner le pilotage et la navigation astronomique, n'ont aucune expérience de la mer [Cf. Vergé-Franceschi, 1996 ; Russo, 1958 et 1964 notamment].

¹⁹⁹. Lacaille, 1759, pp. 71 et suiv.

De quelle précision a-t-on réellement besoin sur mer ?

Lacaille clame la confiance qu'il place en cette méthode : connaître sa longitude même à 40 lieues près (220 km environ), n'est pas inutile quand un navire se rend aux Indes Orientales :

[...] je crois qu'on ne sauroit trop engager les Navigateurs à s'y appliquer, ni employer trop de moyens pour leur en faciliter l'usage. Ceux qui vont aux Indes orientales savent aussi très-bien, qu'il leur seroit souvent d'une extrême importance, de connoître leur Longitude à quarante lieues près, quelque grossière que cette détermination paroisse²⁰⁰.

Le souci de simplifier les procédures destinées aux navigateurs apparaît clairement ici dans les propos de Lacaille.

d) Critique des méthodes concurrentes à la méthode des distances

Sur l'instruction des marins : déficience des compétences des marins ou trop grande complexité de ce qu'on leur propose ?

Lacaille introduit une dimension nouvelle dans le débat général sur la condition de l'instruction des officiers et des pilotes dans la Marine royale en France. Les auteurs, nous dit Lacaille, manquent d'expérience maritime et surchargent leur(s) méthode(s) de cas particuliers inutiles, leur attribuant une facilité et une précision illusoires²⁰¹.

Expliquons-nous. Sans être nouvelle dans le milieu maritime, cette remarque l'est au sein des débats entre astronomes de l'Académie. Le Monnier est-il visé ? Ce sont plutôt les professeurs d'hydrographie qui le sont à travers ses propos. Mais c'est aussi l'*Astronomie nautique* de Maupertuis qui est visée : envisageant de multiples problèmes algébriques irréalistes, cet ouvrage s'était révélé totalement inutile dans la pratique quotidienne du navigateur et fut ignoré par les marins. C'est aussi peut-être l'occasion pour Lacaille de se défouler et de soigner sa rancœur de s'être autocensuré en retenant son projet initial

²⁰⁰. Lacaille, 1759, p. 71.

²⁰¹. Voir au début de ce chapitre : c'était déjà le cas dans les textes de Jean-Baptiste Morin. Le plaisir du géomètre ou de l'astronome amateur de théorie, est de s'amuser à imaginer des situations que le marin ne rencontre jamais.

qui était de proposer, dès 1743, de solides considérations sur les distances lunaires, ceci dans l'attente de la parution de l'ouvrage de Maupertuis.

Le parti que prend Lacaille est clair. Les marins ne manquent pas de compétences ; Mannevillette et Chabert sont là pour le prouver. Mais les méthodes qui leur sont proposées, élaborées par des astronomes, ne sont pas (toujours) à leur portée. A bord d'un navire, le marin doit avoir à sa disposition des méthodes simples, rapides et fiables. C'est ce vers quoi doit tendre l'astronome travaillant dans le domaine de l'astronomie nautique. On verra par la suite comment Borda se démarque de la position de Lacaille.

C'est dans cet esprit qu'il faut lire la critique que fait Lacaille de la méthode des distances lunaires qui exige la mesure des distances de la Lune à deux étoiles différentes, dans le but de déterminer la longitude et la latitude de la Lune, à comparer aux valeurs tabulées dans les éphémérides. Lacaille assure que, dans la pratique, il est impossible de réaliser dans un intervalle de quelques minutes ces observations (en excluant la dérive du navire pendant ce temps), sans obliger le pilote à effectuer de longs calculs bien plus compliqués que ne l'exige dans ses principes la méthode employée. Par ailleurs, ces calculs requièrent bien plus de connaissances en trigonométrie sphérique que celles impliquées par la méthode ordinaire, c'est-à-dire celle qu'il préconise²⁰².

Sur les méthodes concurrentes

L'ennemi visé est désigné : il s'agit de Le Monnier, dont il cite, sans le nommer, quelques extraits auxquels il avoue ne rien comprendre. C'est par recoupement avec une lettre que Lacaille écrit à Tobias Mayer le 20 mai 1759²⁰³ que l'on peut identifier Pierre-Charles Le Monnier. Lacaille met en garde Mayer d'utiliser une remarque que Le Monnier avait écrite dans ses *Institutions astronomiques* :

Je serois [...] fâché que vous eussiez tablé sur la certitude des observations faites en mer selon une note de M. Le Monnier que vous cités page 382 du 3^e Tome des Mem[oires]. de Gottingue laquelle contient une assertion des plus fausses : qu'à l'aide du Quartier Anglois on ne s'apperçoit plus du mouvement du vaisseau et qu'on peut

²⁰². Lacaille, 1759, p. 73.

²⁰³. Gapaillard, 1996, lettre 9, du 20 mai 1759, pp. 521-523.

determiner mieux qu'à une minute près, par diverses observations réitérées, le vrai lieu de la Lune²⁰⁴.

Cherchant la signification et la motivation de cette affirmation de Le Monnier, Lacaille pense la trouver dans la manière de mesurer et d'observer la hauteur méridienne du Soleil, mais finit par expliquer que

le mouvement continu du Vaisseau ne permet pas à l'observateur [...] de maintenir le plan de son instrument dans une même position pendant deux ou trois secondes de temps; de sorte qu'on ne peut saisir qu'au vol la réunion des images des objets dont on observe la distance²⁰⁵.

III.4.3. La méthode des distances données dans les *Ephémérides des mouvements célestes*

Lacaille défend sa méthode, présentée comme directe, car il n'est question que de mesurer la distance angulaire Lune-étoile entrant dans le calcul. Selon les critères de Lacaille, le calcul ne reposant que sur une seule observation, l'erreur en est forcément réduite. Les deux observations des hauteurs des astres sont nécessaires, mais l'imprécision sur ces angles n'a pas, selon Lacaille, d'incidence directe sur la longitude. Elle ne dépend presque exclusivement que de la précision des tables de la Lune, précises à 2' près en moyenne à son époque²⁰⁶. Il estime que la précision sur la longitude dans les cas les plus

²⁰⁴. Gapaillard, 1996, p. 522. Citée in extenso par Lacaille, 1759, pp. 73-74. Le passage incriminé par Lacaille est une note de bas de page écrite par Le Monnier dans ses *Institutions astronomiques* (Paris, 1746, p. 320), à propos de la méthode des distances lunaires et l'espoir que représente la correction des tables de la Lune selon le *Saros* de Halley : « *Quand on observe en Mer la distance de la Lune au Soleil ou aux Etoiles fixes, si l'on se sert du nouveau quartier de réflexion inventé par M. Newton, on ne s'aperçoit plus du mouvement du vaisseau, & par conséquent on peut déterminer à mieux qu'à une minute près, par diverses opérations réitérées, le vrai lieu de la Lune de la manière enseignée ci-après page 396 [...]. On aura tout ce qu'on peut désirer pour déterminer les longitudes [...] si les Astronomes nous donnent une suite complète d'observations du mouvement de la Lune pendant une période entière de 18 ans, & supposé qu'ils en publient tout le détail, ou qu'ils nous apprennent seulement, après avoir comparé les Tables aux observations pendant une ou plusieurs périodes, quelles sont les erreurs de ces mêmes tables, dans chaque point de l'orbite lunaire, pendant deux révolutions de l'Apogée ou une révolution des noeuds [...]* ».

²⁰⁵. Lacaille, 1759, p. 74.

²⁰⁶. Lorsque Lacaille écrit ces mots en 1759, les tables de la Lune de Halley ont été rééditées par l'abbé Chappe d'Auteroche, corrigées par Le Monnier en 1754. Tobias Mayer a présenté en 1753 des tables de la Lune dont les écarts tombent à 1' dans la plupart des cas. Clairaut travaille à de nouvelles tables de la Lune qui s'avèreront concurrentielles avec celles de Mayer (voir partie IV).

malheureux ne dépasse pas 3°, ce qui fait 60 lieues à l'équateur (environ 300 km), 52 lieues à une latitude de 30°, 30 lieues sous une latitude de 60° etc²⁰⁷.

La meilleure procédure que propose Lacaille est celle que Mannevillette et lui avaient suivi lors de leur séjour à Rio de Janeiro en février 1751, et que conseillera aussi Borda en 1776²⁰⁸ : le calcul complet de la longitude demandant une heure de temps, le mieux est de réitérer les mesures de manière indépendante et rapprochée, puis de calculer les moyennes, pour espérer obtenir une longitude avec une précision de 1,5°.

Dispositions pratiques pour l'observation des distances lunaires selon l'abbé Lacaille

La méthode suppose qu'on observe la Lune au voisinage de l'horizon, i.e., pour des hauteurs de l'ordre de 0° à 20°, pour deux raisons avancées par Lacaille²⁰⁹ :

1°. Pour une bonne visibilité de l'horizon, invisible si la lune est trop haute.

2°. Parce que les calculs et la méthode graphique qu'il propose, sont basés sur une approximation : la hauteur apparente de la Lune étant faible, son cosinus est très proche de 1. Les corrections en parallaxe s'en trouvent donc simplifiées.

Rappelons la relation classique pour le calcul de la parallaxe de hauteur de la Lune qui entre dans la correction de la hauteur apparente :

$$\text{parallaxe de hauteur} = \text{parallaxe horizontale} \times \text{cosinus}(\text{haut. app. de la Lune})$$

Lacaille oublie de mentionner que si les hauteurs sont trop faibles, les réfractions sont fortes et leurs déterminations théoriques pas encore très fiables²¹⁰.

²⁰⁷. On multiplie la valeur obtenue à l'équateur par le cosinus de la latitude. En adoptant une circonférence de 40 000 km pour l'équateur terrestre, on obtient $40\,000/360 \approx 111$ km par degré de longitude à l'équateur. Pour 3°, l'écart en longitude est équivalent à une distance de $3 \times 111 = 333$ km à l'équateur, etc.

²⁰⁸. Borda et al., 1773, Mém., p. 308 : « Dans toutes les opérations que nous proposons ici, nous pensons qu'il ne faut pas s'en tenir à une seule observation : qu'on en fasse quatre ou cinq, & qu'on en prenne un milieu entre toutes, il est à présumer que les erreurs en se répartissant, s'évanouiront presque, & que l'erreur totale sera beaucoup moindre que ne le seroit celle d'une observation seule & isolée ». (lu le 27 nov. 1776).

²⁰⁹. Lacaille, 1759, p. 86.

Afin d'éviter aux navigateurs de longs calculs, Lacaille suggère une méthode graphique. Pour des soucis de simplification, il se propose d'employer le moins possible de trigonométrie, avec laquelle les navigateurs sont peu familiarisés. La méthode graphique mise au point, très certainement élaborée après son retour du Cap, lors de la révision du *Traité de navigation* de Bouguer entreprise après le décès de ce dernier (le 15 août 1758) et le 17 mai 1760, se veut proche de celles qu'emploient les marins pour trouver les amplitudes du Soleil ou qui servent à calculer la variation du compas magnétique à l'aide du quartier de réduction²¹¹. C'est exactement l'objet des recherches de nombreux prétendants au prix des longitudes britannique et au prix Rouillé de Meslay, travaillant sur le quartier de réduction et sur des quadratures du cercle²¹². Nous revenons plus longuement sur cette méthode graphique de Lacaille dans le chapitre III.3.

III.4.4. L'influence de Lacaille sur les essais en mer de Nevil Maskelyne en 1761

Nous avons dit comment le *Nautical Almanach* publié en 1766, s'inspirait du modèle d'almanach nautique proposé par Lacaille en 1754, et de la présentation générale des tables de la CDT²¹³. Lors de son voyage vers l'île de Sainte-Hélène, dans le but d'observer le fameux passage de Vénus devant le disque du Soleil, Maskelyne examine très sérieusement les propositions de son confrère français sur les méthodes de DLM. Le résultat de ses réflexions est publié dans les *Philosophical Transactions* pour l'année 1762 (Londres, 1763)²¹⁴. Il s'agit d'une lettre accompagnant un mémoire, écrite le 9 septembre 1761 de Sainte-Hélène. Cette lettre ne sera lue à Londres à la Royal Society que les 24 juin et 1^{er} juillet 1762. Maskelyne est donc au beau milieu de son voyage d'essai. Ce texte nous donne ainsi un bon aperçu de ses réflexions sur le sujet. Avant d'examiner ses conclusions sur l'observation des distances lunaires, on peut s'interroger sur les sources dont dispose alors Maskelyne.

A-t-il eu connaissance du mémoire que Lacaille lut en mars et avril 1759 ? Ni le contenu de son mémoire, ni l'état actuel de leurs correspondances, ne le laissent penser. Nous savons que Maskelyne avait avec lui un (ou plusieurs ?) exemplaire de la CDT pour 1761 (paru à Paris en 1759), dans lequel Lalande

²¹⁰. Voir supra, chap. II.1 pour une comparaison des tables de la réfraction au cours du XVIII^e siècle.

²¹¹. Lacaille, 1759, p. 86.

²¹². Voir supra, chap. I.1.

²¹³. Voir supra, chap. II.3.

²¹⁴. Maskelyne, 1762, pp. 558 et 559-577.

avait inséré la méthode graphique de Lacaille²¹⁵. De même disposait-il certainement des EMC de Lacaille pour les années 1755-1765, parues en 1755²¹⁶. Nous ne savons pas s'il était muni d'un exemplaire du *Nouveau traité de navigation* de Pierre Bouguer revu par Lacaille, paru à Paris en 1760. Maskelyne pouvait toutefois se faire une idée très précise de la méthode préconisée par Lacaille sur la manière de traiter les distances lunaires.

Dans cette lettre de 1761, Maskelyne ne fait allusion qu'aux principales dispositions de Lacaille pour les observations des distances lunaires.

Lors de son voyage, Maskelyne dispose d'un excellent octant de Hadley de 20 pouces de rayon, construit par Bird, regardé comme très exact, muni d'un vernier pour les graduations, et de lunettes de Dollond²¹⁷.

Les dispositions pratiques pour l'observation

Comme Lacaille, Maskelyne conclut qu'il est plus efficace d'avoir deux assistants pour effectuer les observations de distances et de hauteurs quasi-simultanément. C'est ce qu'il expérimenta, gardant pour lui la mesure de la distance luni-solaire ou luni-astrale, pendant que ses assistants observaient les hauteurs respectives des deux astres²¹⁸. Remarquons que ces dispositions seront intégrées dans la méthode de Borda (voir ci-après) et feront partie du protocole retenu et reconnu comme le meilleur pour l'observation des distances lunaires, à partir des années 1775-1776.

C'est donc Lacaille et Maskelyne qui sont à l'origine de la fixation d'un protocole d'observation des distances lunaires dans la seconde moitié du XVIII^e siècle.

²¹⁵. CDT pour 1761 (Paris, 1759), pp. 174-193 et tables, pp. 192-193.

²¹⁶. Sadler, 1976.

²¹⁷. Maskelyne, 1762, pp. 559 et suiv.

²¹⁸. Maskelyne, 1762, p. 564.

La gestion des erreurs dues aux observations

Maskelyne suit encore Lacaille lorsqu'il explique qu'une erreur dans l'observation de la hauteur des astres (de l'ordre de 10 à 15', voire un degré) n'influe pas beaucoup sur le résultat final, c'est-à-dire la longitude de l'observateur. Pour éviter les effets d'une réfraction trop forte et encore mal connue, les astres, explique Maskelyne, doivent se trouver à plus de cinq degrés au-dessus de l'horizon²¹⁹.

Seule la distance lunaire doit être l'objet des mesures les plus précises, Maskelyne rejoignant en cela Lacaille comme il est exposé plus haut.

Après avoir détaillé la manière dont les observations sont corrigées de la réfraction et de la parallaxe de hauteur de la Lune²²⁰, Maskelyne convient avec Lacaille et tous les astronomes que le problème essentiel est bien le calcul de la position de la Lune. Il préconise donc le calcul des "lieux de la Lune" pour des intervalles de douze heures, et celui des distances lunaires pour des intervalles de six heures en six heures, afin d'abrégier les calculs. Il suit en cela la proposition de Lacaille sans pour autant mentionner son modèle d'almanach nautique, pourtant reproduit dans les EMC pour 1755-1765²²¹.

Désaccords avec les observations de Lacaille : la conséquence d'un défaut instrumental

Examinant une liste de longitudes calculées à l'aide des distances lunaires par Lacaille entre 1750 et 1754, et lui-même entre le 20 janvier et le 6 avril 1760, Maskelyne relève les écarts qui atteignent 5' sur la longitude de Sainte-Hélène²²².

Cet écart qui paraît si faible compte-tenu du type d'observation, est suffisamment significatif pour que Maskelyne suspecte un défaut de l'instrument employé par Lacaille. C'est à cette occasion que

²¹⁹. Maskelyne, 1762, p. 564.

²²⁰. Voir supra, chap. II.1, et chap. IV.2 sur ces problèmes.

²²¹. Maskelyne, 1762, p. 572.

²²². Remarquons que 5' d'erreur sur la longitude correspond à une dizaine de kilomètres sur la position de l'île. Les discussions portent bien sur la recherche d'une précision idéale, qui est loin d'être celle des cartes nautiques [voir Chapuis, 2000, pp. 133-211].

Maskelyne est le premier à suggérer un défaut d'alignement des miroirs ou des filtres de l'octant de Lacaille, pouvant introduire une petite réfraction de quelques minutes :

[...] I must own I find myself at a lots to account for the great difference found by the abbé De la Caille, in the result of several observations taken by himself, and a friend of his, at land, which ought to agree still nearer with one another than those made at sea. I cannot conceive that such able observers could be liable to an error of 5' in measuring the distance of a star from the Moon's Limb, if their instruments were not faulty. The most likely and the most common cause of error lies in the speculums and dark glasses; for if there are not ground truly parallel, which I am afraid they very often are not, by the common methods, they many easily produce a refraction of some minutes²²³.

Maskelyne conclut ce mémoire en évoquant le succès remarquable de la méthode des distances lunaires dans la nouvelle navigation, et en donne tout le mérite à Newton qui, selon lui, fut le premier à l'envisager :

From the Whole, I congratulate the curious astronomer and ingenious mariner, that the method of finding the longitude, proposed by Sir Isaac Newton, is by the improvement of the Theory, of which he laid the foundation, and, by the great perfection to which our artists have carried the construction of instruments, rendered practicable in our times, at sea as well as at land, to a degree of exactness sufficient to make it of great and valuable utility to the extensive navigation and commerce of our native country²²⁴.

Maskelyne entre en partie dans le débat ouvert par Lacaille en 1759, auquel ce dernier avait apporté une première réponse : **de quelle précision a-t-on réellement besoin en mer ?** Lacaille avait répondu que l'on pouvait se contenter de deux degrés d'incertitude dans la longitude. Cette vision pouvait sans doute gêner les partisans d'une exigence plus grande.

²²³. Maskelyne, 1762, p. 577.

²²⁴. Maskelyne, 1762, p. 577.

En 1762, Maskelyne ne répond pas précisément à cette question, semblant se satisfaire d'une précision d'un degré sur la longitude. Pourtant, quand en 1766 paraîtra pour la première fois le *Nautical Almanac*, il aura fait calculer les distances lunaires à la seconde d'arc près, précision totalement illusoire et extravagante compte tenu de la précision des autres observations et de la précision moyenne des tables de la Lune (une minute d'arc sur ces dernières)²²⁵.

C'est en 1763, avec la parution de son *British Mariner's Guide* que Maskelyne entrera dans le vif du sujet, revenant dans le détail sur un certain nombre de calculs²²⁶. Nous examinons dans le chapitre III.3 la manière dont Maskelyne considère la méthode graphique de Lacaille, à partir de l'étude que D.H. Sadler lui a consacrée en 1976. Il est évident que les conceptions de Maskelyne sur le problème des distances lunaires sont presque entièrement inspirées des idées de Lacaille. Peut-être faut-il voir dans sa capacité à produire des calculs de haute précision, une démarche carriériste pour se placer dans la course au titre d'astronome royal, ce qu'il deviendra effectivement en 1765, en même temps qu'il sera nommé membre du *Board of Longitude*.

²²⁵. Sadler, 1976, pp. 118-119.

²²⁶. Sadler, 1976, pp. 115-119.

Figure III.1.2a : Le modèle d'almanach nautique proposé par Lacaille [1759, p. 98]. Les distances lunaires sont calculées de quatre heures en quatre heures [Archives de l'Académie des Sciences]. A comparer avec l'extrait du *Nautical Almanac* pour 1772 où les distances sont calculées de trois heures en trois heures.

Figure III.1.2b : Extrait du *Nautical Almanac* pour 1772 [d'après Howse, 1980].

*S'il faut savoir cela pour être Capitaine, jamais nous ne le serons.
Prendre la Lune avec la main ou faire ce calcul, c'est la même difficulté pour nous*²²⁷

IV. LA CODIFICATION D'UNE MÉTHODE POUR LES ÉLITES : LA MÉTHODE DE BORDA

L'idée que la méthode des distances lunaires est une méthode réservée aux élites n'est pas nouvelle. Elle a déjà été relevée par les historiens de la Marine²²⁸. M. Vergé-Franceschi a montré combien les réformes entreprises pour améliorer l'instruction des Gardes de la Marine sous Choiseul et poursuivies jusqu'à de Castries en 1786, sont restées sans effet²²⁹. Ainsi dénonce-t-on dans la Marine des années 1771-1773, le « relâchement », le « peu de travail », le « manque d'assiduité, de vigilance et de fermeté des officiers subalternes »²³⁰. Vergé-Franceschi souligne aussi que le débat dépasse le seul cadre de la formation scientifique. Il est aussi social et oppose les tenants d'une Marine au recrutement exclusivement nobiliaire, aux partisans d'une Marine qui ferait confiance à des hommes qui ne sont pas nécessairement issus des gardes-marine, comme Bougainville qui cristallise le type même du navigateur qui n'est pas entré dans le moule classique des Officiers de la Marine, mais aussi comme les Borda, les Berthoud, les Pingré etc., tous contribuant aux progrès de la Navigation²³¹. D'autres auteurs ont souligné les déficiences de l'enseignement de l'hydrographie, qui n'a pas contribué à diffuser les méthodes de la nouvelle navigation dans la Marine marchande²³².

²²⁷. AN, MAR, G96, fol. 43v°.

²²⁸. Chapuis, 2000, pp. 80-82 ; Vergé-Franceschi, 1996, pp. 370-375.

²²⁹. Vergé-Franceschi, 1996, pp. 370-373. Voir notre annexe sur les différentes ordonnances de la Marine concernant l'instruction des Gardes de la Marine.

²³⁰. Vergé-Franceschi, 1996, p. 373.

²³¹. Vergé-Franceschi, 1996, pp. 373-375.

²³². Dainville, 1956; Russo, 1964; Hahn, 1964; Vergé-Franceschi, 1986a; Lamandé, 1991; Boistel, 1999; Fauque 2000, notamment.

Malgré la formidable vitrine que représentent les expéditions scientifiques et les voyages de circumnavigation entre 1760 et 1790, la conjugaison des inerties sociales, des déficiences de la formation, des hésitations étatiques, de l'instabilité ministérielle et de l'incompétence de certains des ministres qui se sont succédé, explique la situation délicate dans laquelle se trouve la Marine Française dans la seconde moitié du XVIII^e siècle.

IV.1 BORDA, LE VOYAGE DE *LA FLORE* ET LES DISTANCES LUNAIRES

Le voyage de la frégate *La Flore* est certainement le plus connu des voyages scientifiques d'essais des montres marines, tant par ses succès et ses résultats, que par la personnalité dominante de Jean-Charles de Borda.

IV.1.1. Jean-Charles de Borda et le voyage de *La Flore* : un terrien devenu l'une des figures symbole de la navigation scientifique

Jean-Charles de Borda (Dax, 1733 - Paris, 1799)²³³ ne se destinait pas initialement à la Marine. C'est à l'Ecole du Génie de Mézières que Borda fait ses débuts²³⁴. Ses premiers travaux en mathématiques le dirigent vers la mécanique des fluides, ainsi que les machines mécaniques et leurs applications dans la construction navale. Ce n'est qu'en 1767, qu'il entre dans la Marine, en étant nommé lieutenant de port à Brest. Adjoint géomètre de l'ARS depuis le 27 juin 1759, Borda est élu associé géomètre le 30 juin 1768. Il devient membre de l'Académie de Marine à Brest lors de la refonte d'avril 1769. Cependant, comme le signale M. Pène (1999), une partie du corps de la Marine à Brest regarde d'un œil soupçonneux ce « terrien » qui, hors du parcours classique de recrutement, veut entrer dans le corps très fermé des officiers. C'est en qualité de Lieutenant de Vaisseau et de commissaire de l'Académie des Sciences que Borda va participer au grand voyage scientifique à bord de la frégate *La Flore*.

Ce voyage plusieurs fois différé est à replacer dans le contexte du prix Rouillé de Meslay pour le prix double des années 1771 et 1773. Le sujet du prix déjà proposé par l'Académie le 5 avril 1769 et complété

²³³. Pène, 1999; Provost, 1999; Vergé-Franceschi, 1996, p. 415.

²³⁴. Belhoste, 1997, pp. 40-45.

pour le prix de 1771, était : *Déterminer la meilleure manière de mesurer le temps à la mer [...] les montres et pendules et instruments qui seront présentés n'éprouvent pas un dérangement de plus de deux minutes en six semaines afin qu'elles puissent donner la longitudes à un demi-degré près pendant cet espace de temps*²³⁵. Ce voyage qui allait voir le succès des montres marines françaises de Berthoud et Leroy procurait aux marins une solution alternative aux distances lunaires et aux méthodes astronomiques complexes, plus simple et plus expéditive, selon les mots mêmes de Borda²³⁶.

Après quelques retards dont nous avons exposé les circonstances par ailleurs (supra, chap. I.1), *La Flore*, commandée par Verdun de la Crenne, appareille enfin le 29 octobre 1771 et quitte Brest pour un long voyage qui devait amener les savants embarqués, — le P. Pingré, des officiers savants tels que Borda, Verdun de la Crenne, l'enseigne Grandchain —, vers Cadix, le Cap-Vert, La Martinique, Terre-Neuve, l'Islande, le Danemark. Après une année de navigation et d'observations astronomiques, *La Flore* était de retour à Brest le 10 octobre 1772. L'expédition emportait de nombreux instruments à tester en mer²³⁷ : deux montres de Leroy, une de Berthoud, des horloges des artisans Biesta et d'Arsandeaux, prétendants au prix Rouillé de Meslay, plusieurs sextants et octants de fabrication britannique²³⁸, un mégamètre construit par de Charnières²³⁹, des lochs, des compas magnétiques, etc. Le travail fut intense, et les observateurs nombreux. Le choix de *La Flore* n'était pas innocent. Cette frégate était un véritable navire laboratoire à bord duquel nous dit Borda,

[...] il se soit fait le plus d'observations, le plus de calculs dans le cours d'une seule campagne ; Officiers, Gardes de la Marine, Pilotes, & mêmes quelques Timmoniers, tous observoient, tous calculoient, autant que le service essentiel du Navire le pouvoit permettre²⁴⁰.

²³⁵. Voir supra, chap. I.1 ce que nous avons dit sur le prix Rouillé de Meslay.

²³⁶. Borda et al., 1777, Mém., p. 306.

²³⁷. Voir Borda, 1777, pp. 260-263 pour un exposé détaillé des instruments et de leur précision.

²³⁸. Chapis (2000, p. 56-58) souligne bien que les instruments en usage en France sont essentiellement de fabrication britannique, notamment lors du voyage de *La Flore*.

²³⁹. Voir D. Fauque, actes du Colloque *Longitudes* des 4-5-6 mai 2000 à Brest, à paraître.

²⁴⁰. Borda, 1777, p. 302.

Le compte rendu fut l'objet de plusieurs mémoires. Nous nous sommes basés sur celui présenté par Borda le 27 novembre 1776, texte on ne peut plus synthétique, et publié dans le volume de l'Histoire de l'ARS pour l'année 1773, alors en cours d'impression²⁴¹.

IV.1.2. Les conclusions de Borda sur la manière d'observer les distances lunaires

A l'issue de leur dense voyage, Borda et ses compagnons parviennent aux conclusions suivantes²⁴² :

- de tous les instruments d'observation, quelles que soient leurs qualités respectives, *l'usage du sextant est de tous les jours* (p. 306); octants et sextants sont des instruments qui vont de pair et qui doivent équiper tous les navires (pp. 306-307);

- la comparaison de la DLM à l'aide des distances lunaires et des montres marines a conduit à des écarts maximaux de un degré ;

- la longitude a le plus souvent été déterminée à un degré près, parfois moins, l'incertitude principale provenant de l'erreur courante d'une minute d'arc des tables de la Lune ;

- le meilleur protocole consiste à ce que trois observateurs observent en même temps, au même instant, la hauteur du Soleil ou de l'étoile, la hauteur de la Lune, et la distance entre la Lune et l'astre choisi (p. 263), pour éviter les calculs de réduction des observations au même instant ;

- la longitude est calculée sur la moyenne d'une série d'observations (p. 263 et p. 308) ;

- lorsqu'un observateur est seul pour mesurer les hauteurs et les distances, le tout est rapporté à une montre à secondes. Un calcul simple d'interpolation permet de ramener les hauteurs à l'instant de la distance observée ;

- les procédures suivies se sont montrées plus rapides que les préceptes donnés dans le *Nautical Almanac* britannique (p. 263).

²⁴¹. HARS 1773 (Paris, 1777), Mém., pp. 258-334.

²⁴². Borda, 1777, pp. 261-263 et 305-309.

IV.1.3 Jugements de Borda sur les distances lunaires selon Lacaille

L'imprécision des tables de la Lune n'explique pas toutes les limitations de la méthode des distances lunaires. Encore faut-il que les observateurs disposent de bons instruments, sachent les régler et les utiliser. C'est en ce sens que l'on peut envisager ce témoignage lu dans un mémoire anonyme conservé aux Archives Nationales, datant des années 1770-1780 illustrant ce problème :

Il est assez ordinaire de se plaindre de l'imperfection des tables de la Lune ; il seroit plus raisonnable de rejeter le blâme sur les mauvais instrumens et les mauvais observateurs²⁴³.

a - Les « mauvais » instruments de Lacaille

Les premiers doutes sur les idées assez strictes de Lacaille quant à la précision maximale que le navigateur peut attendre des distances lunaires (4' minimum) ont été émis assez rapidement et les astronomes ont attribué ces conceptions sévères à un défaut des instruments (octant et sextant) avec lesquels Lacaille observait. Déjà, à la fin des années 1750, James Bradley et Tobias Mayer avaient émis des doutes sur la qualité de son sextant en examinant les tables de la réfraction de Lacaille. La correspondance qu'échangent Lacaille et Mayer à la fin des années 1750 est riche de discussions sur ce sujet²⁴⁴. Il fallut attendre 1767 pour que Lalande supprime les tables erronées de Lacaille pour les remplacer par celles de Bradley²⁴⁵. Nous avons évoqué plus haut comment Maskelyne en 1762, suspectait un défaut de l'octant que Lacaille employait dans ses observations à la mer.

Rappelons que l'instrument mis en cause dans les travaux sur la réfraction était un sextant de six pieds (parisiens), construit en 1750 par Claude Langlois (v. 1700 - v. 1756), dont Lacaille s'était servi au

²⁴³. AN, MAR, 3 JJ 10, pièce 24, « Mémoire sur les corrections à faire aux observations de la Lune pour trouver la longitude », 1 ff. (2 pp.), s.l.n.d. Le texte fait explicitement référence aux éphémérides françaises donnant les distances de trois heures en trois heures : elles apparaissent dans la CDT de 1774 éditée par Lalande. Le discours est technique et porte sur l'appréciation du contact observé Lune-étoile.

²⁴⁴. Voir Gapaillard, 1996, notamment les lettres de l'année 1758 [2, 4, 6, 7] où Mayer suspecte les réfractions de Lacaille et où ce dernier discute de l'instrumentation et de ses qualités.

²⁴⁵. Gapaillard, 1996, note 64, p. 504. Voir aussi Jeurat, CDT pour 1776 (Paris, 1774), p. 218-220 pour la comparaison des tables de Cassini, Lacaille et Bradley.

cap de Bonne-Espérance. L'arc de ce sextant était trop long de 10 à 12" ²⁴⁶ faussant ainsi les valeurs de la réfraction²⁴⁷. Ce défaut était-il connu de Lacaille ? Lorsque Mayer suspecte les déterminations des réfractions de Lacaille, Lacaille défend les qualités de son instrument dans une lettre datée du 10 juin 1758²⁴⁸. Au delà des qualités de cet instrument, c'est sa probité scientifique qui est en jeu :

[...] Ce que j'en dis icy n'est que pour faire voir que si l'astronome ne verifie pas par lui-même les divisions de son Instrument il n'est pas bien fondé à rejeter sur les autres Instrumens, les differences qui se rencontrent dans les observations. Le mien a été divisé en ma présence avec les soins les plus scrupuleux : Je l'ai vérifié en diverses manières, cependant je ne voudrois pas en repondre comme d'un Instrument parfait²⁴⁹.

Mais quoi qu'en pense Lacaille, son instrument est bel et bien défectueux.

Entre les écrits de Lacaille sur les longitudes, entre 1754 et 1760, et les travaux menés à bord de *La Flore*, les constructeurs d'instruments avaient faits de grands progrès dans la fabrication des octants et des sextants, apportant un soin particulier aux graduations. Critiquant un mémoire que le P. Pezenas avait soumis au ministre de la Marine en décembre 1773, le P. Boscovich, entamant alors sa carrière de directeur de l'optique de la Marine, écrivait en effet²⁵⁰ :

Je fais peu de cas du témoignage de M. De La Caille qui craignoit une erreur de quatre minutes, car depuis ce tems, la construction de ces instrumens a acquis un bien plus grand degré de perfection; et dans son voyage sur mer, il n'avoit pas d'instrument de ce genre, ni même d'assez parfait pour ce tems-là²⁵¹.

²⁴⁶. Gapailard, 1996, note 75, p. 509 et note 82, p. 514.

²⁴⁷. Voir supra, chap. II.1, en particulier la table II.1.1 située en fin de chapitre où sont comparées diverses tables de la réfraction.

²⁴⁸. Lettre de Lacaille à Mayer de Paris le 10 juin 1758 [Gapailard, 1996, lettre [6], pp. 507-512].

²⁴⁹. Lettre de Lacaille à Mayer de Paris le 26 juillet 1758 [Gapailard, 1996, lettre [7], pp. 513-514].

²⁵⁰. Voir notre étude à paraître dans la R.H.S., 2001, « Deux documents inédits des RR. PP. Jésuites R. boscovich et Pezenas concernant les longitudes en mer ».

²⁵¹. AN, MAR, G91, fol. 184.

Quelques mois auparavant, Borda, Pingré et Verdun de la Crenne signaient un autre rapport sur un mémoire du P. Pezenas. Après avoir discuté des termes de ce mémoire, ils achevaient leur rapport en concluant :

[...] les expériences multipliées faites dans ces derniers tems et principalement dans la frégate La Flore ont prouvé que M. l'abbé de La Caille n'avoit pas une opinion juste sur la méthode de déterminer les longitudes par les distances de la Lune au Soleil ou aux étoiles²⁵².

En 1798, Borda et Pierre Lévêque²⁵³, dressant un panorama des recherches entreprises sur le calcul des longitudes en mer, jugeront encore plus sévèrement la qualité des instruments employés à la mer par Lacaille lors de son voyage au cap de Bonne-Espérance :

Il donna l'estimation des erreurs dont il la jugeoit susceptible, mais cette estimation prouve que les instrumens à réflexion dont cet astronome étoit muni, étoient infiniment médiocres, pour ne pas dire mauvais; aussi ses calculs ne sont-ils plus applicables à l'état actuel des instrumens²⁵⁴.

De mauvais instruments en calculs erronés, il n'y a qu'un pas à franchir, que franchissent allègrement Borda et Lévêque en jugeant « stérile » la manière dont Lacaille traite de la méthode des distances lunaires :

Cependant quoique La Caille n'ait pas obtenu tout le succès que la méthode comporte, et qu'elle ait été en quelque sorte stérile entre ses mains, l'expérience n'en a pas moins confirmé les justes espérances qu'il fondoit sur elle²⁵⁵.

Voilà une manière de rétablir une certaine justice ! Si Lacaille n'a pas bien envisagé la méthode des distances lunaires, au moins a-t-il contribué à la répandre. Remarquons que ces deux auteurs ignorent

²⁵². AN, MAR, G91, fol. 173v°, avril 1773.

²⁵³. Supra, chap. II.1 et voir la suite.

²⁵⁴. Borda et Lévêque, 1798, p. 467.

²⁵⁵. Borda et Lévêque, 1798, p. 467.

totalément les contributions de Mannevillette à la réflexion de Lacaille. L'ignorent-ils vraiment ou la jugent-ils secondaire ou insignifiante ?

b - Borda à l'assaut de l'image historique de Lacaille

Ainsi nous assistons à une véritable opposition à distance entre Borda (et son disciple Lévêque) et Lacaille. Comment expliquer que Borda juge « stérile » la manière dont Lacaille fit usage de la méthode des distances lunaires alors qu'il écrit par ailleurs que Werner, Apianus et Gemma Frisius — ignorant pourtant tout des corrections de parallaxe et de réfraction, ainsi que des problèmes liés au mouvement horaire de la Lune — « *avaient une connaissance parfaite du problème* »²⁵⁶ ? Borda et Lévêque auraient-ils eu la volonté de mettre à mal l'image flatteuse de Lacaille, astronome réputé précis et solide ? L'exagération des propos de Borda et de Lévêque appelle quelques éclaircissements. Une réponse partielle nous est donnée par ces deux auteurs, idéalisant l'apparition de Borda dans l'histoire de l'Astronomie nautique :

Depuis la mort de La Caille, la science des longitudes avoit fait bien peu de progrès en France ; peu de personnes s'en occupoient, et les bons instrumens étoient rares. C'est aux environs de cette époque que le C^{en} Borda entra dans la Marine. Il en embrassa toutes les parties. Par son exemple et par ses travaux, il a contribué, plus que qui que ce soit, à répandre dans la marine française le goût de ces observations. Il donna naissance à l'instrument circulaire qui porte son nom ; il perfectionna et simplifia les méthodes de calcul²⁵⁷.

Ainsi, Borda revendique-t-il la paternité des « bonnes méthodes » de DLM minimisant ainsi les travaux de Lacaille.

²⁵⁶. Borda et Lévêque, 1798, p. 467.

²⁵⁷. Borda et Lévêque, 1798, p. 468.

IV.2 CODIFICATION ET DIFFUSION DE LA MÉTHODE DE BORDA

IV.2.1. Les *Dispositifs de calculs pour les distances lunaires observées*

Les conclusions du voyage de *La Flore* conduisent Borda, et sans doute ses compagnons de voyage, à examiner sous quelle forme les calculs à effectuer pouvaient être présentés afin de simplifier la réduction des observations à la longitude de l'observateur.

Depuis 1767, le *Nautical Almanac* propose plusieurs moyens de réduire les calculs par l'emploi de nombreuses tables qui « *si détaillées & si simples pour l'usage, qu'un pilote, sans savoir l'astronomie ni le calcul, peut, en une demi-heure de tems, trouver la longitude en mer à un degré près* »²⁵⁸. Ces dispositions, qui n'exigent pas du Pilote la connaissance de la théorie, ne doivent pas plaire à un Borda — formé à l'Ecole du Génie de Mézières²⁵⁹ — qui va chercher un moyen de concilier difficultés et pratique des calculs.

Il y parvient assez vite, puisque un modèle de disposition des calculs est rapidement diffusé, vraisemblablement à partir de Brest. Nous avons signalé dans le chapitre II.3 comment avait été publiée à Brest, une brochure d'une page intitulée *Dispositifs de calculs pour les distances lunaires observées*²⁶⁰. Selon l'historien de l'Académie de Marine, A. Doneaud du Plan, l'Académie brestoise en achète 200 exemplaires le 1^{er} juin 1775, et charge l'hydrographe Blondeau d'en envoyer 24 dans différents ports²⁶¹.

La figure suivante (fig. III.1.3) représente l'un de ces modèles de disposition des calculs exigés par la méthode de Borda, employé par l'ingénieur cartographe du Dépôt de la Marine en 1791, Charles-François Beautemps-Beaupré, le grand cartographe auquel Oliver Chapuis (1997 et 2000) a consacré une remarquable thèse. Beautemps-Beaupré est d'ailleurs l'un des plus nobles exemples d'officier savant de l'élite navigante employant couramment les distances lunaires pour la rectification des cartes nautiques.

²⁵⁸. *Encycl. Method. Math.*, 1785, II, p. 335 (Lalande).

²⁵⁹. Belhoste, 1997, op. cit., pp. 40-41.

²⁶⁰. Cet ouvrage n'est pas connu. Peut-être est-il la première version de la *Méthode de Borda. Calcul de longitude* [imprimé destiné à être rempli à Bord], 1814, Paris, V^{ve} Courcier, in-4°, 1 p. [BN, VP-3086] [Doneaud, 1881, LXVIII, p. 155].

²⁶¹. Doneaud, 1881, LXVIII, p. 155. Voir supra, chap. II.3.

Figure III.1.3 : Modèle de disposition des calculs selon la méthode de Borda, emporté par Paul-Edouard de Rossel lors de l'expédition de d'Entrecasteaux à la recherche de La Pérouse. Le formulaire est rempli par l'ingénieur cartographe Charles-François Beautemps-Beaupré (1766-1854)²⁶². [Archives Nationales ; d'après Chapuis, 2000, p. 341].

²⁶². Voir l'excellent ouvrage d'Oliver Chapuis (2000) sur cet hydrographe qui contribua à fonder la cartographie nautique moderne.

IV.2.2. Un disciple de Borda de la première heure : Pierre Lévêque

Le 18 juillet 1775, le jeune professeur d'hydrographie nantais Pierre Lévêque²⁶³ envoie à l'Académie Royale de Marine²⁶⁴ un mémoire dans lequel il présente l'ébauche d'un travail plus vaste : la recherche de moyens d'abrèger les calculs requis pour le calcul des angles horaires et azimutaux, dans le but de simplifier davantage les méthodes de détermination des longitudes à la mer. Examiné par Duval-le-Roy, Fortin et Blondeau, le rapport favorable est remis le 3 août : les commissaires encouragent vivement Lévêque à poursuivre le travail entrepris²⁶⁵. Pierre Lévêque accusera réception de cette approbation dans une lettre datée de Nantes le 17 août 1775²⁶⁶, accompagnée des détails sur les procédés employés dans ses calculs et de son souhait de toujours rechercher des solutions pratiques et efficaces. C'est à cette époque que Lévêque débutera comme calculateur auxiliaire de la CDT.

Ces débuts encourageants poussent Pierre Lévêque à présenter le 30 mai 1776 à l'ARM son *Guide du navigateur* traduction et vaste adaptation d'un ouvrage anglais (de M. Sudlam) sur la navigation. Le rapport est signé Blondeau et Fortin, lu le 27 juin 1776²⁶⁷. Il est si favorable que le 8 juillet 1776 les lettres de correspondance de Duval-le-Roy lui sont accordées²⁶⁸. Fort de cette reconnaissance, le 25 juillet 1776, Pierre Lévêque communique un autre mémoire présentant *deux dispositifs de calculs pour la détermination des longitudes à la mer* qui est examiné favorablement par Blondeau et Duval-le-Roy le jour même, et suscite un intérêt grandissant pour les travaux du mathématicien nantais. Reconnaisante, l'ARM lui accorde le 24 octobre 1776 l'impression du *Guide du Navigateur* sous son privilège !

L'ouvrage sera publié un peu plus d'un an plus tard, sous le titre *Guide du navigateur, ou Traité de la pratique des observations et des calculs nécessaires au navigateur*, imprimé et publié à Nantes chez Despillay en 1778, un in-octavo de 600 pages à propos duquel Lalande écrira :

²⁶³. Voir chap. II.2 sur l'engagement de Pierre Lévêque dans le calcul des tables du nonagésime pour la CDT et une petite notice sur ce mathématicien. Voir aussi notre notice biographique à paraître dans le D.B.F.

²⁶⁴. SHM Vincennes, ARM 89, *Lettres lues en séances de l'Académie* [non paginé], lettre du 18 juillet 1775, 26^e séance.

²⁶⁵. SHM Vincennes, ARM 76, *Tome I des Mémoires des correspondants et étrangers de l'Académie*, fol. 289.

²⁶⁶. SHM Vincennes, ARM 89 [n.p.], lettre du 17 août 1775, lue à la 31^e séance de l'Académie.

²⁶⁷. SHM Vincennes, ARM 77 (*Tome II des Mémoires etc.*), fol. 1.

Cet ouvrage est le plus étendu, le plus complet et le plus commode qu'ont ait donné jusqu'ici, pour les méthodes des longitudes en mer et les autres objets relatifs aux observations. On y trouve aussi toutes les tables dont l'astronome a besoin sur la mer²⁶⁹.

Le jugement de Lalande élude le fait que cet ouvrage mathématiquement complet, est d'un niveau élevé, très certainement supérieur au niveau des cours que Lévêque dispensait régulièrement à Nantes. Au-delà du manuel de navigation, témoin des connaissances de son époque, c'est comme un ouvrage destiné à se faire connaître et remarquer par les Académies qu'il faut tout d'abord considérer le *Guide du navigateur* de Pierre Lévêque. Son objectif sera d'ailleurs atteint, puisque Lévêque obtiendra les lettres de correspondance de l'Académie de Brest, tremplin pour sa future carrière d'examinateur de la Marine (en 1787). Devenu correspondant de l'ARS et de Bory le 20 août 1783, Pierre Lévêque sera élu membre de l'Institut de France le 26 mars 1801, après y avoir été associé le 28 février 1796.

Un modèle de calcul de Longitude

L'ouvrage de Pierre Lévêque est l'un des tout premiers à intégrer les nouveaux procédés de disposition des calculs comme dans l'exemple de la planche ci-après reproduisant un modèle complet de calcul d'une longitude. On peut voir au centre de cette planche la disposition des calculs selon la « méthode de M. Borda », illustrant l'ensemble des calculs exigés par la méthode des distances lunaires.

On est loin d'une méthode simplifiée à destination du commun des navigateurs chère à Lacaille.

²⁶⁸. SHM Vincennes, ARM 92, fol. 148. Pierre Lévêque remercie l'ARM pour son élection de correspondant dans une lettre datée du 27 juillet 1776 (SHM Vincennes, ARM 92, fol. 147).

²⁶⁹. Lalande, 1803, BA, p. 564.

IV.2.3. Diffusion de la méthode de Borda dans la CDT

Nous reproduisons en annexe l'exposé très clair, précis et très didactique de Jeurat, publié dans la CDT²⁷⁰ pour l'année 1779, publié à Paris en 1777, en même temps que l'ouvrage de Pierre Lévêque cité plus haut. Les exemples sont suffisamment détaillés pour qu'il soit inutile de commenter davantage ce document. On peut simplement remarquer la longueur et la difficulté des calculs qui exigent de l'utilisateur une grande patience et de solides compétences dans le domaine du calcul.

La méthode, très pédagogique, a du bon : reproduire systématiquement le même type de calcul, afin de s'y habituer et qu'il tombe ainsi dans le domaine de la routine. N'était-ce pas le but recherché depuis plusieurs décennies ? C'est cependant à cette idée de routine que Borda s'opposera comme on le verra plus loin.

C'est donc entre 1775 et 1776, sous l'influence de l'Académie brestoise, que la « méthode de Borda » s'impose auprès des astronomes et des officiers savants influents — ceux du Bureau des cartes et plans, Fleurieu notamment —, codifiant un modèle de calcul des distances lunaires qui figurera dans tous les manuels de la fin du XVIII^e siècle et au moins jusque dans les années 1820. Nous avons pour comparaison reproduit quelques pages du *Cours d'Observations Nautiques* du P. Ducom, publié à Bordeaux en 1820. La forme est identique. Les manuels des années 1850 sont d'une autre époque, comportant déjà les notations habituelles et usuelles des traités de navigation modernes²⁷¹.

C'est sous la forme vulgarisée par Lévêque que la méthode sera diffusée par Lalande dans l'*Encyclopédie méthodique mathématiques*, (1785, II, pp. 335-336) que nous donnons en annexe. Lalande précise que le calcul ne demande que 17 minutes, sans indiquer si le calculateur capable de cette performance est un astronome ou un officier de la Marine...

²⁷⁰. CDT pour 1779 (Paris, 1777), pp. 213-223.

²⁷¹. Voir Caillet, V., 1857, *Traité élémentaire de navigation à l'usage des officiers de la marine marchande et de la marine du commerce*, Paris, Robiquet [coll. personnelle].

IV.3 REGARDS SUR LA MÉTHODE DE BORDA : UNE MÉTHODE POUR LES ÉLITES

IV.3.1. Borda, le cercle répétiteur et les distances lunaires

Borda assura les années suivantes la convergence de la théorie et de la pratique, en améliorant le cercle répétiteur que Tobias Mayer avait inventé en 1753. Sans doute faut-il voir dans cette démarche la marque de sa formation à l'Ecole du Génie de Mézières²⁷². Cet instrument avait été testé en mer plusieurs fois, par le capitaine John Campbell — l'inventeur du sextant en 1757 — à bord du *Royal Georges* lors de traversées effectuées entre 1757 et 1759. Mais le cercle de Mayer n'avait pas emporté l'adhésion des navigateurs²⁷³. Sylvie Provost a récemment complété nos connaissances sur les travaux de Borda, notamment lors de son voyage à but géographique, à bord de *La Boussole*, vers les îles Canaries²⁷⁴.

La *Description et usage du cercle de réflexion* de Borda, parue à Paris en 1787 et rééditée plusieurs fois (1802 et 1816), vient compléter la théorie de la méthode des distances lunaires²⁷⁵. Il y donne de très nombreux exemples détaillés dans tous les aspects de l'utilisation de son instrument pour les observations nautiques. En améliorant la disposition du miroir, le dispositif de mesure des angles, et le protocole même de mesure, Borda a produit un instrument précis et adapté à la méthode des distances lunaires. Dès lors, la précision que les marins peuvent attendre sur la longitude ne dépend plus que de celle des tables de la Lune fournies par les astronomes. L'instrument sera plus tard amélioré par l'ajout d'une seconde lunette, ce qui n'est pas le cas sur le cercle répétiteur présenté dans l'ouvrage de Borda, en 1787 et en 1802²⁷⁶.

²⁷². Belhoste, 1997, op. cit., p. 41.

²⁷³. Provost, 1996. Stimson, 1996, p. 82. Voir Borda, 1802, pp. 7-12 pour la description de l'instrument de Mayer, publiée en 1767, à Londres, dans un appendice à sa *Theoria Lunæ*.

²⁷⁴. Provost, 1996 et 1999.

²⁷⁵. Marguet (1931, pp. 235-236) apporte des éclaircissements sur les calculs de Borda ; il signale que celui-ci employait une méthode compliquée et qu'il n'avait curieusement pas choisi la voie la plus simple.

²⁷⁶. Borda, 1787, 1802, pl. II. (Voir notre annexe et les illustrations des divers instruments employés en mer.)

IV.3.2. Une méthode pour les élites conjuguée à un enseignement de l'hydrographie déficient

Munis de modèles de calculs, d'un instrument adapté et de tables de la Lune dont la précision ne fait que croître à cette époque avec les travaux de Laplace notamment (voir partie IV), on peut penser que les navigateurs applaudissent et que la méthode des distances lunaires se répand dans leur pratique quotidienne.

C'est sans compter sur le manque d'efficacité de l'enseignement de l'hydrographie en France à la fin du siècle²⁷⁷. Malgré les volontés royales de développer une formation de qualité, objet de nombreuses réformes, cet enseignement pourtant très tôt structuré n'a pas fourni les résultats à la hauteur de ses ambitions et des moyens déployés²⁷⁸.

Un ensemble de raisons convergent et expliquent ce décalage entre la volonté étatique de hausser, en les égalisant, les niveaux de formation des officiers de la Marine Royale d'une part et des capitaines marchands d'autre part, et les résultats de cette formation. M. Vergé-Franceschi (1986a ; 1996) a souligné la volonté du siècle d'isoler le garde-marine dans un objectif de prévention contre tous les dangers — les maladies, les mauvaises compagnies —; le manque d'expérience des enseignants quant au service en mer; et surtout un enseignement inadapté à la fois au but poursuivi car il est souvent déconnecté des pratiques, et aux modestes connaissances exigées des gardes-marine lors de leur recrutement et bien éloigné du niveau requis pour suivre avec profit un cours abstrait où dominant les mathématiques. En effet, il est seulement demandé au gentilhomme désirant entrer dans les Compagnies des Gardes-marine de savoir lire et écrire et de connaître les quatre opérations arithmétiques, et encore, dans la pratique, le niveau réel des recrutés est-il souvent en-deçà de ce minimum élémentaire²⁷⁹.

Déjà, dans une lettre adressée au P. Pingré le 12 janvier 1775, Pierre Lévêque manifestait son irritation devant les mauvaises habitudes des capitaines marchands. Il les suspectait de négliger les observations astronomiques et de ne s'attacher qu'à une « estime » grossière de la marche du navire²⁸⁰.

²⁷⁷. Taillemite, 1986; Vergé-Franceschi, 1986a; Julia, 1989; Bret, 1994, pp. 34-39; Boistel, 1999; Fauque, 2000.

²⁷⁸. Voir l'excellent article de Vergé-Franceschi, 1986a à ce sujet.

²⁷⁹. Voir Vergé-Franceschi, 1986a, 1996.

²⁸⁰. Boistel, 1999, pp. 258-259. Lettre conservée dans les papiers du P. Pingré, Bib. Ste Geneviève, Ms 2251, fol. 24-25.

Si le maréchal de Castries introduit le 1^{er} janvier 1786, une réforme positive concernant les écoles d'hydrographie, la formation des officiers et la réception des capitaines marchands, peut-être en partie inspirée des réflexions de Pierre Lévêque, futur examinateur des écoles d'hydrographie²⁸¹, les résultats se font attendre.

Le tableau que dresse le futur ministre de la Marine, Claret de Fleurieu en 1788 est révélateur des problèmes qui se posent dans la diffusion des connaissances en astronomie, auprès des marins marchands. Fleurieu témoigne, dans une lettre adressée au comte de la Luzerne²⁸², de la difficulté éprouvée par les capitaines marchands à se familiariser avec la méthode de Borda. Ce faisant, il met l'accent sur le niveau trop faible de leur formation²⁸³. Dressant l'inventaire des procédés retenus pour trouver la marche d'un navire, Fleurieu évoque la méthode des distances lunaires qui exige de bons instruments et de bons calculateurs. Si les bons instruments sont chers, explique-t-il, ce n'est qu'une question d'argent. Mais,

[pour] un calculateur c'est bien différent. Les anglais ont employé leurs calculateurs à des tables qui forment un volume d'une grosseur énorme où l'on trouve les calculs tout faits. Les Capitaines marchands ne peuvent en faire usage; ils s'effroient à l'aspect de l'immensité de ces calculs, où il faut chercher celui qui leur convient, quelques règles de proportion qu'il y a à faire, les signes plus et moins des ératas &c²⁸⁴.

Rappelons qu'à cette époque, la CDT est l'objet d'une réforme, destinée à transformer les éphémérides de l'Académie en un véritable almanach nautique, lequel, vendu au plus bas prix, serait accessible aux Capitaines marchands²⁸⁵.

Fleurieu continue en présentant les dispositions pratiques de la méthode de Borda pour le calcul des longitudes adoptées depuis 1776, comme il est indiqué plus haut, et qui pour lui ne semblent pas présenter de difficultés :

²⁸¹. Fauque, 2000, pp. 391-394.

²⁸². César-Henri comte de la Luzerne (23 fév. 1737 - Linz (Autriche), 24 mars 1799), secrétaire d'Etat de la Marine du 26 déc. 1787 au 23 oct. 1790; ministre d'Etat (1788 et 1798), l'un des derniers ministres de l'Ancien Régime à s'être maintenu dans les débuts de la Révolution. Sa nomination au département de la Marine fut une surprise, mais son action fut assez positive dans certains domaines [Maurepas, 1996, pp. 255-258].

²⁸³. AN, MAR, G 96, fol. 43-44, s.l.n.d., mémoire de Fleurieu adressé à Mgr le comte de la Luzerne par Fleurieu (vers 1787-1788), et communiqué à Borda.

²⁸⁴. AN, MAR, G96, fol. 43v°.

²⁸⁵. Voir supra, chap. II.2.

Mr. de Borda a donné une méthode pour réduire les distances qui est la plus simple : il suffit d'écrire les unes sous les autres, la distance apparente des centres, la hauteur apparente du centre du Soleil et la hauteur apparente du centre de la Lune; on prendra la somme et la demi-somme de ces trois quantités et la différence de la demi-somme à la distance apparente; on écrira encore au-dessous, la hauteur vraie du centre de la Lune, et la somme et demi-somme de ces deux hauteurs; après cela on mettra à côté des deux hauteurs apparentes les compléments arithmétiques des log. cosinus de ces hauteurs; et à côté de la demi-somme, de la demi-somme moins la distance, de la hauteur vraie du Soleil et de la hauteur vraie de la Lune, les log. cosinus de ces quantités. on fera une somme de ces six logarithmes dont on prendra la moitié qu'on retranchera du log. cosinus de la demi-somme des deux hauteurs vraies et on cherchera ensuite la différence dans les log. sinus des tables, ce qui donnera un angle subsidiaire A : enfin on prendra le log. cosinus de cet angle A, qu'on ajoutera au log. cosinus de la demi-somme des hauteurs vraies, et on aura le log. sinus de la demi-distance réduite des centres²⁸⁶.

Mais le constat est là. Les pilotes, explique Fleurieu, nés pêcheurs, apprennent à lire, gravissant pas à pas les degrés de l'instruction. Leur ambition de devenir un jour capitaine leur fait suivre les cours d'hydrographie (souvent dans des écoles gratuites comme à Nantes, par exemple²⁸⁷) où ils acquièrent les quatre opérations élémentaires, apprennent à se servir du quartier de réduction et des instruments pour prendre la hauteur des astres en mer :

mais si on leur montre cette méthode de Borda, ils s'écrient c'est la chose impossible. s'il faut savoir cela pour être Capitaine, jamais nous le seront. Prendre la Lune avec la main ou faire ce calcul, c'est la même difficulté pour nous²⁸⁸.

Fleurieu, rejoignant les remarques que faisait Pierre Lévêque en 1775, conclut tristement sur les désastreuses habitudes des marins :

²⁸⁶. AN, MAR, G 96, fol. 43r°-43v°.

²⁸⁷. Voir supra, chap. II.1. Le programme de cette école gratuite est donné dans les *Etrennes Nantaises* pour l'année 1771.

²⁸⁸. AN, MAR, G 96, fol. 43v°.

Chacun voit de ses yeux; chacun juge suivant la constitution et la disposition de ses organes : l'un voit la chose simple et facile; l'autre la voit impossible. *Cependant si l'on examine que de cent marins qui devoient le savoir, il n'y en a pas trois qui le sachent, et de ces trois il y en a encore qui se trompent dans leurs calculs, sans être juge téméraire, ne peut-on pas prononcer ces difficultés. Enfin, il résulte de tout cela que les Capitaines marchands vont aux Indes, et en Amérique sans avoir rien changé à leur ancien usage*²⁸⁹, souvent ils se trouvent à 50, 60 et quelquefois 80 lieues de leur estime. faut-il s'étonner si tant de bâtiments perdent corps et biens faute de savoir leur longitude²⁹⁰.

IV.3.3. Les « molles habitudes » et la paresse des marins, dénoncées par Fleurieu

Le témoignage de Fleurieu, l'un des officiers savants le plus engagé dans la diffusion des connaissances scientifiques dans la Marine de France, rejoint d'une certaine manière les préoccupations qui étaient celles de l'abbé Lacaille en 1751. Mais le regard porté par Fleurieu s'inscrit dans le courant Borda auquel il adhère pleinement. Il appartient aux marins de s'élever aux exigences et aux compétences requises par les nouvelles méthodes de navigation, et non aux mathématiciens à s'abaisser à proposer des solutions qui relèvent plus d'un bricolage pour contourner les calculs directs. Il ne semble pas que Fleurieu s'interroge sur le fond, à savoir les conditions dans lesquelles l'instruction scientifique est dispensée aux marins²⁹¹.

Un certain aveuglement semble même se dessiner, Fleurieu, comme Lévêque, stigmatisant l'aspect routinier des pratiques des marins, plutôt que de s'interroger sur des moyens pédagogiques à mettre en œuvre pour favoriser la diffusion des nouvelles pratiques. Comme l'écrit Olivier Chapuis, « *l'apprentissage des hommes exige du temps. Tel est l'enjeu du passage d'une activité d'élite à une pratique de masse* »²⁹².

²⁸⁹. Souligné par nous.

²⁹⁰. AN, MAR, G 96, fôl. 43v^o-44r^o.

²⁹¹. Voir notre étude, Boistel, 1999.

²⁹². Chapuis, 2000, p. 82.

Après son passage au ministère de la Marine, entre le 24 octobre 1790 et le 5 mai 1791, Fleurieu écrit le 4 mars 1792, une nouvelle lettre à de la Luzerne²⁹³. Comparant les situations française et anglaise, Fleurieu regrette que les navigateurs et savants français se soient contentés d'avoir initié les Anglais et se soient ensuite « *abandonnés à la paresse* »²⁹⁴. Considérant que depuis 1765, Ferdinand Berthoud a suffisamment démontré ses talents d'horloger et montré la supériorité de son chronomètre de marine sur la montre anglaise de John Harrison, *le problème des longitudes doit être considéré comme définitivement résolu*²⁹⁵ et proclame :

il ne nous reste à désirer que de voir enfin les navigateurs Français sortir de leur apathie, abandonner leur molle routine, et se livrer avec zèle au petit surcroît de travail que leur impose l'observation des distances ou l'emploi des horloges marines : le perfectionnement de l'Astr[onomie] nautique suffiroit à les en dédommager si les succès des expéditions et leur sûreté personnelle ne leur en faisoit un devoir²⁹⁶.

Jugement terrible, sévère, qui ne sera pas balayé par la Révolution et la réorganisation de la Marine. En 1800, Lalande écrit en effet :

On se plaignoit depuis longtemps de ce que la manière de trouver la longitude par les observations de la Lune, quoique portée à un extrême degré de perfection et de facilité par les travaux des astronomes, n'étoit pas encore employée sur aucun vaisseau, ni par aucun des officiers de la marine française²⁹⁷.

En 1820, Le P. Ducom, dans son *Cours d'observations nautiques* met cet état de fait sur le compte d'un manque de cohérence des ouvrages de navigation :

²⁹³. AN, MAR, G 96, fol. 125-126, lettre de Fleurieu à de la Luzerne, de Paris, le 4 mars 1792.

²⁹⁴. AN, MAR, G 96, fol. 125v°.

²⁹⁵. AN, MAR, G 96, fol. 126r°, souligné par nous.

²⁹⁶. AN, MAR, G 96, fol. 126r°.

²⁹⁷. Lalande, 1799, in Montucla, *Histoire des Mathématiques par Montucla*, tome IV, « Méthode des longitudes par le moyen de la Lune », partie V, livre IX, p. 576.

Tous les moyens de réussir sont assurés, mais ils ne sont pas généralement connus des marins ; ils se trouvent tellement épars dans les ouvrages de différents auteurs, qu'ils restent ignorés du plus grand nombre²⁹⁸.

A qui s'adressent les critiques ? La situation est-elle réellement différente dans la Marine Royale ? Si Fleurieu et Lévêque concentrent leurs critiques sur la Marine Marchande, ils oublient totalement que dans la Marine Royale, la situation n'est pas plus brillante. En France, comme en Angleterre, seule une poignée d'officiers sont capables d'employer les distances lunaires dans leur navigation, de Samuel Wallis (en 1766-1768) à James Cook (entre 1768 et 1779), de Bougainville en 1766-1769 (associé à l'astronome Pierre-Antoine Véron, élève de Lalande), à La Pérouse en 1785-1788 (avec l'aide de l'astronome Lepaute d'Agelet, autre élève de Lalande et neveu de Nicole Lepaute)²⁹⁹. Le 30 avril 1771, d'Après de Manneville engageant des démarches pour qu'un almanach nautique à l'image du *Nautical* britannique soit publié en France³⁰⁰, regrette le peu de marins français capables d'effectuer les observations de longitudes en mer :

[...] il seroit souhaitable que nous eussions aujourd'huy comme les Anglois, plusieurs personnes sur nos Vaux en état d'observer la longitude en mer par les distances de la Lune au Soleil ou aux étoiles pour être plus certain de la vraie situation des Isles ou des écueils qu'on pouvoit rencontrer³⁰¹.

²⁹⁸. Ducom, 1802, préface, p. iij.

²⁹⁹. Chapuis, 2000, pp. 71-72. Remarquons le destin de ces deux élèves de Lalande qui ne reviendront jamais en France : Véron, débarqué à l'île Maurice en compagnie du naturaliste Philibert Commerson, décèdera peu après avril 1770 [*A La découverte du Monde. Les voyageurs naturalistes XVIII^e - XIX^e siècles*, 1992, Muséum d'Histoire Naturelle, Nantes]. Quant à Joseph Lepaute d'Agelet nous avons mentionné comment il trouva la mort lors du naufrage de La Pérouse sur l'île de Vanikoro vers 1788 [Guillou, J., 2000, *Peter Dillon [...], Le découvreur des restes de La Pérouse*, Beauvoir-sur-Mer, Ed. L'Etrave].

³⁰⁰. Voir supra, chap. II.3.

³⁰¹. SHM V, ARM 89, pp. 64-66, lettre de d'Après de Manneville au secrétaire de l'ARM, de Hennebont(?) le 30 avril 1771 (cit. p. 64).

CONCLUSION

Nous nous étions proposés d'examiner un certain nombre de questions dans ce chapitre. Voyons les réponses que nous pouvons y apporter.

Sur les inventeurs de la méthode des distances lunaires

Les recherches entreprises au cours du XVIII^e siècle montrent qu'une grande partie des discussions et des débats s'articulent autour des travaux de Halley sur les tables de la Lune et le problème des longitudes en mer. Si Halley fut le premier à relancer les méthodes lunaires au début du XVIII^e siècle, Lacaille est sans doute le premier astronome à envisager la méthode des distances lunaires et de la DLM en général, sous de multiples aspects, proposant des critères de choix de la meilleure méthode, comme autant de sujets de réflexion pour les astronomes et navigateurs qui viendront à sa suite. En cela sans doute initie-t-il une nouvelle manière de considérer la méthode des distances lunaires, ouvrant ainsi la voie aux travaux de ses successeurs, vers une codification des procédures de DLM à l'aide de cette méthode, notamment par Borda.

Sur les relations Lacaille-Manneville et les échanges astronomes-navigateurs

Le Voyage au cap de Bonne-Espérance montre clairement l'implication de la Compagnie des Indes dans les progrès de la navigation scientifique, et son action parfois indépendante des décisions prises par le ministère de la Marine, au moins entre 1740 et 1755, et sans doute à l'initiative de d'Après de Manneville. Il y a là matière à recherche afin de clarifier cette activité particulière de la Compagnie. Cette implication est-elle restée ponctuelle et concentrée sur le voyage de Manneville et de Lacaille au cap de Bonne-Espérance ou fut-elle plus générale ? La (ou les) réponse(s) passe(nt) par une opération gigantesque de dépouillement des journaux de bords conservés aux Archives Nationales et aux Archives du port de Lorient : vaste travail.

Les travaux de Lacaille doivent beaucoup aux échanges qu'il eut avec d'Après de Manneville, les deux hommes partageant leurs expériences, et leurs connaissances théoriques ou pratiques. L'action de ces deux hommes est déterminante dans l'émergence en France d'un almanach nautique, Lacaille étant l'initiateur du projet, Manneville un des acteurs de sa promotion et de sa diffusion via les travaux

entrepris à Brest pour la publication des *Instructions nautiques* (Chap. II.3). Ils sont deux personnages clefs du développement de la navigation astronomique à la charnière des années 1750-1770, époque où se mettent en place l'essentiel des méthodes de DLM, qu'elles relèvent de l'astronomie nautique lunaire ou du développement des chronomètres de Marine.

Science nautique et milieu maritime

Les distances lunaires cristallisent tous les problèmes de la marine française au XVIII^e siècle : formation et instruction des gardes-marine et des capitaines marchands, relations sociales et institutionnelles, courants académiques.

On voit bien comment une technique particulière de navigation astronomique et ses difficultés, concentrent tous les problèmes du développement de la Marine en France dans la seconde moitié du XVIII^e siècle. Astronomes, géomètres, artisans constructeurs d'instruments, navigateurs, professeurs d'hydrographie sont mobilisés dans les développements et la diffusion de cette pratique. Tous doivent œuvrer à des degrés divers aux progrès des tables de la Lune, aux instruments de mesure des angles, à une simplification des procédés de calcul ainsi qu'à leur diffusion.

Clans et courants académiques

Deux courants se dessinent au sein de la communauté des savants engagés dans le développement de l'astronomie nautique.

Un premier courant est représenté par des astronomes de l'Académie, souhaitant délester le problème du calcul des longitudes de ses plus grandes difficultés. Ce courant se développe à la suite de l'abbé Lacaille qui le premier, pose le problème de la recherche de méthodes simplifiées et efficaces à destination « *du commun des navigateurs* » de la Marine Marchande notamment. Après quelques hésitations dues à l'aiguillon de la recherche de nouvelles méthodes ou de développement de longs calculs, activité normale de l'astronome, Lalande et Rochon adhèrent finalement au projet de Lacaille, proposant des alternatives différentes à la méthode de Borda. Le propos est bien de développer des méthodes proches de celles des pratiques courantes des marins, de manière à ce qu'ils puissent les employer sans trop être obligés de se livrer à des opérations auxquelles ils ne sont pas habitués, même s'ils sont censés y être formés. Lalande

développera des tables horaires ne nécessitant que l'observation d'une hauteur du Soleil ; Rochon imaginera une méthode de réductions des observations basée sur l'emploi du quartier de réduction, familier aux navigateurs.

Ce courant, adepte d'une vulgarisation des procédures à destination du « *commun des navigateurs* », va à l'encontre de ce qui constitue l'objectif et les pratiques courantes des écoles d'hydrographie où l'enseignement des mathématiques et de l'astronomie est parfois trop poussé, déconnecté des besoins réels immédiats de la navigation, la plupart du temps inadapté au niveau réel des élèves. Les capitaines marchands ne sont ni trop, ni pas assez formés : ils sont la plupart du temps mal formés aux sciences nautiques. Lacaille et ses successeurs auront le projet de s'adapter à leurs compétences réelles.

Le second courant est représenté par des mathématiciens et navigateurs engagés dans les réformes de l'enseignement scientifique des marins : Borda, Lévêque, Fleurieu — auxquels on pourrait associer les noms de Bézout, Chabert, de Castries et quelques membres de l'Académie brestoise qu'il reste encore à identifier. Ces hommes souhaitent légitimement hausser le niveau d'instruction selon le vieux projet de Colbert et des ministres de la Marine depuis Maurepas. C'est là l'objectif de leur mission et la raison pour laquelle ils ont été engagés et nommés aux postes qu'ils occupent (voir chap. I.2). Souvent issus de milieux différents de celui de la Noblesse dans lequel sont recrutés ordinairement les gardes-marine — ce n'est pas le cas de Fleurieu, Garde-marine en 1755 —, et par ailleurs fortement instruits, pensionnés par le roi et naviguant avec des instruments achetés ou fournis par l'Etat, ils s'opposent doublement aux inerties sociales et corporatistes. Les Compagnies des gardes-marine voient assez mal l'irruption de personnes n'ayant pas suivi un parcours classique, et comme le montre Michel Vergé-Franceschi, résistent aux tentatives de réformes scolaires. Quant aux capitaines marchands, ils doivent se fournir sur leurs propres deniers en instruments rares et très chers que sont les octants ou les sextants, et les éphémérides comme la CDT. Nous avons montré que si l'Académie brestoise est fournie en exemplaires à peine suffisants mais gratuitement par le Bureau des cartes et plans — notamment lors des expéditions scientifiques —, les marins marchands doivent acheter les éphémérides à un prix qui n'est pas modique (3 à 5 livres), sans parler des gros volumes in-quarto que sont les EMC (10 à 15 Livres) et les divers manuels de navigation (le traité de navigation de Pierre Bouguer coûte 15 Livres), etc.

Pour ce courant, bien éloigné de la volonté vulgarisatrice du premier, il est clair que c'est aux marins à faire l'effort de se mettre au niveau des exigences de la nouvelle navigation, quoi qu'il en coûte. Sortant de la Terreur et d'une époque où la Révolution voyait d'un mauvais œil tout savoir scientifique considéré

comme la marque de l'Aristocratie, Borda et Lévêque clament en 1798 la nécessité de cultiver les sciences. Mais leur prise de position est élargie à une dénonciation de l'inertie des marins refusant toute instruction scientifique :

C'est aux astronomes que les marins doivent les moyens d'observer leur latitude et longitude ; sans eux, il n'en eût même jamais été question [...]. Non, il faut en convenir, il n'y a pas une seule découverte importante en ce genre qui appartienne à un navigateur considéré comme homme de mer; tout ce qu'il y a de grand, de beau et d'utile dans cette partie de la Marine est du domaine des Sciences [...]. Tout doit donc porter les navigateurs à cultiver les Sciences et à les honorer³⁰².

Conclusions approuvées par la Classe de l'Institut le 2 octobre 1798³⁰³.

Il y a bien opposition entre ces deux courants aux objectifs pourtant similaires mais aux moyens divergents : le premier peut-être plus réaliste et conscient du niveau réel des marins, le second plus idéaliste en voulant faire de chaque marin un mathématicien de haut niveau, dégagé de pratiques routinières ancestrales.

L'instruction scientifique du meilleur niveau et la maîtrise du « secret des Longitudes » apparaissent donc comme les clefs de la valorisation de l'officier roturier au détriment du gentilhomme, représentant d'une élite sociale qui n'était pas nécessairement préparée au service en mer³⁰⁴. Selon M. Vergé-Franceschi, « *Dégoûter la noblesse de la Marine* », telle est l'idée que se font les futurs officiers entrés dans la Marine en 1773 de la volonté des ministres de la fin du XVIII^e siècle »³⁰⁵.

Lacaille, Borda et leurs courants respectifs se rejoignent peut-être dans la poursuite de ce même objectif.

³⁰². Borda et Lévêque, 1798, p. 473.

³⁰³. Borda et Lévêque, 1798, p. 473.

³⁰⁴. Voir Vergé-Franceschi, 1996, « Le savoir dispute la naissance », pp. 380 et suiv.

³⁰⁵. Vergé-Franceschi, 1996, p. 382.

TROISIÈME PARTIE - CHAPITRE 2

III.2

**DISTANCES LUNAIRES ET ANGLE HORAIRE :
DÉBATS ET POLÉMIQUES**PLAN**I. LE MONNIER ET PINGRÉ PROMOTEURS DU CALCUL DE L'ANGLE HORAIRE****I.1 Des hauteurs de la Lune au calcul de l'angle horaire.**

I.1.1 Etat des lieux avant les travaux de Le Monnier et de Pingré sur le problème des longitudes en mer.

I.1.2 Où Le Monnier puise-t-il son inspiration ?

I.2 Le calcul de l'angle horaire au XVIII^e siècle : hauteurs des astres et « fausse position ».

I.2.1 La rencontre entre Le Monnier et Pingré.

I.2.2 Angle horaire et longitudes en mer.

I.2.3 Lalande et les calculs itératifs dans la méthode de l'angle horaire (1764).

I.2.4 Les critiques tardives de Delambre (1814).

I.3 Le Monnier et Pingré : des évolutions bien différentes.

I.3.1 Le Monnier et les distances lunaires en 1746.

I.3.2 Pingré : une évolution remarquable et une contribution au succès des distances lunaires méconnue.

II. LES CRITIQUES DE LACAILLE À L'ENCONTRE DE LA MÉTHODE DE L'ANGLE

HORAIRE

II.1 Un Lacaille mécontent de retour à Paris en juin 1754.

II.2 Lacaille critique la méthode de Pingré.

III. LE REGARD CRITIQUE DU PÈRE PEZENAS SUR LES LONGITUDES EN MER

III.1 Esquisse biographique du P. Esprit Pezenas (1692-1776).

III.2 Pezenas et les longitudes : certitudes et hésitations.

III.2.1 Une production étonnante.

III.2.2 Avant 1771.

III.2.3 Après 1771.

III.3 Aperçu des travaux du P. Pezenas sur les longitudes.

III.3.1 *L'Astronomie des marins* (1766).

III.3.2 Pezenas s'implique dans une querelle posthume entre Le Monnier et Lacaille.

III.3.3 *Les Principes de la montre de Mr. Harrison* (1767).

III.3.4 *Les Nouveaux Essais pour déterminer les longitudes en mer* (1768).

III.3.5 *L'Histoire critique de la découverte des longitudes* (1775).

Les débats exposés dans ce chapitre sont assez différents de ceux rencontrés dans le précédent. Ceux-ci s'articulaient autour des prises de positions respectives de Lacaille et de Borda, et opposaient, d'une part, les savants cherchant à développer des méthodes destinées à mettre l'astronomie nautique à la portée des marins et, d'autre part, les savants et marins travaillant plutôt dans le sens d'un niveau toujours accru des connaissances des navigateurs.

L'étude proposée ici a pour but de rendre compte du débat propre aux astronomes français autour du choix de la meilleure méthode de DLM, à savoir, trancher entre la méthode des distances lunaires et celle de l'angle horaire ou encore des hauteurs de la Lune. A ces discussions techniques se superposent des querelles personnelles qui brouillent un peu les pistes. Ce chapitre est donc surtout l'occasion de démêler l'ensemble des discussions, de mettre en évidence l'origine des prises de positions respectives de Le Monnier et de Lacaille par rapport à telle ou telle méthode, ainsi que de jeter un nouveau regard sur les contributions méconnues des astronomes Alexandre-Guy Pingré, astronome génois, et Esprit Pezenas (1692-1776), astronome et hydrographe jésuite marseillais.

Pingré, initialement proche de Le Monnier, sous l'influence de virulentes critiques que lui adresse Lacaille en 1759, a la capacité de remettre en cause ses pratiques et va jusqu'à jouer un rôle décisif dans l'affirmation de la méthode des distances lunaires comme seule méthode réellement efficace en mer — en attendant l'avènement des montres marines au début du XIX^e siècle.

Pezenas joue un rôle important dans l'animation de ce débat durant les années 1764-1773, en pleine époque de développement des distances lunaires et des montres marines. Malgré les confusions et les contradictions de Pezenas, certains académiciens — Bézout, La Condamine, Le Monnier, Pingré et Borda — sont amenés à clarifier leurs propos et leurs idées face à ses critiques et ses écrits¹.

¹. Les portraits de Le Monnier et de Pezenas ne semblent jamais avoir été faits. Je n'en ai pas encore trouvé trace. L'Institut de France conserve un portrait de Pingré reproduit dans Alfred Lacroix, 1938, *Figures de Savants*, tome III. Voir infra, planche III.2.2.

I LE MONNIER ET PINGRÉ PROMOTEURS DU CALCUL DE L'ANGLE HORAIRE (1746-1768)

I.1 DES HAUTEURS DE LA LUNE AU CALCUL DE L'ANGLE HORAIRE

La méthode du calcul de l'angle horaire de la Lune et son application à la détermination des longitudes en mer est très liée à la méthode des hauteurs de la Lune, ce que Marguet ne montre pas clairement dans son *Histoire de la navigation* (1931, pp. 122-126) au chapitre « La latitude et l'heure locale ». Au contraire, Guyot (1955, pp. 47 et suiv.) apporte un éclairage important sur cette méthode. Mais j'ai déjà signalé par ailleurs les anachronismes de cet ouvrage.

Aussi était-il important de faire le point sur les filiations des idées et des méthodes sur ce sujet délicat pour les astronomes comme pour les marins, enjeu des débats de l'astronomie nautique dans la seconde moitié du XVIII^e siècle.

I.1.1. Etat des lieux avant les travaux de Le Monnier et de Pingré sur le problème des longitudes en mer

La méthode des hauteurs de la Lune de Jean-Baptiste Morin

Le chapitre précédent nous montrait comment Jean-Baptiste Morin avait, dans les années 1634-1647, proposé des méthodes basées exclusivement sur des observations de hauteurs de la Lune et des étoiles, inspirant la plupart des astronomes du XVIII^e siècle.

Morin conseille d'observer presque simultanément la hauteur de la Lune et celles d'étoiles connues ainsi que leurs distances apparentes mutuelles. Le calcul a pour objectif de déduire à l'heure de l'observation en mer, la déclinaison et l'ascension droite de la Lune, puis sa latitude et sa longitude écliptiques, autrement dit son « lieu » dans le ciel. Ces coordonnées sont ensuite comparées à celles que l'on trouve dans les meilleures tables de l'époque. La différence entre ces coordonnées fournit finalement la différence en longitude entre le méridien de référence (celui pour lequel sont établies les tables astronomiques) et le lieu de l'observation². J'ai indiqué comment on attribue souvent à tort à Morin la paternité des distances lunaires, alors que celles-ci ne constituent que des intermédiaires de calcul dans la

². Montucla-Lalande, 1803, tome IV, part. V, pp. 543 et suiv.

méthode de Morin. Rappelons qu'à son époque, ni les tables ni les instruments nautiques ne possèdent la précision requise pour la détermination des longitudes.

Les Tables astronomiques du comte de Pagan et les longitudes en mer en 1658

Signalons un commentateur méconnu des travaux de Morin au cours du XVII^e siècle, le comte Blaise-François de Pagan (1604-1665). Avignonnais comme le P. Pezenas, Pagan fut soldat et l'un des premiers ingénieurs du roi, avant de se livrer aux mathématiques et à l'astronomie dans les dernières années de sa vie³. Il publie en 1657, une *Théorie des planètes*, suivie en 1658 de *Tables astronomiques et de Nouvelles méthodes pour trouver facilement les longitudes, tant sur la mer que sur la Terre*. L'édition consultée, posthume, date de 1681 et regroupe les textes précédents. Pagan emploie un système du Monde hérité de Kepler, mêlant ellipses, excentriques et épicycles, assez proche du système sur lequel les Cassini (II et III) bâtiront leurs tables astronomiques au cours du XVIII^e siècle (voir le chapitre IV.1)⁴.

L'intérêt des travaux de Pagan réside dans son essai sur les longitudes en mer et ses commentaires des travaux de Morin. Précédant Lacaille dans l'énoncé de critères de choix d'une bonne méthode de DLM, Pagan ne conserve que les observations qui sont le moins sujettes à erreurs : sa méthode ne demande, d'après Lalande⁵, que la mesure d'une seule hauteur, celle de la Lune. Lalande précise même que cette méthode sera reprise par Pingré et Le Monnier après 1750. C'est cette dernière filiation des idées soulignée par Lalande qui motive la présente étude des tables et des préceptes de Pagan.

En fait, la méthode proposée est plus complète que ce que veut bien indiquer Lalande. Pagan commente la méthode de Morin qu'il scinde en huit propositions⁶. Selon lui, la procédure de Morin exige les données suivantes (voir la figure III.2.1) :

1°. La hauteur apparente de la Lune.

2°. Les hauteurs apparentes de deux étoiles.

³. La seule notice consistante est celle donnée dans Michaud, 1843, tome XXXI, pp. 603-604.

⁴. Voir aussi les quelques lignes que lui consacre, dans son étude sur les successeurs de Kepler, Curtis Wilson, 1989a, p. 178.

⁵. Lalande, 1803, BA, p. 545.

⁶. Pagan, 1681, pp. 43-61.

3°. La distance angulaire apparente de l'une des deux étoiles à la Lune.

4°. La latitude de la Lune prise dans les tables ou les éphémérides.

5°. Le « lieu » ou longitude écliptique du nœud ascendant ou descendant de la Lune prises dans les tables.

6°. L'inclinaison de l'orbite lunaire : elle est prise dans les écrits de Kepler, égale en moyenne à 5°.

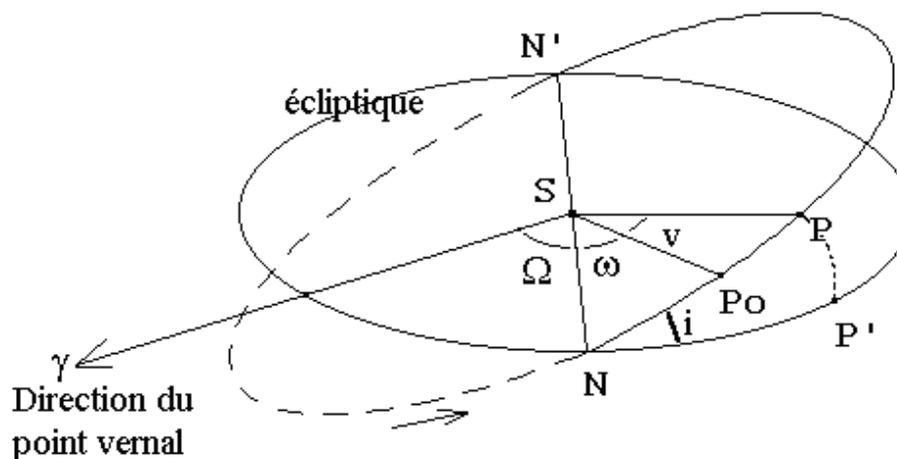
7°. La parallaxe de la Lune, horizontale ou de hauteur.

8°. L'objet du calcul est résumé ici. Suivant la pratique de tous les astronomes depuis ce que Kepler a effectué dans les *Tables Rudolphines*, il s'agit de « *calculer le vray lieu [longitude écliptique] de la Lune ainsi que le vray lieu des nœuds de la Lune* ». (voir figure III.2.1 suivante).

Figure III.2.1 : Eléments orbitaux éclipseptiques héliocentriques d'une planète⁷ (P) (en révolution autour du Soleil S). Cette figure est transposable au cas de la Lune (P) en révolution autour de la Terre (S). P₀ représente le périhélie de la planète.

($\gamma NP'$) définit l'éclipseptique ; (NP₀P), le plan orbital de la planète ; NN' la ligne des nœuds; N est le nœud ascendant ; S le Soleil et le foyer de la planète ; P' la projection sur l'éclipseptique de la position de la planète sur son orbite ; v ou l'angle P₀P, l'anomalie vraie de la planète (on peut employer à sa place, l'anomalie moyenne M). L'angle i représente l'inclinaison de l'orbite (comprise entre 0° et 180°) ; Ω la longitude éclipseptique du nœud ascendant N (compté de 0 à 360°) ; ω ou l'angle NP₀ l'argument de la latitude du périhélie. La longitude du périhélie ϖ est donnée conventionnellement par la relation : $\varpi = \Omega + \omega$, bien que les angles Ω et ω ne soient pas comptés dans le même plan. L'orbite de la planète est ainsi déterminé si l'on connaît i et Ω . La longitude éclipseptique moyenne dans l'orbite est, par définition, égale à la somme des angles ϖ et M, angles comptés dans deux plans différents.

La longitude éclipseptique héliocentrique ne doit pas être confondues avec la longitude céleste comptée dans le plan de l'éclipseptique. Sur la sphère céleste, les coordonnées éclipseptiques de la planète seront données par les angles $l=\gamma P'$ et $b=PP'$, respectivement longitude céleste et latitude céleste.



Pagan considère que tous ceux qui s'inspirent de ses méthodes « tombent dans le même rêve et les mêmes erreurs »⁸. Pour quelles raisons ? Pagan juge que les points 3 et 4 de la liste précédente, sont à délaissier en raison de l'imprécision des tables astronomiques. A cette occasion, il présente ses propres

⁷. Pascoli, 1993; Danjon, 1994.

⁸. Pagan, 1681, p. 43.

tables de la Lune comme plus justes de 2 ou 3' que celles de Kepler. Le mouvement diurne de la Lune étant trop rapide, l'observation d'une distance angulaire de la Lune est, selon lui, source de graves erreurs dans le calcul⁹. Pagan précise alors sa manière de calculer la longitude écliptique de la Lune. A partir de l'observation d'une hauteur de la Lune, il dit conserver la longitude du nœud ascendant (« le vray lieu des nœuds »), prendre en compte l'inclinaison de l'orbite de la Lune, toujours variable et non fixée à sa valeur moyenne, corriger les tables de la parallaxe de la Lune (Pagan dit apporter des corrections de près de 4' par rapport aux tables existantes), et employer de nouvelles tables de la Lune corrigées et non celles de Kepler. Se positionnant par rapport à ses prédécesseurs, Pagan veut croire en la nouveauté et la qualité de ses préceptes :

d'où s'ensuit que nos méthodes de trouver les longitudes par la résolution des triangles [...] seront plus faciles et plus parfaites que celles du sieur Morin, du Père Dularis et du sieur Hérigone, en négligeant les autres¹⁰.

Selon le style à la mode, Pagan envisage huit propositions regroupant divers problèmes astronomiques et leur résolution à l'aide de la trigonométrie sphérique. Notons qu'il sort du cadre qu'il s'est fixé puisque, à la manière de Morin, Pagan envisage divers cas similaires à ceux proposés par Morin (passages de la Lune en deux méridiens différents ; observer la Lune et une étoile hors du méridien local...).

Lalande semble avoir été le seul à évoquer les travaux de Pagan ainsi que leur possible influence sur ceux de Pingré et de Le Monnier¹¹. Mais Pingré lui-même ne revendique pas cette source d'inspiration dans son discours historique sur la DLM figurant dans le journal du voyage du marquis de Courtanvaux en 1768¹². Pingré ne fait que souligner les mérites de Morin qui a envisagé, dit-il, une pléthore de méthodes inégalement praticables sur mer¹³.

⁹. Pagan, 1681, p. 44.

¹⁰. Pagan, 1681, p. 44.

¹¹. Montucla-Lalande, 1803, t. IV, part. V, p. 545.

¹². Pingré, 1768, pp. 10-29.

¹³. Pingré, 1768, p. 29.

Un précurseur de Le Monnier ? Le montpelliérain Augustin-Danizy (1698-1777)

Une exploration des archives de la Société Royale des Sciences de Montpellier conservées aux Archives Départementales de l'Hérault¹⁴, a permis d'identifier un mémoire daté de l'année 1740 et intitulé, « *Mémoire sur une nouvelle manière de déterminer les longitudes, avec la description d'un instrument qui peut rendre cette méthode praticable en pleine mer* »¹⁵.

Son auteur se nomme Augustin-Hyacinthe Danizy, mathématicien, cartographe(?), ingénieur et astronome montpelliérain, né à Avignon en 1698 et mort à Montpellier en 1777, ancien élève de Jean de Clapies¹⁶. C'est à ce titre qu'il est l'un des fondateurs de l'Observatoire de la Babotte à Montpellier¹⁷. Associé de la classe de mathématiques de la Société Royale des Sciences de Montpellier, après l'éviction des jésuites en 1762, il est élu à la chaire le jeudi 29 mars 1764¹⁸ et occupe cette charge jusqu'à sa mort¹⁹. Danizy. Le cours est donné dans la grande salle de l'Observatoire de la Babotte²⁰. A son décès, Danizy sera remplacé par Pierre Cusson, professeur de 1777 à 1783, puis par son fils, le Chevalier Jean-Hyppolyte Danizy (1748-1828) jusqu'à la révolution²¹.

Le mémoire, dont il est ici question, est composé avant que Danizy ne soit chargé de la construction de l'Observatoire.

En 1740, Danizy pose le problème suivant : « *Connoissant l'heure des 3 observations suivantes faites dans un meme jour. 1° de la hauteur de la Lune 2° de la hauteur d'une etoile dont on [serche ?] la déclinaison 3° de l'angle entre la lune et cette etoile, et Connoissant de plus la latitude, Determiner la difference de meridiens entre le lieu de l'observation et celui d'un autre lieu dont on a des ephemerides*

¹⁴. Entreprise dans le but de mettre à jour les correspondances de Lalande, de Pezenas et d'autres savants et académiciens parisiens.

¹⁵. [AD H, D.128, fol. 14-17].

¹⁶. Jean de Clapies (1670-1740) : co-titulaire de la chaire de mathématiques et d'hydrographie de Montpellier de 1718 à 1741. Membre fondateur de la Société Royale des Sciences de Montpellier. Correspondant de l'ARS de Paris en 1702 [ADH, D.189 et D. 191]

¹⁷. Faidit, 1986, pp. 26-28. L'observatoire est construit entre 1741 et 1746.

¹⁸. [ADH, D. 191, « Chaire de mathématiques et d'hydrographie »].

¹⁹. Voir la lettre patente du 28 mars 1764 pour le règlement des honoraires du professeur d'hydrographie (300 livres) [ADH, D. 42 : « Collège Royal de Montpellier : Chaire de mathématiques et d'Hydrographie »]. Les éloges d'Augustin Danizy sont dans [AD H, D. 200, fol. 24-26].

²⁰. Faidit, 1986, p. 44.

²¹. Après la révolution, le Chevalier Danizy deviendra professeur de mathématiques à l'Ecole Centrale de l'Hérault [AD H, D.191, et D. 123].

calculees »²² (fol. 16). Danizy suggère d’observer les différents passages de la Lune et de deux étoiles au méridien du lieu de l’observation, conduisant ainsi à la résolution d’au moins trois triangles sphériques. Danizy ne se prononce pas sur la pratique de sa méthode : on sait en effet que des observations méridiennes ne signifient pas grand-chose à bord d’un navire en dérive permanente à la surface de la mer.

Précurseur de Le Monnier et de Pingré, Danizy présente une variante du calcul de l’angle horaire de la Lune avec résolution de plusieurs triangles sphériques et itérations successives en raison de l’incertitude sur la déclinaison de la Lune, employant une méthode connue sous le nom de **méthode de « fausse position »**²³.

Le Monnier a-t-il eu connaissance de ce mémoire ? L’état de la correspondance connue ne permet pas de se prononcer sur ce sujet. Pour finir, précisons encore que ce mémoire nous donne un témoignage (certes trop ponctuel) de l’emploi des tables de la CDT par les astronomes.

Hauteurs de la Lune et calcul de l’angle horaire : quid en 1740 ?

Remarquons que la méthode des hauteurs de la Lune telle qu’elle est envisagée depuis Morin est hors de portée des marins : trop de triangles sphériques à résoudre. Elle nécessite de plus la connaissance de la latitude du lieu d’observation — accessible assez facilement —, mais aussi celle de la déclinaison de la Lune sur laquelle les tables divergeaient encore beaucoup. Ainsi en 1740, selon Marguet, « *il n’était pas question alors d’en conclure la longitude [...]* »²⁴.

²². ADH, D. 128, fol. 16r°.

²³. En soi, la méthode n’est pas mauvaise. Elle est employée dans d’autres domaines de l’astronomie. Il s’agit d’une méthode par approximations successives ou d’une méthode itérative. De telles méthodes seront utilisées lorsque Gauss, par exemple, calculera l’orbite de l’astéroïde Cérès découvert en 1801 par Giuseppe Piazzi [D. Idier, 1990, *La découverte de Cérès et le calcul des éléments orbitaux par la méthode de K.F. Gauss*, mémoire (non publié) de DEA en Histoire des Sciences sous la direction du professeur J. Gapaillard, Université de Nantes, Centre François Viète].

²⁴. Marguet, 1931, p. 124.

I.1.2. Où Le Monnier puise-t-il son inspiration ?

D'après l'ensemble de ses papiers connus, Le Monnier ne semble pas manifester un goût particulier pour l'histoire de l'astronomie. Lorsqu'il publie l'*Histoire céleste* (Paris, 1741), il ne fait que collecter les observations que Jean Picard avait effectuées à l'Observatoire de Paris entre 1666 et 1673, dans le but de compléter ses propres observations de la Lune pour la poursuite du projet de Halley, à savoir observer la Lune sur plusieurs saros (voir le chapitre IV.1).

Ses inspirations sont anglaises. Newtonien de la première heure aux côtés de Maupertuis lors de l'expédition académique en Laponie (1736-37), Le Monnier est ouvert à tout ce qui vient d'Angleterre. Aussi ne doit-on pas être étonné s'il lit les traités d'un astronome anglais peu connu, Charles Leadbetter (??- ??)²⁵, s'il entreprend la traduction d'un ouvrage élémentaire d'astronomie de l'astronome écossais John Keill (1671-1721), et s'il devient un fervent admirateur de Edmond Halley, jusqu'à adhérer à ses projets, se les appropriant (observation de la Lune sur plusieurs Saros et observation de la déclinaison magnétique de la boussole), faisant traduire et publier les *Tables astronomiques* de l'astronome anglais par l'abbé Chappe d'Auteroche en 1754²⁶. D'ailleurs, Delambre ne s'y trompera pas lorsqu'il commentera l'*Astronomie nautique lunaire* (Paris, 1771) de Le Monnier dans son style si sarcastique :

Dans l'épître dédicatoire à Louis XV, il parle des *vains efforts* d'une nation rivale qui voudrait envahir tout ce qui concerne la science des Longitudes. Il semble que ces plaintes convenaient moins qu'à tout autre, à un astronome qui devait tout aux Anglais, depuis Newton, Halley et Bradley, jusqu'à Graham, Sisson et Bird ; mais il savait que Louis XV n'aimait pas les anglomanes, et il a voulu faire la cour à son protecteur, qui faisait imprimer tous ses ouvrages à l'Imprimerie royale²⁷.

²⁵. Il publie à Londres en 1728 *A compleat system of Astronomy [...] with new tables of the motions of the planets* en 2 volumes [consulté à la BM Toulouse, Fa D 7402]. En 1735, Leadbetter publie encore *Uranosopia or the Contemplation of the Heavens* (Londres, 2 vols., in-8°). Ces deux ouvrages ont été lus par Le Monnier (*Observations de la Lune*, 1751, Paris [BM Toulouse, Fa A 895]). Voir aussi Delambre, 1827, HA 18, tome I, pp. 87-92 : il ne connaît l'ouvrage de Leadbetter qu'à travers les écrits de Lalande.

²⁶. Voir infra, chap. IV.1 pour quelques éléments biographiques plus détaillés concernant l'abbé Chappe d'Auteroche (1728-1769).

²⁷. Delambre, 1827, HA 18, t. I, p. 211.

Pingré, plus sensible au développement historique de la science qu'il sert, nous donne les clefs de lecture de l'œuvre de Le Monnier en précisant qu'il faut chercher chez Halley et Leadbetter l'inspiration de son collègue pour les longitudes en mer²⁸.

I.2 LE CALCUL DE L'ANGLE HORAIRE AU XVIII^e SIÈCLE : HAUTEURS DES ASTRES ET « FAUSSE POSITION »

I.2.1. La rencontre entre Le Monnier et Pingré

On ne connaît pas plus les circonstances dans lesquelles s'est opéré le rapprochement entre ces deux hommes, que les débuts de Pingré en astronomie²⁹.

Né en 1711, Alexandre-Guy Pingré est entré dans l'ordre des Génovéfains à 16 ans, ordre rassemblant les chanoines réguliers de Sainte-Geneviève, ou comme on disait à l'époque, la « Congrégation de France »³⁰. Représentants d'un ordre d'intellectuels actifs, jansénistes, ces chanoines ont un temps constitué le corps le plus important et le plus influent de l'Université de Paris en Sorbonne. Toutefois, au cours du XVIII^e siècle, la discipline décline et leur influence diminue³¹. Les persécutions que subirent les jansénistes à cette époque furent responsables du déplacement de Pingré à Rouen. Âgé de 38 ans, après avoir abandonner la théologie en 1745, Pingré se lance dans des calculs d'éclipses vers 1746-48. Il se voit alors proposer la place d'astronome de l'Académie des sciences de Rouen fondée en 1748 par le chirurgien Claude-Nicolas Le Cat (1700-1768)³². Selon certains auteurs, il aurait alors relevé une erreur de quatre minutes d'arc dans les calculs de l'éclipse de Lune du 23 décembre 1749 effectués par Lacaille. Mais Delambre dénonce cette version qui, pour lui, tient lieu de légende³³. En 1749, Pingré

²⁸. Pingré, 1757, *Etat du Ciel pour l'an de grâce 1757*, p. 181.

²⁹. Lalande, 1803, BA, pp. 773-778. Voir aussi la monographie d'Angus Armitage, 1953, « The pilgrimage of Pingré », *Annals of Science*, vol. 9, pp. 47-63, qui reste la seule notice de référence sur la vie et les travaux de Pingré.

³⁰. Voir l'article de Jean Fort, 1997 et sa notice biographique dans le D.S.B. La notice lue par Gaspard Prony le 15 Messidor an IV (3 juin 1796) est hagiographique et masque de nombreux aspects importants de la vie et de l'œuvre de Pingré qui nous intéressent ici particulièrement.

³¹. Fort, 1997, p. 236 ; de Viguerie, 1995, p. 1008 ; Tuilier, 1994, tome II, pp.103-159.

³². Fort, 1997, p. 236.

³³. Delambre, 1827, HA 18, p. 664.

présente à l'Académie de Rouen son premier mémoire sur la nature et les propriétés corpusculaire de la lumière³⁴.

Les Génovéfains le rappellent à Paris en 1751 pour des raisons qui ne sont pas bien connues, si ce n'est sa réputation de bon astronome, et lui offrent la possibilité de construire un observatoire sur le toit de l'Abbaye Sainte-Geneviève, appelé le « pigeonier » selon Armitage³⁵. C'est à cette époque que Lalande fait sa connaissance alors que Pingré s'était déjà rapproché de Le Monnier. Selon Lalande, Pingré observait dès l'automne 1751, et commençait déjà à calculer des parallaxes lunaires³⁶.

Sa réputation s'accroît encore quand en 1753, il observe et calcule le passage de Mercure devant le disque du Soleil. En récompense, Pingré est élu correspondant de Le Monnier pour l'Académie des Sciences, le 12 mai 1753. En 1756, il sera élu associé libre de l'Académie des sciences. J'ai mentionné lors de la succession de Maraldi (II) à la tête de la CDT en 1758 (chapitre II.2), comment, selon Lalande, son statut de religieux l'a empêché d'être nommé rédacteur des éphémérides de l'Académie.

I.2.2. Angle horaire et longitudes en mer

C'est en 1751 que Le Monnier affirme la méthode du calcul de l'angle horaire pour la détermination des longitudes en mer, dans ses *Observations de la Lune [...] pour servir aux usages de la Navigation* etc. Lalande indique que l'idée lui serait probablement venue à son retour de Laponie en 1737. Le Monnier aurait alors imaginé d'observer plusieurs mesures de hauteurs de la Lune, avant, pendant et après le passage au méridien et de noter les intervalles de temps avec une montre préalablement réglée (sur le mouvement du Soleil)³⁷. La première idée de Le Monnier aurait été ainsi dans l'air du temps : observer des passages de la Lune au méridien³⁸. Or on sait que cette méthode est impraticable en mer.

En 1753, court-circuitant la proposition de Lacaille de faire publier un almanach nautique pour les distances lunaires par l'Académie des Sciences (voir chapitre précédent), Le Monnier engage Pingré à

³⁴. Armitage, 1953, pp. 48-49. Cet auteur signale qu'entre 1751 et 1760, Pingré est l'auteur de 22 des 35 mémoires d'astronomie lus à l'Académie de Rouen.

³⁵. Armitage, 1953, p. 49. l'Observatoire fut démoli après que le successeur direct de Pingré, Le Chevallier, eu disparu.

³⁶. Lalande, 1803, BA, p. 775.

³⁷. Montucla-Lalande, 1803, t. IV, part. V, p. 570.

³⁸. Voir en annexe II, les mémoires de La Jonchere (1736) et de Seguin (1737).

calculer un (son ?) almanach nautique, selon sa méthode et selon ses tables newtoniennes des *Institutions Astronomiques* (Paris, 1746). Ce sera l'*Etat du Ciel* (présenté au chapitre II.1), permettant à Pingré de se faire connaître et encore plus apprécier par l'Académie. Pingré y calcule tout ce qu'exigeait la méthode de l'angle horaire (voir le chapitre II.1) : ascension droite et déclinaison de la Lune, angle horaire de la Lune, instants des passages au méridien, sa distance angulaire au Soleil, son mouvement horaire en longitude, la variation horaire de l'angle au pôle calculée en secondes d'arc ! Un travail titanesque remarqué par Lalande :

[...] Pingré eut l'avantage de donner l'exemple pour l'avenir et de faire voir qu'un habile astronome pouvoit fournir lui seul tous les calculs dont les navigateurs ont besoin³⁹.

³⁹. Montucla-Lalande, 1803, t. IV, part.V, p. 572.

Voici comment Pingré, engagé dans la rédaction du quatrième et dernier volume de son *Etat du Ciel* (pour l'année 1757), présente la méthode de Le Monnier, précisant en passant la source de ses réflexions :

[Leadbetter] propose de trouver les longitudes par l'observation d'une seule hauteur de la Lune en supposant l'inclinaison de l'orbite de la Lune à l'écliptique connue par les Tables. Sa méthode est un peu longue. D'ailleurs les tables ne sont point entre les mains de tous les navigateurs. Je la passerai donc sous silence. [...] M. Le Monnier au second livre de ses *Observations* expose une autre méthode qui ne demande pareillement que l'observation d'une seule hauteur de la Lune. Mais il faut de plus connaître la déclinaison de cet astre, ce que l'on peut faire facilement en observant sa plus grande hauteur [...] Cette méthode est fort bonne. Elle a cet avantage, que je n'en connois point qui exige moindre calcul. D'un autre côté, il y a des cas où elle n'est point praticable, comme lorsque la Lune est couverte de nuages à l'heure de son passage au méridien, ou lorsque l'on ne peut voir pour lors assez distinctement l'horizon [...] L'angle horaire de la Lune étant donné par observation, il est facile de conclure la distance au méridien de l'observation à celui de Paris⁴⁰.

C'est dans cet ultime volume des éphémérides nautiques que Pingré donne le plus de renseignements sur le calcul de l'angle horaire pour la détermination des longitudes en mer, dans un assez long mémoire⁴¹. Il y expose trois méthodes pour « conclure par observation, l'angle horaire de la Lune » :

1°. Par l'observation d'une seule hauteur de la Lune, la déclinaison de cet astre étant supposée connue (p. 181). Cette procédure nécessite une estimation de la longitude cherchée (voir ci-après);

2°. Par l'observation d'une seule hauteur de la Lune (p. 186) (dans un cas plus général, sans autre précision);

3°. Par une seule observation de la distance de la Lune au Soleil ou à une étoile fixe (p. 190). Pingré ne donne cette méthode de distance lunaire que pour compenser les moments où on ne peut pas mesurer les hauteurs de la Lune. La lune et l'étoile doivent être observées proches de l'horizon et doivent avoir la

⁴⁰. Pingré, 1757, *Etat du Ciel pour l'an de Grâce 1757* etc., p. 181.

⁴¹. Pingré, 1757, *Ibid.*, « De la détermination des longitudes sur mer par le moyen des angles horaires de la Lune », pp. 180-204.

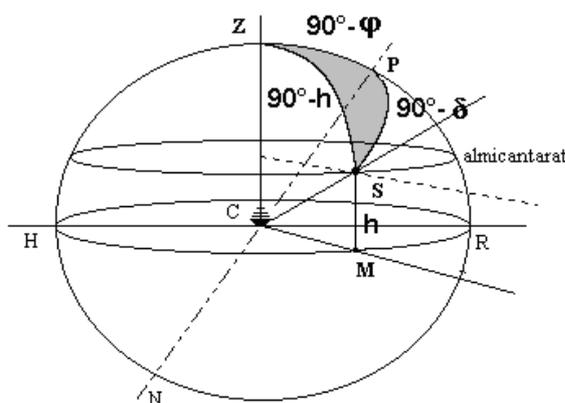
même déclinaison (sur le même parallèle, selon la terminologie de l'époque). Ici, c'est l'angle horaire de la Lune qui est calculé.

Ainsi, l'angle horaire (local) calculé par l'observateur est comparé à celui tabulé pour le méridien de Paris. Il suffit de comparer les heures pour lesquelles les angles horaires sont identiques au méridien de référence et au méridien de l'observateur. La différence entre les heures donne directement la différence de longitude, comme il est indiqué dans les préambules.

En demandant à Pingré de calculer *l'Etat du ciel*, Le Monnier avait une longueur d'avance sur Lacaille et les distances lunaires.

Figure III.2.2 : Hauteur d'un astre (S) sur l'horizon et principe du calcul de l'angle horaire local.

SM représente la hauteur (h) de l'astre S sur l'horizon. ZS est la distance zénithale ; SP le complément de la déclinaison (δ) de l'astre ; ZP le complément de la latitude (φ) du lieu de l'observation. Si HZPR représente le méridien local, l'angle au pôle \hat{P} , une fois le triangle sphérique ZPS résolu (on en connaît les trois côtés indiqués sur la figure), donne l'angle horaire local de l'astre S (voir le chapitre III.3 pour le calcul de l'heure locale en mer dans la méthode de Bouguer et de Lacaille).



42434445464748

⁴². Au XVIII^e siècle, l'angle horaire est défini localement pour l'astre : « *L'angle horaire est un angle formé au pôle par le méridien du lieu et le cercle de déclinaison qui passe par l'astre [...] La circonstance la plus favorable au calcul de l'angle horaire [...] a généralement lieu lorsque le Soleil est [...] dans le vertical qui coupe l'horizon le plus près des points Est et Ouest.* », P. Ducom, 1820, *Cours d'observations nautiques*, Bordeaux, Pinard et Paris, V^{ve} Courcier, p. 42.

⁴³. Marguet, 1931, pp. 222-225.

I.2.3. Lalande et les calculs itératifs dans la méthode de l'angle horaire (1764)

Dès 1764, Lalande, dans son *Astronomie*, compare de manière très détaillée les mérites, avantages et inconvénients respectifs des deux méthodes alors concurrentes, distances lunaires et angle horaire. Sans rejeter la seconde, la préférence de Lalande va clairement aux distances lunaires.

S'il reconnaît la simplicité de la méthode de l'angle horaire, Lalande en souligne les principales difficultés, en particulier, le caractère rébarbatif des calculs itératifs exigés. En effet, voici comment il faut procéder pour employer cette méthode pour la DLM⁴⁹. On doit disposer de quatre données de départ : 1°. une hauteur du Soleil qui lui donne l'heure locale vraie après un premier calcul, 2°. une hauteur vraie de la Lune, 3°. la latitude du lieu, et 4°. la longitude estimée du navire (obtenue d'après l'estime). Cette longitude estimée donne l'heure estimée à Paris à partir de laquelle on peut calculer les coordonnées écliptiques de la Lune et surtout sa déclinaison. La résolution du triangle PZS (voir figure ci-dessus) donne l'angle horaire de la Lune. On cherche dans les tables l'heure à laquelle cet angle horaire est observé à Paris. La différence entre les deux heures donne l'écart en longitude entre Paris et le lieu de l'observation, qui est aussi lié à l'erreur commise sur la longitude estimée. Si la longitude estimée était bonne, on s'arrête. Sinon, il faut corriger la longitude estimée de la différence en longitude obtenue précédemment et on reprend le processus entier ! Lalande explique ailleurs qu'on peut aussi corriger la déclinaison de la Lune, ce qui revient au même⁵⁰.

Le principe de cette méthode de l'angle horaire, initialisée par la considération d'une position approximative de l'observateur, explique pourquoi elle est encore appelée dans la littérature du XVIII^e siècle, méthode de « fausse position ».

Reprenant la présentation de Pingré en 1757, Lalande remarque que dans la méthode de Le Monnier, pour obtenir la déclinaison de la Lune, il faut observer sa hauteur méridienne. En mer, cette procédure se

⁴⁴. Delambre, 1814, tome III, chap. XXXVI, p. 639.

⁴⁵. Pezenas, 1768, p. 16.

⁴⁶. Lacaille, 1759, pp. 75-80.

⁴⁷. Delambre, 1827, HA 18, Livre III, p. 204.

⁴⁸. Delambre, 1814, op. cit., t. III, p. 639.

⁴⁹. Lalande, 1764, II, pp. 1542-1544.

⁵⁰. Montucla-Lalande, 1803, t. IV, part. V, p. 571.

révèle impraticable : il est en effet difficile d'apprécier la méridienne du lieu de l'observation, et il faudrait de plus tenir compte de la variation de la déclinaison de la Lune et du mouvement du vaisseau au cours des observations⁵¹. Lalande souligne une autre difficulté de l'emploi de cette méthode en mer : c'est qu'elle nécessite des observations faites le jour et la nuit et non simultanées (hauteur du pôle, observations de la hauteur de la Lune, hors du méridien ou lors du passage au méridien, hauteur du Soleil à midi, hauteurs correspondantes des astres, etc.). Il est alors important de tenir compte de la dérive en longitude du vaisseau entre la journée et la nuit, ce qui contraint le calculateur à des corrections supplémentaires difficilement maîtrisables par leurs incertitudes⁵².

I.2.4. Les critiques tardives de Delambre (1814)

Dans son ouvrage méconnu et pourtant précieux pour l'historien de l'astronomie, *Astronomie théorique et pratique* (Paris, 1814), Delambre présente la méthode de l'angle horaire de la Lune pour la DLM de la manière suivante :

Le Monnier et Pingré tachèrent vainement de soutenir la méthode des angles horaires. Voici en quoi elle consiste : observer une hauteur du bord de la Lune, y appliquer toutes les corrections nécessaires pour qu'elle devienne la hauteur vraie du centre. Avec la hauteur du pôle et la déclinaison de la Lune prises dans une éphéméride, calculez l'angle horaire de la Lune ; calculez l'angle horaire du Soleil pour le tems de l'observation, vous en conclurez la différence d'ascension droite et l'ascension droite absolue de la Lune. Cherchez dans l'éphéméride à quelle heure de Paris répond cette ascension droite et vous aurez l'heure de Paris et la longitude du vaisseau⁵³.

Rappelons que l'observateur obtient en fait la différence de longitude.

Mais Delambre assortit sa présentation de sévères critiques :

Rien de plus facile à comprendre et à pratiquer ; mais pour bien calculer l'angle horaire, il faut être bien sûr de sa latitude ou se borner à observer la Lune vers le premier

⁵¹. Lalande, 1764, II, pp. 1538-1539.

⁵². Lalande, 1764, II, pp. 1542-1544.

⁵³. Delambre, 1814, III, chap. XXXVI, p. 639.

vertical⁵⁴ ; il faut bien connaître la déclinaison de la Lune et pour cela on a besoin de la Longitude. Qu'on s'y trompe d'une demi-heure, on pourra se tromper de 6' ou plus encore sur la déclinaison [...]⁵⁵.

Soulignant le caractère itératif de la procédure, pour parvenir à diminuer l'erreur sur la déclinaison et obtenir la longitude vraie, Delambre la compare à la méthode des distances lunaires :

Le procédé est donc bon en lui-même mais il est beaucoup plus long que le calcul des distances ; il emploie des quantités trop variables et trop incertaines. Quelques minutes d'erreur sur les hauteurs soit observées, soit calculées, ne changent que très peu la réduction de la distance et jamais l'on est obligé de recommencer le calcul. La méthode des angles horaires est entièrement abandonnée⁵⁶.

I.3 LE MONNIER ET PINGRÉ : DES ÉVOLUTIONS BIEN DIFFÉRENTES

I.3.1. Le Monnier et les distances lunaires en 1746

Si Lalande nous laisse penser que Le Monnier avait envisagé la méthode des hauteurs de la Lune dès 1737 au retour de Laponie, il laisse par ailleurs entendre que la découverte et les rapides perfectionnements des instruments à réflexion avaient remis au goût du jour les distances lunaires, réveillant ainsi chez Le Monnier un intérêt pour cette méthode⁵⁷.

Et de fait, on peut lire en 1746, dans deux notes de bas de page de ses *Institutions astronomiques*, deux propositions d'observer les distances lunaires, dont une assortie à l'amélioration des tables de la Lune selon le Saros de Halley⁵⁸. Dans ces notes, Le Monnier précise que les distances lunaires viendront au secours des longitudes, dès que les tables de la Lune le permettront. Il compte pour cela sur la

⁵⁴. C'est-à-dire au moment de son lever, quand sa distance zénithale est proche de 90°.

⁵⁵. Delambre, 1814, III, p. 639.

⁵⁶. Delambre, 1814, III, p. 639.

⁵⁷. Montucla-Lalande, 1803, t. IV, part. V, p. 568 et 570.

⁵⁸. Le Monnier, 1746, pp. 320-321 et 396.

méthode du Saros de Halley. Il semble bien que ses additions résument la pensée de Le Monnier, puisque Keill se limite aux éclipses de Soleil⁵⁹.

Il est possible de verser une nouvelle pièce au dossier qui éclaire un peu mieux la position de Le Monnier. Le 26 janvier 1746, il rend un rapport sur un mémoire anonyme intitulé *Essay sur une méthode pour connoître les longitudes en mer par le moyen de la Lune et des étoiles fixes*⁶⁰. L'auteur de cet essai propose ni plus ni moins que la méthode des distances de la Lune à une ou deux étoiles fixes. Ce rapport est très intéressant, car Le Monnier, jugeant que la « *méthode n'est pas nouvelle* », explique pourquoi « *elle n'est pas bonne* ». Il est intéressant de voir comment il se positionne à une époque où son principal rival ou plutôt concurrent, Lacaille —cette rivalité ne s'est pas effectivement pas encore affirmée—, a clairement choisi la voie des distances lunaires sans toutefois l'avoir exposée devant l'Académie.

Premièrement, elle nécessite de connaître « *le vrai lieu de la Lune sans erreur sensible* » pour le méridien de Paris, ce que ne permettent pas les tables astronomiques disponibles à l'époque. Le Monnier précise que dans les tables de Newton, les erreurs courantes étant de 5 ou 6' sur les coordonnées de la Lune, la longitude terrestre déduite des distances lunaires est calculée à au moins trois degrés près, c'est-à-dire donnée avec une précision de 60 lieues à l'équateur, inadmissible pour lui. Deuxièmement, la méthode suppose d'être capable de « *mesurer exactement la distance de la Lune aux étoiles* ». Mais l'auteur du mémoire, explique-t-il, ne parle absolument pas des nouveaux quartiers de réflexion (ou octants de Hadley) et « *s'imagine que l'on peut assurer le lieu de la Lune sur mer à 1' près* », ce que Le Monnier juge tout à fait impossible à l'époque. De surcroît, Le Monnier juge problématique l'emploi des nouveaux octants garnis de lunettes par les marins, puisque l'erreur y est amplifiée par la réflexion des rayons lumineux sur les miroirs plans.

Le Monnier rend donc un rapport défavorable sur ce mémoire. Il eut été curieux de le voir examiner par Lacaille.

Quels commentaires peut-on faire à la lecture des conclusions du rapport de Le Monnier ?

⁵⁹. Le Monnier, 1746, pp. 241-242.

⁶⁰. A.A.S., pochette de séance du 26 janvier 1746, lettre manuscrite de Le Monnier. Le mémoire en question n'a pas été retrouvé.

A l'exception de ses restrictions concernant l'emploi par les marins des octants à réflexion, les raisons qu'il avance sont légitimes. En 1746, la précision des tables de la Lune est insuffisante pour leur utilisation nautique. Par ailleurs, sans avoir précisé la marge d'erreur, Le Monnier n'a pas tort en expliquant qu'il est impossible d'obtenir en mer une précision d'une minute d'arc sur la position de la Lune dans le ciel avec ces instruments, malgré leurs perfectionnements. Il faudra en effet attendre l'avènement du sextant, du cercle répétiteur de Borda et de leurs améliorations successives (présence de verniers et de loupes de vernier notamment) pour atteindre cette précision dans les dernières années du XVIII^e siècle.

Que penser de son petit couplet sur l'incapacité des marins à employer les nouveaux instruments nautiques ? Jean-Baptiste D'Après de Manneville est son correspondant depuis le 6 mars 1743. En 1746, Manneville a déjà observé et s'est lui-même engagé dans l'expérimentation en mer des nouveaux instruments de mesure de hauteur des astres (voir le chapitre précédent). Ses succès dans les observations astronomiques lui ont d'ailleurs valu sa nomination de correspondant de l'Académie des sciences. Mais à cette époque, Le Monnier ne semble pas tenir en haute considération les capacités des navigateurs à s'approprier les techniques d'observations astronomiques. Malheureusement, la correspondance connue entre les deux hommes ne remonte pas aussi loin⁶¹ et ne fournit aucun élément de réponse.

Bien que dans le courant de cette même année 1746, en publiant ses *Institutions astronomiques*, Le Monnier laisse entendre qu'il n'est pas opposé aux distances lunaires, ce rapport semble marquer son refus et son rejet définitifs de cette méthode.

Rien dans ses écrits ne laisse percevoir une quelconque révision de cette position. Bien au contraire, une lettre manuscrite qui figure dans les papiers du père Pingré, conservés à la Bibliothèque Sainte-Geneviève à Paris, la confirme. Dans cette lettre datée du mois de février 1775, Le Monnier explique à son ami que des observations de la Lune effectuées en 1774 montrent des écarts de 2' avec les tables de Halley et que cela peut avoir un impact négatif sur l'emploi de la méthode des distances lunaires pour la DLM⁶². Le Monnier ne fait ici que manifester son ignorance de l'existence des nouvelles tables de la Lune de Tobias Mayer, qui révisées par Mason et Maskelyne en 1770, atteignent une précision la plupart du

⁶¹. AN, MAR, 3 JJ 341, div. 11 : les 40 lettres conservées, de Le Monnier à Manneville sont écrites entre 1764 et 1780, année de la mort de ce dernier.

⁶². B.S.G., Ms 2335, « Mélanges d'astronomie » dans les papiers de Pingré, pièce 3, lettre de Le Monnier, datée de février 1775 mais commencée fin 1774.

temps inférieure à la minute d'arc (voir le chapitre IV.2) et rendent la méthode des distances lunaires d'une efficacité alors inégalée et jamais atteinte auparavant.

I.3.2. Pingré : une évolution remarquable et une contribution au succès des distances méconnue

Le cas de Pingré est bien différent. Si en 1753-54, Pingré peut apparaître comme un « esclave » ou un « nègre » de Le Monnier, il saura bien vite s'émanciper de son maître, comme Lalande, plus individualiste, aura su le faire bien avant lui. Jusqu'au début des années 1760, Pingré, partageant les idées de Le Monnier, suit ses préceptes concernant la manière de traiter les longitudes en mer et de considérer les tables de la Lune : seule est valable la rectification des tables selon le procédé du Saros de Halley (voir chapitre IV.1). Mais Pingré n'est pas génovéfain pour rien. Moins « sanguin » et loin d'être aussi caractériel que son maître, ne se laissant aveugler ni par les querelles ni par les polémiques, Pingré sait apprécier les progrès que fait l'astronomie à cette époque. Aussi n'est-il pas surprenant qu'aux côtés de Bailly, Pingré apporte un jugement positif et enthousiaste sur les nouvelles tables analytiques de la Lune que Clairaut présentera à l'Académie des sciences le 5 septembre 1764⁶³ (voir le chapitre IV.3). Remarquons que ces changements interviennent alors que Pingré est désormais officiellement appointé par la Marine (voir annexe III). En effet, Pingré devient astronome de la Marine en remplacement de Joseph-Nicolas Delisle, le 8 février 1763, et confirmé dans son statut en 1768. Est-ce la fréquentation de Charles Messier, un astronome d'une autre trempe, aux compétences bien supérieures, qui l'aide à franchir le pas ? On peut se poser la question.

A la suite des virulentes critiques proférées par Lacaille à l'encontre de sa méthode, exposées ci-après, Pingré va connaître une période de flottement. Marguet s'en fait l'écho⁶⁴. A l'occasion du passage de Vénus devant le disque du Soleil en juin 1761, Pingré s'embarque pour l'île Rodrigue en compagnie d'officiers entraînés aux observations astronomiques, dont un lieutenant ayant servi sous les ordres de d'Après de Manneville, Marion-Dufresne. Marguet précise que le journal de Pingré, encore inédit, est conservé dans les Archives du Dépôt des cartes de la Marine. D'après ce journal et les études de Marguet, Pingré laisse les officiers effectuer les observations astronomiques, parce que plus entraînés que lui au maniement des octants. A l'aller, entre janvier et mars 1761, ils n'effectuent pratiquement que des

⁶³. PV ARS, 1764, fol. 335.

⁶⁴. Marguet, 1931, pp. 226-228.

observations de distances lunaires en mer. Au retour, quelques calculs d'angle horaire ne persuadent toutefois pas Pingré de la faiblesse de cette méthode devant celle des distances.

Le changement d'orientation de Pingré apparaît plus clairement en 1768, dans son récit du voyage — ou plutôt du cabotage — en Manche du marquis de Courtanvaux à bord de l'*Aurore*, voyage assez décevant quant aux résultats⁶⁵. Pingré commence à s'intéresser à toutes les méthodes de DLM, et donc aux distances lunaires, même s'il reconnaît ses propres difficultés à les mesurer avec une précision suffisante⁶⁶. Mais cela n'est pour un astronome, qu'une question d'entraînement. Certains de ses manuscrits attestent de son intérêt croissant pour l'ensemble des techniques de navigation astronomique, témoignent du sérieux avec lequel il les étudie et confirment l'ampleur de son activité scientifique à cette époque⁶⁷.

Ayant cessé de calculer l'*Etat du Ciel* parce que, selon Lalande, la charge était trop lourde pour lui, qu'il n'en retirait pas toutes les satisfactions qu'il en espérait (recevait-il des appointements ou une contrepartie financière⁶⁸ ?) et que les marins boudaient ses éphémérides (des méventes⁶⁹ ?), Pingré a d'autres raisons de remettre en question sa pratique de l'angle horaire et des hauteurs de la Lune. N'explique-t-il pas en effet en 1768 que si l'on peut déterminer la position de la Lune en observant sa hauteur sur l'horizon, il convient « *que chaque observation [lui] coûtait à peu-près deux heures de calcul* »⁷⁰ ?

En 1768 et 1769, il est désigné astronome de l'expédition commandée par Claret de Fleurieu embarquée sur la frégate l'*Isis*, pour les essais de nouvelles montres marines de Leroy dans le cadre du prix double de navigation pour 1767-1769. Une partie importante de son journal de bord et de ses

⁶⁵. Pingré, 1768. Rappelons que le voyage a lieu en Manche, entre mai et août 1767. Pingré et Messier, les deux astronomes de la Marine, sont chargés de tester une montre marine de Leroy, dans le cadre du prix Rouillé de Meslay pour 1767-1769 (voir supra, chap. I.1).

⁶⁶. Pingré, 1768, p. 30.

⁶⁷. B.S.G., Ms 2332, plusieurs mémoires sur les instruments nautiques ; examen de plusieurs méthodes, parmi lesquelles, celles de Lacaille et celles du P. Pezenas. Voir aussi le Ms 531, « calculs divers du P. Pingré », recueil in-folio, s.l.n.d.

⁶⁸. Je n'ai encore pu trouver aucun indice sur ce sujet.

⁶⁹. C'est ce que laisse entendre Marguet (1931, p. 223) sans citer ses sources : « *Pingré cessa de calculer ses éphémérides en 1758, le libraire refusant de l'imprimer à l'avenir parce qu'il ne trouvait aucun bénéfice dans le débit de l'ouvrage* ».

⁷⁰. Pingré, 1768, p. 30.

observations est conservée dans ses papiers : Pingré essaie à la mer les distances lunaires entre autres méthodes⁷¹.

Sa préférence pour les distances lunaires sera définitive lors de l'expédition de la frégate *La Flore* entre 1771 et 1772. Ses notes bien qu'inextricables et difficilement exploitables en l'état, ne laissent aucun doute sur la confiance que Pingré accorde à cette méthode de DLM⁷².

On attribue souvent à Borda la responsabilité scientifique de cette expédition, tant son nom est devenu célèbre et éternellement attaché à la méthode des distances lunaires. La mise à jour de la correspondance de Pingré montre qu'il faut rectifier cette présentation de l'histoire. En effet, en août 1771, deux mois avant que *La Flore* n'appareille de Brest⁷³, le ministre de Boynes établissait Pingré comme « *le maître à bord de La Flore* » tout en lui accordant une pension de 3000 Livres pour son travail de qualité aux côtés de Fleurieu lors de la précédente expédition⁷⁴. Le 4 septembre, Pingré recevait officiellement sa mission de vérification de toutes les méthodes de détermination des longitudes⁷⁵.

II LES CRITIQUES DE LACAILLE À L'ENCONTRE DE LA MÉTHODE DE L'ANGLE HORAIRE

II.1 UN LACAILLE MÉCONTENT DE RETOUR À PARIS EN JUIN 1754

De retour de son voyage au cap de Bonne-Espérance, Lacaille rentre à Paris en juin 1754 et retourne à l'Académie le 3 juillet. Il est alors très mécontent, et ce, pour plusieurs raisons.

Tout d'abord, sans l'aval de l'Académie et à la demande de la Compagnie des Indes qui s'en est désintéressé par la suite, son séjour a été inutilement prolongé dans les mers australes, lui faisant perdre

⁷¹. B.S.G., Ms 531, « Calculs divers du P. Pingré », recueil in-folio, s.l.n.d. : fol. 9r°-41r° ; fol. 93r°-94v°.

⁷². B.S.G., Ms 531, *ibid.*, fol. 103r° et suiv. : « *Observations faites en 1771 pour la vérification de toutes les méthodes de Longitude* ». Il s'agit d'un journal personnel, rempli de notes chargées et inexploitable en l'état.

⁷³. Rappelons que *La Flore* appareille de Brest le 20 oct. 1771, effectue une longue navigation tout autour de l'Océan Atlantique et revient à Brest le 10 oct. 1772. [voir Borda, 1773].

⁷⁴. B.S.G., « Correspondance de Pingré », Ms 2551, fol. 10-11 : lettre de de Boynes à Pingré, du 21 août 1771.

⁷⁵. B.S.G., « Correspondance de Pingré », Ms 2551, fol. 12-13 : lettre de de Boynes à Pingré, du 4 sept. 1771.

ainsi de précieux mois de travail. Ironie du sort, explique-t-il, il a dû payer une partie de cette prolongation involontaire de son séjour de ses propres deniers⁷⁶ !

De plus, il s'aperçoit que Pingré, génovéfain et janséniste de surcroît, est engagé dans la rédaction d'un almanach nautique sous la houlette de son rival à l'Académie, Le Monnier, et que son propre projet d'almanach nautique et de promotion des distances lunaires à destination du commun des navigateurs⁷⁷, a été superbement ignoré par l'Académie.

Le 22 décembre 1753, l'abbé Jean Chappe d'Auteroche (1728-1769) a reçu l'approbation de l'Académie pour la traduction française des *Tables astronomiques* de Edmond Halley (Paris, 1754), comportant de nombreuses additions dont l'auteur est Le Monnier (juge et partie dans cette approbation)⁷⁸. Dans cet ouvrage, dont le long titre annonce clairement une orientation nautique du contenu (Chappe, 1754), l'abbé Chappe et Le Monnier défendent amplement la méthode de correction des tables de la Lune selon le procédé du saros de Halley, méthode qui ne reçoit pas les faveurs de Lacaille.

Ainsi, son principal rival a deux longueurs d'avance sur lui, disposant d'un calculateur qui édite un almanach nautique selon des procédés opposés aux siens, et ayant attaché son nom à celui d'un astronome réputé, de stature internationale, Halley.

Par ailleurs, les discussions fréquentes que Lacaille aura avec Lalande les mois suivants au sujet des observations de la Lune et des calculs de la parallaxe lunaire, attisent la rancœur de Le Monnier qui voit son meilleur élève et protégé, passer progressivement dans le clan adverse. Bientôt la brouille se transformera en haine farouche et éternelle.

⁷⁶. AN, MAR, 3 JJ 341, div. 11, pièce 18 : lettre de Lacaille à d'Après de Manneville, de Paris, le 8 sept. 1755 ; pièce 19, lettre de Lacaille à Manneville, de Paris, le 18 nov. 1755. Signalons une petite difficulté non encore résolue. Le portrait habituel de Lacaille — savant désintéressé et quelque peu naïf — rapporté par le P. Carlier en 1763, entretenu par Delambre [1827, HA 18, p. 542] au début du XIX^e siècle, veut qu'il ait, à son retour du Cap, rendu l'excédent des fonds que le trésor royal lui avait octroyé à son départ en novembre 1750 pour ses frais divers (achats d'instruments et entretien d'un assistant), soit environ 10 000 Livres. Selon Delambre (citant Gabriel de Bory qui lui aurait confié cette histoire), n'ayant dépensé qu'environ 9144 Livres, Lacaille se serait rendu au Trésor, provoquant la stupeur des commis, non accoutumés à ce genre de comportement [Boquet, 1913, p. 467]. Selon F. Boquet (1913) et le P. Carlier (1763), le ministre de la Marine aurait personnellement insister pour que Lacaille accepte une somme de 200 Louis. Sans vraiment contredire ces anecdotes — qui restent encore à vérifier — La colère que manifeste Lacaille à l'annonce de devoir rembourser la Compagnie des Indes de la prolongation de son séjour dans les mers australes, va à l'encontre de son légendaire désintéressement.

⁷⁷. AN, MAR, 2 JJ 69, pièce 19b, du 20 février 1754. Voir annexe VII.

⁷⁸. PV ARS 1753, 22 décembre 1753, fol. 673-675 ; Cassini de Thury, Le Monnier et d'Alembert avaient été nommés commissaires le 5 septembre 1753, le même jour où Clairaut déposait ses premières tables de la Lune (voir infra, chap. IV.1 et IV.2).

Lacaille va devoir donc se dépenser pour faire valoir ses projets personnels et contrer ceux de son principal rival.

II.2 LACAILLE CRITIQUE LA MÉTHODE DE PINGRÉ

S'il traîne encore dans certaines notices biographiques du P. Pingré des traces d'une possible amitié entre Lacaille et lui, il faut les balayer. D'ailleurs Delambre évoque le sujet et émet des doutes quant à cette autre légende concernant Pingré, déjà colportée au début du XIX^e siècle :

Quant à l'amitié de Pingré pour La Caille, nous trouverons par la suite quelques raisons pour douter que ce sentiment fût bien vif, ou qu'il ait été bien durable, ce qui est au reste une chose extrêmement indifférente⁷⁹.

Lorsqu'en mars 1759, Lacaille entreprend la lecture de son *Mémoire sur l'observation des longitudes en mer*, il se livre à un vaste réquisitoire contre la méthode de l'angle horaire et le travail de Pingré⁸⁰. Si Lacaille précise qu'il ne s'agit pas d'attaques personnelles — et l'on peut en douter — indirectement, c'est Le Monnier qui est visé. Lacaille fustige les « *personnes bien intentionnées qui ont commandé cet ouvrage* », sous-entendu Le Monnier. Après avoir expédié la manière dont ce dernier ignore le mouvement du navire lors des observations astronomiques (pp. 73-74)⁸¹, Lacaille se lance dans un examen *sur la méthode pour laquelle l'Etat du Ciel de M. Pingré avoit été principalement calculé* (pp. 75 et suiv.).

Sans nier la relative qualité de son travail et la sincérité du calculateur, précise-t-il, Lacaille met en doute la manière dont Pingré a établi les tables de *l'Etat du Ciel* et souligne le danger existant pour le navigateur qui voudrait suivre cette méthode :

[...] M. Pingré s'est donné la peine pendant quatre années de suite, de publier une espèce de Calendrier marin, intitulé *l'Etat du Ciel*, qui contient des calculs très-détaillés, & faits avec tout le soin possible, des mouvemens du Soleil & de la Lune ; son zèle en cela

⁷⁹. Delambre, 1827, HA 18, p. 664. Dans sa notice sur Pingré, Prony (1798) tente d'établir la légende d'une amitié entre Pingré et Lacaille qui se serait nouée lorsque, « jeune » astronome engagé par Le Monnier, Pingré trouve une erreur dans les calculs de Lacaille pour l'éclipse de 1748.

⁸⁰. Lacaille, 1759, pp. 75-80. Voir Marguet, 1931, pp. 224-226.

⁸¹. Voir la lettre de Lacaille à Mayer du 20 mai 1759 in Gapaillard, 1996, lettre 9, pp. 521-523.

étoit d'autant plus louable, qu'il n'étoit intéressé que par l'envie de faire le bien de la Navigation ; mais la méthode principale pour laquelle il a dressé ses tables de calculs dans les trois dernières années, n'étoit que specieuse dans la théorie ; il eût été très-dangereux qu'un Navigateur y eût mis quelque confiance⁸².

Lacaille expose ensuite la méthode de l'angle horaire telle qu'elle est annoncée dans l'*Etat du Ciel*, et qui conduit à la résolution d'un triangle sphérique (le triangle ZPS où S représente la Lune; voir figure III.2.2), donnant la *distance de la Lune au méridien du Navigateur* ou *l'angle horaire (local) de la Lune*.

Bien que la méthode paraisse simple, explique Lacaille, aussi bien en théorie qu'en pratique « *puisque'il semble que les observations essentielles se réduisent à prendre une ou tout au plus deux hauteurs de la Lune* »⁸³, un examen plus attentif conduit à identifier de graves sources d'erreurs que Lacaille ne manque pas de souligner.

Exprimée dans un langage moderne, la critique de Lacaille peut se résumer ainsi.

La résolution du triangle sphérique exige en fait la connaissance de la déclinaison de la Lune qui, pour éviter de longs calculs, ne peut être déterminée que par l'observation quasi simultanée de la hauteur du pôle et de la hauteur méridienne de la Lune. L'angle horaire de la Lune est ensuite obtenu après avoir observé sa hauteur en dehors du méridien, avant ou après son passage au méridien, observation complétée par une observation de la hauteur du pôle (donnant la latitude) et de la connaissance de sa déclinaison. Par ailleurs, compte tenu de la dérive du vaisseau sur la mer et de l'incertitude de l'estime, les réductions et les corrections qu'il faut faire pour raccorder toutes les observations effectuées à des instants différents, introduisent des valeurs numériques très imprécises, sans compter les incertitudes sur les hauteurs apparentes de la Lune. La méthode nécessite donc bien plus qu'une ou deux observations très précises, souligne Lacaille. Elle introduit donc trop de quantités sujettes à erreurs, elles-mêmes variables donc incontrôlables et trop dépendantes de la position de la Lune dans le ciel et de l'observateur sur la terre⁸⁴.

⁸². Lacaille, 1759, p. 75.

⁸³. Lacaille, 1759, p. 76.

⁸⁴. Lacaille, 1759, pp. 77-78.

Notons que Lacaille suggère une méthode et un calcul légèrement différent permettant tout de même d'employer les tables de Pingré, et d'éviter les sources d'égarement de la méthode originale⁸⁵.

Lacaille explique ensuite qu'il vaut mieux utiliser une déclinaison de la Lune tabulée plutôt que celle obtenue par l'observation, moins précise. Il estime que l'erreur sur cette dernière peut atteindre 8'. Il expose encore certaines limitations comme la non prise en compte du mouvement de la Lune en déclinaison, mouvement assez rapide lorsqu'elle occupe certaines positions dans le ciel (vers ses points équinoxiaux notamment).

Afin de démontrer la trop grande imprécision et le danger de cette méthode pour la DLM, Lacaille dresse une table de l'incertitude moyenne en longitude, basée sur des hypothèses de précision plutôt favorables à sa démonstration et dont il dresse la liste (pp. 78-79) : 2' sur l'incertitude de la déclinaison de la Lune, 4' sur la latitude, 4' sur la hauteur de la Lune. Il y adjoint une incertitude de 2' sur l'ascension droite de la Lune qui intervient dans la comparaison finale des angles horaires (voir le chapitre suivant).

L'ensemble de ses calculs est résumé dans une grande table dont le résultat final se veut extraordinairement démonstratif : sur l'équateur, l'incertitude sur la longitude est de 85 lieues marines en moyenne, de 101 lieues à 30 degrés de latitude, et de 107 lieues à 60 degrés de latitude⁸⁶. Soulignant les énormes incertitudes sur la longitude ainsi déterminée, Lacaille peut alors conclure :

Rien ne sera plus propre que la table suivante, à faire voir combien il y auroit peu à compter sur la Lune pour trouver les Longitudes en mer, si l'on n'avoit d'autre méthode que celle des angles horaires ; on doit donc regretter sincèrement le temps considérable qu'un Astronome habile a employé pendant plusieurs années à calculer ces angles horaires, les ascensions droites de la Lune, & tout ce qui en dépendoit⁸⁷.

Autrement dit, le travail de Pingré est aussi inutile que dangereux ! Mais heureusement, la méthode trop compliquée est (elle aussi) hors de portée du commun des Navigateurs :

⁸⁵. Lacaille, 1759, note p. 76 et pp. 81-82.

⁸⁶. Lacaille, 1759, p. 80.

⁸⁷. Lacaille, 1759, p. 79.

Il est vrai qu'alors il n'y avait presque aucun Navigateur qui fût capable de faire usage des calculs de *l'Etat du Ciel* ; mais s'il y en avait eu, ils auroient bientôt aperçu l'imperfection de la méthode qu'on leur avait proposée⁸⁸.

En conclusion, la méthode n'est ni directe, ni pratique et ne répond donc pas aux critères que Lacaille a fixé pour décider du choix d'une bonne méthode de détermination des longitudes en mer !

Sans doute fortement « stimulé » par les critiques de Lacaille, Pingré évolua et remit en cause ses pratiques, comme il a été indiqué auparavant. La relation du voyage de *La Flore* parue à Paris en 1778⁸⁹, est en grande partie l'œuvre de Pingré. Dans leurs conclusions formulées en 1772 (Borda, 1773), Borda, Verdun de la Crenne et Pingré donnent leurs préférences à la méthode des distances de Lacaille, avec les réserves indiquées au chapitre précédent. Voici l'une des raisons importantes de ce choix. La détermination de l'heure locale au moment de l'observation exige d'observer une hauteur du Soleil ou d'une étoile. Il faut donc toujours avoir un astre et la Lune sur l'horizon, ce qui rend la distance lunaire toujours observable et autant vaut-il alors l'employer⁹⁰, rendant la méthode de l'angle horaire superflue.

La précision croissante des tables de la Lune et les améliorations apportées aux instruments nautiques leur permettaient alors d'obtenir la longitude à un degré près. Dix-huit années auparavant, en 1754, Lacaille n'espérait une longitude qu'à trois degrés près, et l'évaluait à environ deux degrés en 1759.

III LE REGARD CRITIQUE DU PÈRE PEZENAS SUR LES LONGITUDES EN MER (1764-1775)

Malgré une critique assez lapidaire de Delambre, le dernier ouvrage imprimé du Père Esprit Pezenas, *Histoire Critique de la Découverte des Longitudes* paru en 1775, fournit de précieuses indications sur la nature du débat qui anime les astronomes et les navigateurs à cette époque.

Esprit Pezenas (1692-1776), astronome et professeur royal d'hydrographie de 1728 à 1749, fut le directeur de l'Observatoire des Jésuites de Marseille entre 1728 et 1763. Une recherche systématique de

⁸⁸. Lacaille, 1759, p. 79.

⁸⁹. Voir Borda, 1778.

⁹⁰. Marguet, 1931, p. 234.

ses manuscrits et de sa correspondance, dans le but de mettre à jour la biographie de cet astronome méconnu, permet de réécrire une page de l'histoire de l'astronomie nautique en France dans la seconde moitié du XVIII^e siècle. Auteur d'ouvrages d'astronomie nautique et de traductions reconnues, entre 1766 et 1775, Pezenas est dans l'ombre de Lalande et de Borda l'un des animateurs du débat portant sur le choix de la meilleure méthode lunaire pour la DLM.

Se présentant comme l'héritier de Lacaille, il reprend à son compte les critiques que formulait ce dernier en 1759 sur la méthode de l'angle horaire proposée par Le Monnier et développée par Pingré dans son *Etat du Ciel* pour les années 1755 à 1757. Cherchant sans cesse à améliorer ses propres méthodes et à corriger ses erreurs, Pezenas noie l'Académie sous ses mémoires entre 1765 et 1775, se heurtant à une obstruction quasi-systématique de son concurrent direct Pierre-Charles Le Monnier.

Un premier regard rétrospectif sur quelques-unes de ses œuvres d'astronomie nautique nous offre donc l'occasion de faire le point sur les questions que se posent alors les astronomes et les problèmes qu'ils doivent résoudre dans leur quête des longitudes à la mer.

III.1 ESQUISSE BIOGRAPHIQUE DU P. ESPRIT PEZENAS (1692-1776)

Le nom de cet astronome jésuite n'est pas inconnu des historiens de l'astronomie, mais ses contributions à l'astronomie nautique restent méconnues, faute d'une étude approfondie de son œuvre. Un inventaire systématique de ses manuscrits et de sa correspondance⁹¹ permettent de mieux cerner l'évolution de ses travaux, les relations et les échanges entre les astronomes du XVIII^e siècle, les relations entre les astronomes de Province, l'Académie des Sciences et les différents ministres de la Marine dans la période 1749-1776. L'ouverture de ce dossier autorise de même une remise à jour profonde de l'histoire de l'observatoire des Jésuites de Marseille, ancêtre de l'Observatoire actuel.

Né le 28 novembre 1692 sur la paroisse de Saint-Agricol en Avignon, Esprit Pezenas est issu d'une vieille famille provençale avignonnaise. Entre 1702 et 1720, Pezenas fait ses études au collège des Jésuites d'Avignon et y prononce ses vœux. Il a vingt ans au moment de la grande peste qui ravage la

⁹¹. J'ai engagé de nombreux travaux autour de l'œuvre de Pezenas. Plusieurs sont actuellement en cours d'édition. Voir Boistel, 2001, « Deux documents inédits des RR. PP. Jésuites R. Boscovich et E. Pezenas sur les longitudes en mer », R.H.S., 54/3, pp. 383-397 ; Boistel, Caplan, « Inventaire des instruments de l'Observatoire des Jésuites de Marseille sous la direction du P. Pezenas (1728-1763) », étude à paraître dans le J.H.A.

Provence. On le retrouve enseignant dans les collèges Jésuites de Lyon puis d'Aix-en-Provence entre 1724 et 1727 : logique, physique, lettres, éléments d'astronomie sont les disciplines où il est chargé de cours⁹². Remarqué sans doute par ses supérieurs pour la qualité de son enseignement, Pezenas est envoyé à Marseille pour y prendre la suite du père Jésuite Antoine Laval (1664-1728), ancien professeur d'hydrographie, fondateur et premier directeur de l'Observatoire des Jésuites situé rue Montée-des-Accoules, près de l'Eglise Sainte-Croix à Marseille. Laval avait quitté Marseille en 1718 pour Toulon où on l'avait nommé professeur royal d'hydrographie auprès des Gardes de la Marine. Pezenas enseigne alors l'hydrographie aux Gardes de l'Etendard Réal des Galères, avec des appointements annuels de 600 livres⁹³, où il forme les futurs cadres et officiers des Galères de Marseille. On peut juger de son enseignement au travers de son ouvrage écrit assez rapidement après son arrivée, *Elémens de Pilotage* (Marseille, 1733). Ce traité eut une suite revue et augmentée, *La pratique du pilotage* (Avignon, 1741). Ces deux ouvrages constituent de bons et complets manuels de navigation pour l'époque, qui ne semblent toutefois pas avoir été bien diffusés ou connus⁹⁴. Les *Elémens de Pilotage* s'inscrivent dans le vaste courant des manuels de navigation écrits par les jésuites au cours des XVII^e et XVIII^e siècles. Dainville (1940, 1978) et Lamy (1999) ont montré comment ces manuels constituaient la partie visible et imprimée d'un enseignement essentiellement oral dispensé à un auditoire diversifié, constitué autant par les Gardes de la Marine, des gentilshommes se destinant aux métiers de la Mer, que par des marins marchands ou futurs patrons de navire⁹⁵. Le plus souvent, ces ouvrages se signalent plus par une large érudition plutôt que par une spéculation technique et/ou théorique. Loin des grands débats cosmologiques, ces manuels sont avant tout destinés à transmettre un savoir utile aux marins pour les besoins de leurs navigations⁹⁶. Les premiers ouvrages du P. Pezenas, écrits à une époque où celui-ci débute sa carrière de maître

⁹². La Bibliothèque Municipale de Marseille conserve des documents (thèses et cours) relatifs à cette époque (B a 18 R 183).

⁹³. « Liste des Officiers Civils appointés par la Marine pour les années 1735-38 », (Archives Nationales, Marine (archives désignées dorénavant par AN, MAR), C².61, fol. 53v°).

⁹⁴. Dans une lettre adressée à Pezenas, datée du 28 juillet 1734, le père jésuite Christophe Maire (1697-1767) à Saint-Omer cherche — à la demande de Pezenas — un libraire qui accepterait de distribuer les *Elémens de pilotage*. Un libraire de Dunkerque accepte d'en prendre une quarantaine mais précise que les marins préfèrent généralement les ouvrages provenant de l'Ecole de Dieppe (Manuscrits de l'Observatoire de Paris, Ms A 4-2, pièce 36, 21, N). Rappelons que le Père Guillaume Denys était à l'origine en 1663 d'une école d'hydrographie à Dieppe qui avait connu son heure de gloire et avait été prise pour modèle par Colbert [François de Dainville, *La géographie des humanistes*, Paris, Beauchesne, 1960, p. 434].

⁹⁵. Dainville, 1954a, p. 12 ; Lamy, 1999, pp. 11-12.

⁹⁶. Lamy, 1999, pp. 11-28 en particulier.

d'hydrographie et cherche à établir ses propres réseaux de relations⁹⁷, n'échappent donc pas à une certaine identité des manuels d'hydrographie Jésuites.

A son arrivée, Pezenas n'avait trouvé que quelques instruments de mauvaise qualité dans l'observatoire, Laval ayant emporté les siens à Toulon. Entre 1730 et 1760, Pezenas développe une stratégie bien personnelle de harcèlement des ministres de la Marine successifs afin d'équiper son observatoire, se rendant à Paris en 1749, obtenant ainsi les lettres de correspondance de l'astronome Joseph-Nicolas Delisle⁹⁸ et une reconnaissance de ses travaux. Ses manœuvres réussissent puisque à la fin des années 1750, l'observatoire de Marseille est l'un des mieux équipés d'Europe : télescopes de Short sur monture équatoriale identiques en taille à ceux des observatoires parisiens, micromètres-héliomètres de Dollond, quart de cercle, lunettes achromatiques de Dollond⁹⁹. En 1749, Pezenas débute sa carrière de traducteur d'ouvrages de langue anglaise, avec le *Traité des fluxions* de Colin McLaurin (Paris, 1749). Il assurera entre 1749 et 1768, la traduction d'une dizaine d'ouvrages¹⁰⁰ la plupart traitant de mathématiques, de qualité reconnue, traductions vraisemblablement effectuées en équipe plutôt que seul si l'on en croit les éléments épars recueillis dans sa correspondance.

Contrairement à ce que l'on savait d'après les principales notices biographiques du père Pezenas, son activité scientifique ne s'éteint pas avec la suppression de l'ordre des jésuites en 1762. Pezenas redouble de vivacité et de combativité après son remplacement brutal à la tête de l'Observatoire royal de la Marine à Marseille le 19 mars 1763¹⁰¹. Il entre en conflit avec son ancien élève Guillaume Saint-Jacques de Silvabelle — qui lui succédera à la direction de l'observatoire en 1763 —, au sujet de la restitution des instruments astronomiques lui appartenant et confisqués dans le courant de l'année 1763¹⁰². Pezenas

⁹⁷. Comme en témoigne sa correspondance (1731-1744) avec les PP. Jésuites Maire, Boeuf et Sambat (peut-être le P. Gaubil) conservée à l'Observatoire de Paris [OP, A 4.2, pièces 36,21 A à U].

⁹⁸. Nomination de Pezenas comme correspondant de Delisle à l'Académie Royale des Sciences, séance du 28 janvier 1750 (Dossier biographique Pezenas, Arch. Acad. Roy. des Sci.).

⁹⁹. Nous consacrons en collaboration avec M. James Caplan du groupe patrimoine de l'Observatoire de Marseille, une étude à ce passionnant sujet (*Les instruments de l'Observatoire des Jésuites de Marseille sous la direction du P. Pezenas (1728-1763)*) qui sera publiée par ailleurs.

¹⁰⁰. L'inventaire bibliographique du père Pezenas sera publié prochainement. On peut, en attendant, se référer à l'inventaire publié par les PP. Backer, Sommervogel, S.J., 1890-1900, *Bibliothèque de la Compagnie de Jésus*, rééd. 1960, Paris, Société Bibliographique : tome VI, pp. 647-651.

¹⁰¹. Lettre de l'intendant de la Marine Hurson au ministre de la Marine du 21 mars 1763 [S.H.M. Toulon, série 1A¹, 215, fol. 188-189], qui décrit la véritable "descente de police" conduite par le Lieutenant général de Marseille et par le procureur du roi.

¹⁰². AN MAR, G92, fol. 73 (31 janvier 1763) à fol. 184 (3 lettres datées de 1776-1777).

accuse Silvabelle d'incompétence sur le plan pratique, de prévarication et de falsification d'observations astronomiques !

Pendant cette période mouvementée et difficile, Pezenas, dépossédé de ses instruments astronomiques, multiplie les mémoires sur les longitudes en mer, écrit son *Astronomie des Marins* (Avignon, 1765-1766), révisée en 1771-1773, et traduit le *Cours complet d'Optique de Smith* (Avignon, 1767)¹⁰³, lui adjoignant des additions très importantes sur les instruments nautiques. Il traduit aussi les *Principes de la montre de J. Harrison* (Avignon et Paris, 1767).

Reprenant à son compte les critiques que formulait Lacaille en 1759 à l'encontre de la méthode de l'angle horaire pour déterminer les longitudes en mer prônée par Le Monnier et Pingré, Pezenas multiplie les attaques contre ces deux astronomes de l'Académie, stigmatisant leur foi en une méthode erronée selon lui. Mais il commet malheureusement quelques erreurs de calculs aussitôt relevées par ses adversaires pour le combattre. Après plusieurs avis défavorables de Le Monnier, Pingré et Borda¹⁰⁴ sur certains de ses mémoires, qui contrastent avec les éloges de Fleurieu, des avis mitigés de Bézout, et au gré des soutiens désordonnés de Lalande et La Condamine, Pezenas ne se résout pas à être peu à peu écarté de la communauté des astronomes. Mais, sans doute épuisé par une lutte vigoureuse contre l'oubli¹⁰⁵ et une certaine obstruction académique à ses travaux, Pezenas renonce à la quête des longitudes en mer à l'aide des distances lunaires. Il adresse au ministre de la Marine, dans une lettre du 10 décembre 1773, son dernier mémoire connu intitulé *Mémoire sur l'impossibilité actuelle d'appliquer les mouvemens de la Lune à la recherche des longitudes marines*¹⁰⁶.

Esprit Pezenas décède le 13 février 1776. Il est inhumé le 14 février en la paroisse de la Magdeleine en Avignon. Avant de décéder il aura eu la joie de voir publier son *Histoire critique de la découverte des longitudes* (Avignon, 1775) ébauchée en 1768 et projet de sa dernière décennie.

¹⁰³. Il existe une traduction contemporaine de ce *Traité d'Optique de Smith*, par Nicolas-Claude Duval-le-Roy, membre de l'Académie Royale de Marine, (Paris : Durant, 1767) et (Brest : Malassis, 1767), in-4° de 739 pp. [BN V 7421].

¹⁰⁴. Voir par exemple les rapports sur les mémoires envoyés par Pezenas dans les procès-verbaux de l'A.R.S : séance du 21 novembre 1767, tome 86, fol. 245v°-249r°; séance du 10 février 1768, tome 87, fol. 26V°-32v°; « Extrait des registres de l'académie royale des sciences du 3 septembre 1768 » [AN, MAR, G91, fol. 122-125].

¹⁰⁵. Oubli tout à fait relatif puisque, en mars et avril 1774, Rouillé et quelques-uns de ses amis parisiens prient encore Pezenas de venir terminer sa vie et poursuivre ses recherches dans la capitale [ADBR, 132 J 213, lettre de Rouillé à Pezenas du 28 avril 1774].

¹⁰⁶. [AN, MAR, G91, dossier 2, fol. 185, 2 pp.] Ce mémoire est envoyé au ministre de la Marine vers le 10 décembre 1773, transmis au père jésuite R.G. Boscovich fin décembre ou au tout début de janvier 1774. Boscovich remet son rapport le 5 janvier 1774 (AN, MAR, 3 JJ 16, pièce 56, n°5). (voir mon étude « Documents inédits des PP. Jésuites R.J. Boscovich et Esprit Pezenas sur les longitudes en mer » à paraître dans la *Revue d'Histoire des Sciences*).

III.2 PEZENAS ET LES LONGITUDES : CERTITUDES ET HÉSITATIONS

III.2.1. Une production étonnante

Une annexe à la fin de ce chapitre présente de manière non exhaustive les principaux ouvrages imprimés et manuscrits de Pezenas relatifs à l'astronomie nautique. Cette production n'est pas négligeable et son contenu mérite une étude attentive ; c'est ce que je me propose de faire dans la suite de cet exposé.

La correspondance nous indique qu'il serait illusoire de lire l'œuvre du P. Pezenas dans le cadre du vaste mouvement de réformes de l'instruction des officiers de la Marine Royale, des gardes-marine, et des capitaines de la Marine Marchande engagées par Choiseul et poursuivies jusqu'au ministère de Castries¹⁰⁷. Pezenas est astronome et cherche une reconnaissance en tant que tel auprès de ses pairs. Depuis 1749 et la suppression du corps des Officiers des Galères de Marseille, Pezenas s'est totalement désengagé de l'enseignement. Son œuvre s'est essentiellement orientée vers la recherche astronomique — comètes, astronomie nautique — et, à l'image de Le Monnier, l'implication dans l'instruction des marins ou la « l'invention » de méthodes simplifiées n'est que prétexte à produire de la « théorie ». Bien sûr ses mémoires seront examinés par Bézout ou Boscovich, deux savants officiellement engagés dans les réformes scolaires¹⁰⁸ ; mais cela ne change rien à la lecture que nous devons faire de l'œuvre de Pezenas.

Cette étude est basée sur un examen rapide des principaux ouvrages de navigation de Pezenas : l'*Astronomie des Marins* (1766), *Les Principes de la Montre de Mr. Harrison etc.*, paru en 1767, les *Nouveaux essais pour déterminer les longitudes en mer* opuscule paru en 1768 et l'*Histoire Critique de la découverte des Longitudes* parue en 1775 mais déjà ébauchée dans les années 1767-68 si l'on en croit la correspondance de Pezenas¹⁰⁹. Cette lecture est complétée par quelques références à la correspondance

¹⁰⁷. Lutun, B., 1995, « Des écoles de Marine et principalement des écoles d'hydrographie (1629-1789) », *Sciences et Techniques en Perspective*, 1^{ère} série, vol. 34, pp. 15 et suiv. Voir aussi Julia, D., 1989, « La formation des officiers de Marine dans la seconde moitié du XVIII^e siècle : des Gardes de la Marine aux écoles d'Alès et de Vannes », in *Vannes aux débuts de la révolution*, Vannes, 57-124.

¹⁰⁸. Bézout est nommé « Examineur des Gardes du Pavillon & de la Marine » à compter du 1^{er} octobre 1764 [AN, MAR, C².47, fol. 570]. Boscovich devient « opticien de la Marine », occupant les fonctions de directeur du département d'optique de la Marine à compter du 1^{er} janvier 1774 [AN, MAR, C².47, fol. 571].

¹⁰⁹. Voir par exemple la lettre adressée au père Laurent Béraud le 16 août 1769 (Bibliothèque Municipale de Lyon I, Ms 1516, fol. 10).

du P. Pezenas en cours d'inventaire et certains rapports de l'Académie Royale des Sciences sur ses mémoires.

Tous ses ouvrages comportent une partie historique assez étendue, avec des considérations sur les recherches précédentes, les erreurs et les confrontations des diverses méthodes. Pezenas montre tous ses visages : auteur, traducteur, adaptateur de talent, mais aussi polémiste, savant désenchanté en quête d'une reconnaissance que la suppression de l'ordre des jésuites en 1762 a contrarié. Faut-il rechercher dans cet événement survenu alors que Pezenas est en pleine maturité scientifique, les raisons de ses égarements et de ses excès ? Remarquons que ces ouvrages, écrits alors que Pezenas atteint sa maturité scientifique à un âge avancé — il a 60 ans en 1752 —, se démarquent de ses précédentes œuvres. Pezenas ne se coule plus dans le moule des manuels jésuites évoqué plus haut. Il y fait preuve d'œuvre personnelle même dans ses traductions, n'hésitant pas à discourir de tout à tort ou à raison, se livre aux spéculations mathématiques théoriques ainsi qu'aux polémiques sur les sujets brûlants de l'actualité en matière d'astronomie nautique.

Mes recherches ont montré que Pezenas se présente d'une certaine manière comme l'héritier de l'abbé Lacaille ; en tout cas s'y réfère-t-il souvent. Il reprend à son compte les critiques que ce dernier formulait après son retour du cap de Bonne-Espérance sur la méthode de l'angle horaire proposée par Le Monnier. On a vu comment ce dernier avait engagé Pingré à calculer pour lui les positions de la Lune satisfaisant à sa méthode dans les quatre et seuls volumes de l'*Etat du Ciel* publiés entre 1754 et 1757. En 1759, dans son mémoire sur les longitudes en mer, Lacaille critiquait fermement cette méthode et en expliquait les défauts¹¹⁰.

Compilateur plutôt qu'innovateur en matière de longitudes, Pezenas approuve le raisonnement de Lacaille et admet ses critères de choix de la bonne méthode de DLM : celle qui ne nécessite que le plus petit nombre d'observations¹¹¹. Pezenas développe ses idées à une époque où se stabilise la méthode qui sera couramment admise par les astronomes et les officiers : une distance et deux hauteurs, méthode codifiée par le chevalier de Borda à son retour du voyage effectué à bord de *La Flore*¹¹².

¹¹⁰. Lacaille, 1759, pp. 73-82.

¹¹¹. « *La bonté d'une méthode de pratique, fondée d'ailleurs sur une théorie exacte, ne dépend pas du plus petit nombre d'opérations qu'elle exige, mais principalement du plus petit nombre d'observations qui aient besoin d'une grande précision. [...] & par conséquent celle qu'on doit adopter par préférence, est celle qui n'exige essentiellement qu'une seule observation de cette espèce.* » : Lacaille, 1759, p. 72.

¹¹². Borda, Pingré, Verdun de la Crenne, 1773, pp. 258-334.

Les positions de Pezenas évoluent au fil des années et il est parfois bien difficile de le suivre si l'on s'en tient à ses seuls ouvrages imprimés¹¹³. Heureusement l'inventaire de sa correspondance permet de retracer ses prises de position tant sur les méthodes que sur les instruments adéquats aux observations destinées à trouver la longitude. On peut rapidement les résumer de la manière suivante.

III.2.2. Avant 1771

Entre 1766 et 1771, Pezenas ne s'intéresse réellement qu'aux distances luni-astroles, travaille sur une méthode n'employant qu'une seule distance, avec un calcul plus court que celui qu'il attribue à Halley¹¹⁴. Comme Lacaille, il fustige les méthodes qui exigent trois observations — une distance et deux hauteurs — comme celle, par exemple, de l'abbé Rochon¹¹⁵ dont il critique certains aspects comme l'emploi de distances supérieures à 10°. Pezenas fait remarquer que lors des occultations cette distance est nulle et qu'on en déduit quand même la Longitude (sic). Considérant les instruments de mesure d'angles, il préfère le mégamètre de Charnières à celui de Rochon¹¹⁶, et choisit le micromètre objectif plutôt que le mégamètre, pour la finesse de ses graduations. Il estime, par exemple, qu'un micromètre objectif de 15 à 20 pieds de foyer suffirait pour mesurer des angles de 3 à 4° suffisant pour les distances luni-astroles et les longitudes en mer. Finalement, Pezenas annonce sa préférence¹¹⁷ pour le cercle répéteur de Mayer¹¹⁷, instrument jugé si adéquat pour les observations de distances angulaires en mer, que Borda l'améliorera dans les années 1770-1780¹¹⁸.

Jugeant les hauteurs de la Lune très suspectes, il cherche toutefois des méthodes les employant, corrigeant la méthode de Pingré, qu'il dénonce, suivant en cela Lacaille. Pezenas tente d'appliquer cette

¹¹³. J'en veux pour preuve ce qu'écrit Delambre à propos de l'*Astronomie des marins* : se limitant à l'examen d'un problème particulier, il ne tient pas compte des écrits ultérieurs de Pezenas et donne une image assez fautive du travail et des contributions de l'astronome jésuite à l'astronomie nautique [Delambre, 1827, HA 18, pp. 368-387].

¹¹⁴. Halley, 1731, pp. 185 et suiv. Au stade actuel de mes recherches je ne peux pas me prononcer sur la paternité de ce que Pezenas attribue réellement à Halley.

¹¹⁵. Rochon, Alexis-Marie, 1768, *Opuscules mathématiques*, Brest, Malassis, in-8°. Rochon discute des distances lunaires dans un mémoire intitulé « Mémoire sur la détermination des longitudes en mer par les observations astronomiques » (pp. 67-96), mémoire présenté à l'académie royale des sciences en septembre 1767 et exploitant les résultats de ses observations effectuées pendant un voyage vers les côtes marocaines. Rochon explique en substance, page 79, qu'il faut employer des distances lune-étoile supérieures à 10° comme le recommandent les anglais dans le *Nautical almanac* et pour des raisons de manipulation de l'octant.

¹¹⁶. Fauque, 1983 et 1985.

¹¹⁷. Voir Forbes, 1974 : le cercle répéteur de Mayer est examiné au chapitre 2 (planche 3), pp. 3-6.

¹¹⁸. Voir Provost, 1996 et 1999.

méthode en tenant compte du mouvement en déclinaison de la Lune entre les observations des hauteurs. Il estime finalement que personne n'a encore pu donner la longitude à un degré près selon cette procédure.

Cette époque est marquée par des querelles avec Le Monnier et Pingré, notamment à l'occasion des mémoires qui préparent la parution de ses *Nouveaux essais pour déterminer les longitudes en mer* (Avignon, 1768) et dont Pezenas abreuve l'Académie des Sciences de Paris et le ministre de la Marine en 1768. Le Monnier et Pingré, juge-t-il, font barrage à ses mémoires, et Pezenas conteste vivement leurs jugements à la fois auprès de l'Académie et du ministre. Les échanges sont véhéments et Pezenas se plaint souvent du traitement injuste qu'on lui réserve auprès du ministre :

L'Académie m'a communiqué l'avis des commissaires qu'elle avoit nommés pour examiner mes trois derniers mémoires. Ils disent d'abord que l'objet de ces trois mémoires ne peut être plus intéressant et que l'auteur avantageusement connu par un grand nombre de bons ouvrages qu'il a donnés au public se propose ici de faciliter aux navigateurs la détermination de leur longitude [...] sans faire remarquer a l'Académie que personne avant moi n'avoit résolu le problème des deux hauteurs [...] ils insistent sur des bagatelles qui ne méritent aucune attention et ils concluent que peu de navigateurs seront en état d'exécuter mes calculs et qu'enfin on connoit des méthodes plus simples, plus directes et plus sûres. Signé, Le Monnier &c.

Cette dernière conclusion m'a déterminé a examiner les méthodes de ces M^{rs}. Elles sont en effet fort simples. j'en ai été occupé pendant trois mois et j'ai enfin trouvé dans un exemple proposé par M^r. Pingré que son calcul très-conforme a sa méthode auroit conduit nos marins a une erreur de prez de 200 lieües [...] ¹¹⁹.

III.2.3. Après 1771

On note une évolution des idées du P. Pezenas et certaines contradictions avec ses écrits antérieurs.

¹¹⁹. AN, MAR, G91, fol. 75, lettre de Pezenas au ministre, d'Avignon, le 4 juillet 1768. Le 25 juillet, Pezenas fera parvenir au ministre un exemplaire imprimé de ses *Nouveaux essais...* [AN, MAR, G91, fol. 99, lettre de Pezenas au ministre, d'Avignon, le 25 juillet 1768].

Bézout estime Pezenas, l'écrit à plusieurs reprises, et l'exhorte à revoir ses calculs et ses conclusions dans ses rapports¹²⁰. Alerté de la sorte, Pezenas s'aperçoit de plusieurs erreurs commises dans ses ouvrages précédents. Je pense d'ailleurs que Pezenas a comme projet non-avoué de publier une révision de son *Astronomie des Marins* ; ses demandes d'avance de fonds au ministre et plusieurs lettres vont en ce sens. Mais il n'obtiendra pas l'autorisation de l'Académie, principalement en raison de l'opposition de Le Monnier¹²¹ qui cherche de son côté à obtenir des fonds pour la publication de son *Astronomie nautique lunaire* (publiée à Paris en 1771), annoncée comme un traité de navigation. Le Monnier qui, selon Delambre, doit tout aux Anglais, cherche en effet à se vendre auprès de Louis XV qui n'aime pas les anglophiles¹²².

Pezenas remet en cause tout ce qu'il a écrit jusque-là sur la méthode de Pingré (*Astronomie des Marins*, 1766 ; *Nouveaux Essais [...] de 1768* et *L'Histoire critique [...] qui est pratiquement achevée en 1769*). Il juge toujours la méthode erronée telle qu'elle est présentée dans *l'Etat du Ciel*, et nouveaux calculs à l'appui, il corrige l'exemple numérique donné par Pingré.

Le plus curieux est que Pezenas abandonne les distances lunaires pour se concentrer sur une méthode n'employant que des hauteurs de la Lune prises près du passage au méridien, exigeant la résolution de trois triangles sphériques. Son grand projet, élaboré dès les années 1767, qu'il poursuivra inlassablement jusqu'à la fin de sa vie et qui ne verra jamais le jour car rejeté par l'ARS, sera d'obtenir les fonds nécessaires à l'impression d'un recueil de tables de résolution de ses triangles sphériques, ouvrage qu'il estimera à environ 500 pages¹²³.

Vers 1773, Pezenas écrit un mémoire intitulé *Méthode corrigée de Mr. Halley pour trouver en mer les longitudes*¹²⁴, et propose son lemme : « *Toutes les méthodes qui ne supposent que la seule*

¹²⁰ Voir par exemple la copie d'une lettre de Bézout à la Condamine de Paris le 12 novembre 1773, copie envoyée à Pezenas le 19 novembre [ADBR, 132 J, 213]. Bézout répond à une prétendue erreur dans un calcul attribué par Pezenas à Maskelyne : « [...] j'ai jugé que je ferois chose agréable à m^r. l'abbé Pezenas, en le disposant à ne point précipiter la publication de cette prétendue erreur, et en lui exposant les moyens de remarquer l'inadvertance qui lui échappoit ; je lui ai fait parvenir mes réflexions. »

¹²¹. Le Monnier est officiellement astronome préposé au perfectionnement de la Marine à compter du 1^{er} juillet 1765, avec 3000 livres de pension (AN, MAR, « Liste des officiers civils appointés par la Marine », C².47, fol. 571, Etat au mois de juillet 1767). Voir supra, chap. I.2.

¹²². Voir supra, chap. I.2.

¹²³. Lettre de Pezenas au Père Béraud, d'Avignon le 27 octobre 1772 (Bib. Mun. Lyon I, Ms 1516, fol. 21-22).

¹²⁴. AN, MAR G91, fol. 81.

observation exacte de la distance de la Lune à une étoile connue sont capables d'exposer les marins aux plus tristes naufrages » (sic).

Au-delà de ses égarements, l'intérêt des mémoires de Pezenas réside dans toutes les précisions qu'il apporte, la confrontation et la comparaison de toutes les méthodes existantes, les considérations sur les instruments qu'il a eus entre ses mains, les modifiant parfois, travaux engagés vers 1752-54 et poursuivis durant les vingt dernières années de sa longue vie.

III.3 APERCU DES TRAVAUX DU P. PEZENAS SUR LES LONGITUDES

III.3.1. L'Astronomie des Marins (1766)

Écrit alors que Pezenas a quitté Marseille pour Avignon, après la suppression de la compagnie des Jésuites¹²⁵, ce manuel est très différent de ses précédents ouvrages de navigation. Comme je l'ai déjà signalé par ailleurs¹²⁶, ses *Elémens de pilotage* (Marseille, 1733) et sa *Théorie et la pratique de Pilotage* (Avignon, 1741) s'inscrivaient dans une tradition de manuels de navigation initiée par le Père Fournier¹²⁷. *L'Astronomie des marins* est, dans l'esprit, un ouvrage moderne à rapprocher du *Traité de Navigation* de Bézout (Paris, 1769), ou du *Guide du navigateur* de Pierre Lévêque (Nantes, 1779) par exemple. Pezenas emploie la trigonométrie sphérique, détaille les procédures de calculs illustrées par de nombreux exemples, donne différentes méthodes de DLM par les méthodes astronomiques lunaires.

Ses motivations nous sont connues grâce à une lettre adressée au Ministre de la Marine, écrite d'Avignon le 26 juillet 1765¹²⁸ :

[...] j'ai fait imprimer à mes frais la Théorie et la pratique du pilotage et du jaugeage des navires¹²⁹. Les éditions de ces trois ouvrages se trouvant épuisées, j'ai donné à

¹²⁵. L'examen de sa correspondance situe son départ pour Avignon à l'automne 1766 et non à l'année 1763 — comme l'affirment la plupart de ses anciens biographes [Aoust, 1870-71; Bigourdan, 1922, 1923] — lorsqu'il est remplacé par Guillaume Saint-Jacques Silvabelle (1722-1801) à la tête de l'Observatoire de Sainte-Croix.

¹²⁶. Voir supra et Boistel, 1999.

¹²⁷. Voir aussi Lamy, 1999; Dainville, 1940 et 1978.

¹²⁸. Je suis très reconnaissant au Professeur Bernard Rouxel (Professeur de mathématiques à l'U.B.O.) de m'avoir fait connaître cette lettre, extraite de sa collection personnelle, et de m'avoir permis de la transcrire.

l'imprimeur l'Astronomie des marins. L'impression de cette astronomie est fort avancée. Elle auroit été achevée au commencement de cette année si les fonds ne m'avoient pas manqué. [...] Ce livre contient beaucoup de problèmes très-curieux et utiles [...] M^r. de Maupertuis a traité cette matière avant moi¹³⁰ ; mais comme il n'a employé que le calcul algébrique pour résoudre les problèmes, son ouvrage d'ailleurs excellent n'a eû aucun cours parmi les marins. je puis me flatter d'avoir mis l'astronomie à leur portée. je n'ai employé que l'arithmétique la plus simple pour résoudre tous mes problèmes. [...] j'ai multiplié les exemples pour exercer les commençants. j'ai employé des projections inconnues a nos marins, pour résoudre tous leurs problèmes avec la règle et le compas sans aucun calcul. j'ai résolu des problèmes que personne, que je sache, n'avoit résolu avant moi. je me suis beaucoup étendu sur la découverte des longitudes. [...]

Pezenas a donc le projet de réviser et de mettre à jour le travail de Maupertuis. Delambre nous donne sa vision de l'ouvrage de Pezenas :

Pezenas a [...] fort bien fait de montrer comment, par des formules qui sont dans la mémoire de tous les calculateurs, on peut arriver à la solution des problèmes les plus bizarres et les plus inutiles que Maupertuis avait d'abord entassés [...]. Mais il nous semble que Pezenas donne dans un excès contraire, en négligeant de combiner algébriquement les formules de la Trigonométrie sphérique ; ce qui l'aurait souvent conduit à des solutions plus courtes et non moins claires¹³¹.

Delambre oublie toutefois que Pezenas est lui aussi, comme son inspirateur Lacaille, soucieux de mettre à la portée des marins, les problèmes les plus utiles de la navigation.

Employant la trigonométrie sphérique, Pezenas expose en sept problèmes les méthodes connues pour trouver la longitude, à savoir quand on a : I. l'heure avec la hauteur apparente de la Lune et sa distance à une étoile connue ; II. la latitude (hauteur du pôle) et la distance de 2 étoiles au bord de la Lune ; III. une seule distance d'une étoile au bord éclairé de la Lune (annoncée comme la méthode de Halley et sur

¹²⁹. *Elémens de pilotage*, 1733, Marseille, in-8°. *La pratique du pilotage ou suite des « Elémens de pilotage »*, 1741, Avignon, in-8°. *La théorie et la pratique du jaugeage des tonneaux des navires et leurs segments*, 1749, Avignon, in-8°.

¹³⁰. Maupertuis, 1743. Je ne peux adhérer au jugement expéditif de Lalande qui estimait les deux ouvrages aussi stériles et inutiles l'un que l'autre [Lalande, 1803, BA, p. 495]. Ce jugement est certainement à l'origine d'un désintérêt que les historiens ont depuis manifesté à l'égard de l'ensemble de l'œuvre de Pezenas.

¹³¹. Delambre, 1827, HA 18, p. 369.

laquelle il écrira plusieurs mémoires restés manuscrits) ; IV. le temps vrai du passage de la Lune au méridien et la distance d'une étoile connue ; V. l'angle horaire de la Lune et sa distance zénithale apparente ; VI. les angles horaire et azimutal de la Lune ; VII. la hauteur méridienne de la Lune et le temps du passage au méridien. Ce faisant, il écrit dans la tradition des ouvrages initiés par Morin, où le mathématicien ne peut s'empêcher de généraliser son raisonnement à des problèmes sans utilité flagrante pour les marins.

Pezenas montre que ce qu'il appelle la « *méthode de Halley* » (une seule distance lunaire), est indirecte et exige de connaître à peu près la longitude — méthode dite de « fausse position » comme la méthode de l'angle horaire de Le Monnier —, et qu'elle exige par ailleurs le calcul de la latitude écliptique de la Lune, moins précise alors que sa longitude, malgré les tables de la Lune récentes de Tobias Mayer¹³². Rejetant ces procédures, il plaide alors pour la publication d'un almanach nautique à l'image de celui proposé par Lacaille¹³³ :

Feu M^r de la Caille a senti cette difficulté & il a voulu y suppléer par son Almanach Nautique qui donne l'heure de la distance de plusieurs étoiles au bord éclairé de la Lune. Mais cet almanach n'existe pas & si un astronome laborieux vouloit le donner au public il seroit forcé de se borner à quelques étoiles & la méthode par conséquent ne seroit pas générale¹³⁴.

Au moment où Pezenas écrit ces lignes, il ne sait pas encore qu'en Angleterre, Nevil Maskelyne s'est engagé dans la publication de son *Nautical Almanac and astronomical ephemeris*, sur le modèle donné par Lacaille, qui paraîtra pour la première fois à Londres en 1766 pour l'année 1767¹³⁵. Il ignore aussi les intentions de Lalande de faire de même.

Pezenas ne suit pas inconditionnellement Lacaille. Il considère par exemple que sa méthode graphique pour réduire les observations de distances à la longitude du navire exige trop de « dextérité » de la part des marins¹³⁶ et lui préfère le calcul, pour lequel il engage les marins à s'entraîner¹³⁷.

¹³². Tables de la Lune de Mayer : la première édition date de 1753, « *Tabularum luniarium usus in investiganda longitudine maris* », in *Comment. Soc. Scient. Göttingensis*, III, pp. 375 et suiv.; la seconde édition est publiée à Londres, en 1770, par Nevil Maskelyne, in-4°, *Tables de Mayer, 2eme édition publiées en Latin et Anglois par ordre du Bureau des Longitudes*, ou, *Tabulæ motuum Solis et Lunæ novæ et correctæ, auctore Tobias MAYER*.

¹³³. Lacaille, 1759, op. cit., p. 98.

¹³⁴. Pezenas, 1766, *Astronomie des marins*, Avignon, p. 306.

¹³⁵. Voir supra, chap. II.2 et II.3.

¹³⁶. Voir infra, le chap. III.3 pour de plus amples détails sur la méthode graphique de Lacaille.

Alors que Bézout prépare son *Traité de navigation à l'usage des Gardes du Pavillon et de la Marine*, le *Journal des Sçavans* consacrera à l'*Astronomie des marins* du P. Pezenas, en mars 1766, une longue et élogieuse présentation¹³⁸ :

[...] quelques mois d'application suffiroient avec le secours d'un Ouvrage, tel que celui dont nous venons de parler, pour former des Observateurs & des Calculateurs dans la Marine. Le P.P. a fait pour cela tout ce qu'on pouvoit attendre d'un Astronome habile & d'un excellent Citoyen, & ce travail lui a déjà mérité des graces de la part d'un Ministre qui connoît & qui récompense les talens¹³⁹.

III.3.2. Pezenas s'implique dans une querelle posthume entre Le Monnier et Lacaille

Cet ouvrage comporte la relation et l'examen d'une querelle à distance entre Le Monnier et Lacaille, qui a été éclaircie par Delambre¹⁴⁰. Cette (énième) querelle¹⁴¹ a pour objet un article inséré semble-t-il à la hâte par Lacaille, dans sa première révision du *Traité de navigation* de Pierre Bouguer publiée à Paris en 1760.

Il est très instructif de la relater ici. Elle entre dans le cadre assigné à cette étude : cerner et comprendre les relations entre astronomes français autour des problèmes de l'astronomie nautique au XVIII^e siècle. Voici ce dont il s'agit.

En 1771, dans son *Astronomie nautique lunaire*, Le Monnier reproche à Lacaille d'avoir proposé une règle qui, selon lui, ne pouvait être utile que dans les zones de grandes latitudes (boréales ou australes), et qui devenait très dangereuse dans les zones tropicales :

En adoptant la règle indiquée dans le *Traité de navigation*, publié à la hâte après la mort de l'Auteur, en 1760, l'on courrait déjà le risque, sous le tropique, de commettre une erreur de 25' dans la latitude requise¹⁴².

¹³⁷. Pezenas, 1766, op. cit., p. 306.

¹³⁸. JDS, mars 1766, pp. 152-160.

¹³⁹. JDS, mars 1766, p. 160.

¹⁴⁰. Delambre, 1827, HA 18, p. 211-212 et pp. 370-376.

¹⁴¹. Cf. infra, chapitre IV.2, sur le problème de la parallaxe de la Lune et les relations mutuelles du trio Le Monnier-Lalande-Lacaille.

¹⁴². Le Monnier, 1771, pp. 3 et 19.

Le passage du traité incriminé concerne la manière d'effectuer les observations complémentaires pour le calcul de l'angle horaire d'un astre, après avoir observé sa hauteur lors de son passage au méridien :

Si donc le temps se dispose à se couvrir alors que la hauteur méridienne doit être *fort grande*, comme de 40° et plus, ou assez petite, comme de 20° ; dans le premier cas, l'intervalle entre la première et la dernière observation ne doit pas excéder une heure, dans le second, il peut être d'une heure et demie¹⁴³.

Delambre fait remarquer à son lecteur qu'il y a des différences notables entre les valeurs des hauteurs indiquées par Lacaille dans cet extrait (20 à 40°) et celles invoquées par Le Monnier (70 à 90°) dans ses critiques. Les calculs auxquels se livrent ces deux auteurs divergent de la même manière. Delambre conclut donc une première fois qualitativement qu'« *il y a donc au moins de la légèreté dans l'objection de Le Monnier* »¹⁴⁴. Proposés aux marins uniquement comme *dernière ressource*, si le temps se dispose à se couvrir, ces exemples furent jugés inutiles et supprimés des éditions ultérieures du *Traité de navigation* de Pierre Bouguer (par Lalande, en 1781 et 1791).

Pezenas examine précisément ce sujet dans son *Astronomie des Marins*, au problème XXI, reprenant les calculs de Lacaille et proposant sa propre vision des choses¹⁴⁵. Delambre tente de « *juger la méthode sans passion, et [de] voir de quelle exactitude elle est susceptible* ». A partir des données que fournit Pezenas et à la lumière de ses propres travaux, Delambre rétablit le calcul des angles horaires de l'astre observé. Trouvant une erreur importante d'environ 31' dans les calculs de Pezenas, Delambre en vient à suspecter les données de départ, soulignant l'incertitude sur les instants des observations (les montres ne donnant pas les secondes). Rétablissant ces données à l'aide de quelques hypothèses, il trouve finalement un accord d'une minute d'arc entre les hauteurs méridiennes de l'astre calculées par Lacaille et par Pezenas. Delambre remarque alors que tout repose sur une incertitude de cinquante secondes tout au plus sur l'instant du passage de l'astre au méridien, qu'il est — à l'époque, c'est-à-dire dans les années 1760 — bien difficile à obtenir en mer avec le type de montres employées couramment par les navigateurs. Il conclut avec Lacaille :

¹⁴³. Cité par Delambre, 1827, HA 18, p. 212.

¹⁴⁴. Delambre, 1827, HA 18, p. 212.

¹⁴⁵. Delambre, 1827, HA 18, pp. 370 et suiv.

Ces méthodes sont peu exactes et ne sont pas assez directes. On peut s'en apercevoir aisément avec un peu d'attention, et d'ailleurs, nous nous en sommes assurés par notre propre expérience [...] Il faut que l'intervalle soit au moins de deux ou trois heures, et on n'est pas sûr de l'obtenir en mer à plusieurs secondes près [...] La moindre erreur qu'ils [les navigateurs] commettraient sur chacune des observations, en produirait presque toujours d'extrêmement grandes sur la latitude¹⁴⁶.

Delambre nous précise que Pezenas examinait cette méthode employée par Halley pour la détermination des solstices¹⁴⁷. Pezenas remarquait alors que cette méthode ne donnait pas avec une grande précision le temps du solstice bien qu'elle donnât la plus grande déclinaison. Pezenas concluait avec Lacaille qu'il ne fallait donc pas compter sur le calcul de l'angle horaire. Delambre se plaît à souligner que,

par une contradiction singulière, Pezenas nous dit aussitôt après que pour simplifier le calcul, il a cherché l'angle horaire, duquel il s'était servi pour avoir la distance [de l'astre au méridien du lieu]¹⁴⁸.

Voilà donc un bel exemple de la filiation Lacaille-Pezenas.

III.3.3. Les Principes de la Montre de Mr. Harrison (1767)

L'histoire des essais de John Harrison pour la mise au point d'une montre marine est assez bien connue et il n'est pas nécessaire ici de rappeler cette histoire¹⁴⁹.

Ouvrage précieux paru à Avignon, la traduction et l'adaptation du P. Pezenas fait connaître aux astronomes et marins français les principes de la montre marine qui remportait alors le prix des Longitudes britannique. Cette traduction lui vaut de beaux éloges du navigateur et futur ministre de la

¹⁴⁶. Cité par Delambre, 1827, HA 18, p. 373. Cette objection rejoint celles formulées par Lacaille en 1759, pp. 81-82.

¹⁴⁷. Delambre, 1827, HA 18, p. 378 : en 1755, Pezenas examinait déjà cette méthode de Halley que Delambre dit avoir été vantée outrageusement par les astronomes anglais. Il n'en dit rien dans sa notice sur Halley (pp. 116-140).

¹⁴⁸. Delambre, 1827, HA 18, p. 373.

¹⁴⁹. Voir Andrewes, (dir.), 1996. Pour une lecture à un niveau grand public, voir Sobel, 1996. Rappelons que ces ouvrages ont une vision du problème des longitudes très anglo-saxonne et n'envisagent pas souvent les emprunts mutuels entre savants anglais et français.

Marine Claret de Fleurieu¹⁵⁰, chargé d'examiner cette traduction, dans une lettre adressée au ministre de la Marine le 24 octobre 1767 :

[...] On ne peut donner trop d'eloges au zèle de Mr. l'abbé Pezenas à qui les artistes sont redevables de la connoissance de ce mémoire, dont l'ignorance de la langue angloise ne leur permettoit pas encore de jouïr. en se livrant à ce travail, il paroît qu'il a eu spécialement en vüe le bien de la Marine du Roy. Des ouvrages beaucoup plus importans donnés au public depuis deux années, prouvent assés que le progrès des sciences relatives à la navigation l'occupe tout entier. Une traduction du grand Traité d'Optique de Smith avoit été précédée de l'excellent ouvrage qui a pour titre *Astronomie des marins*. On trouve dans celui-ci la solution de tous les problèmes d'astronomie applicables au besoin des navigateurs et principalement de ceux qui concernent les longitudes. plusieurs de ces derniers n'avoient jamais été résolus et le sont ici avec toute l'étendüe et la clarté qu'on pouvoit désirer. Enfin, en réunissant tous les ouvrages de M. Pezenas antérieurs à ceux que je viens de citer, on verra qu'aucune des parties de la navigation n'a échappé à ses recherches et que toutes ont acquis en passant par ses mains, ou plus d'extension, ou de nouvelles lumières, qui ont fait disparoître les difficultés et ramené la science au niveau des connoissances limitées dont les officiers du Roy et les pilotes doivent être pourvus¹⁵¹.

Pezenas joint dans une annexe un extrait raisonné des objections de Nevil Maskelyne aux critiques formulées en substance par Harrison dans son ouvrage. Ce dernier regrettait qu'il n'existe pas cent méthodes de DLM au lieu des deux alors reconnues (distances et angle horaire) pour les différentes configurations des astres dans le ciel. De même il jugeait trop sévères les conditions qu'imposait Lacaille dans les erreurs et la marge d'incertitude sur les longitudes issues des observations. En effet, à son retour du cap de Bonne-Espérance, Lacaille publie le cinquième tome des *Ephémérides des mouvemens Célestes* (1755) : la moitié de son introduction est consacrée aux longitudes en mer (30 pages sur 60). Lacaille estime à 2 degrés la précision maximale sur la longitude en estimant à 5' l'ensemble incompressible des erreurs instrumentales et résultant des observations. Plus tard Lacaille ramènera à 4' la somme de ces erreurs dans son mémoire de 1759, conservant une position sévère que Borda et Delambre critiqueront en leur temps¹⁵². Toutefois, Lacaille a le mérite de bien poser la question sous-tendant les débats : « *De*

¹⁵⁰. A cette époque Fleurieu n'est encore qu'enseigne de Vaisseau. Il remplacera le marquis de Chabert au Dépôt des Cartes et Plans de la Marine le 11 mai 1776, mais occupe des fonctions au dépôt en février 1775 (AN, MAR, C².47, fol. 564). Il sera ministre de la Marine du 24 octobre 1790 au 5 mai 1791.

¹⁵¹. [AN, MAR, G98, fol. 75-76].

¹⁵². Voir supra, chap. III.1.

quelle précision a-t-on réellement besoin en mer ? »¹⁵³. Restant sans réelle réponse au XVIII^e siècle, cette question illustre bien les divergences d'exigences entre astronomes, hydrographes, cartographes et marins : pourquoi se lancer dans de longs et fastidieux calculs pour une précision illusoire de la longitude sans commune mesure avec l'imprécision notoire des cartes marines¹⁵⁴ ?

Résumant la pensée de John Harrison, Pezenas remarque que :

1. Pendant 6 jours chaque mois, la lune est trop proche du Soleil pour être observée ;
2. Pendant 13 jours chaque mois, la Lune est trop éloignée du Soleil pour qu'on puisse voir les deux astres en même temps et mesurer leur distance avec les instruments habituels :

il prouve très bien p . 12 et 13 d'après feu m^r. l'abbé de la Caille que pendant 13 jours de chaque mois, il est presque impossible de trouver les longitudes par les distances de la Lune aux étoiles, parce que l'horizon de la mer n'est pas assez déterminé pendant la nuit. J'aurois pû lui répondre qu'une seconde étoile pouvoit suppléer a l'horizon [...]¹⁵⁵

Il faut alors avoir recours aux distances Lune-étoiles et, dans ces conditions, disposer de bonnes montres conservant l'heure au moins pendant 6 heures ;

3. Restent alors 11 jours chaque mois où l'on peut employer les distances luni-solaires qu'Harrison préfère aux distances Lune-étoile. Mais celui-ci estime que les meilleurs instruments entre les mains des plus habiles observateurs ne peuvent pas déterminer la longitude dans les limites prescrites par l'acte de la reine Anne. Par ailleurs, Harrison selon Pezenas, stigmatise l'insuffisance de précision des tables de la Lune loin d'être « parfaites » à cette époque¹⁵⁶.

Le reste appartient à l'histoire des techniques et du travail des « artistes » — ou constructeurs d'instruments scientifiques —, concernant l'amélioration des montres marines.

¹⁵³. Lacaille, 1755, *Ephémérides des mouvemens célestes pour dix années depuis 1755 jusqu'en 1765 et pour le méridien de la Ville de Paris, etc.*, tome cinquième, Paris. Introduction, p. xxxii.

¹⁵⁴. Pour les progrès de la cartographie, voir l'excellent ouvrage d'Olivier Chapuis, 1999.

¹⁵⁵. Lettre de Pezenas au ministre de la Marine le duc de Praslin, d'Avignon le 6 septembre 1767 (AN, MAR, G98, fol. 73).

¹⁵⁶. Pezenas, 1767, *Principes de la Montre de Mr. Harrison etc.*, Avignon, pp. 16-17 (AN MAR G98, fol. 67v-68r).

III.3.4. Les Nouveaux Essais pour déterminer les longitudes en mer (1768)

Cet opuscule d'une trentaine de pages vient ponctuer un ensemble de mémoires à caractère polémique, soumis à l'Académie depuis 1766 et surtout durant les années 1767 et 1768, dans lesquels Pezenas prétend apporter des éclaircissements sur la méthode des distances lunaires.

Dans cet ouvrage, Pezenas s'attache à souligner l'inutilité de ce que propose Le Monnier :

J'ai démontré en 1766, dans l'Astronomie des marins, qu'on pouvoit trouver les longitudes par les distances apparentes de la Lune à deux étoiles, sans observer même à peu près les hauteurs de la Lune & des étoiles, & je ne crois pas que personne avant moi ait résolu ce problème. On trouve, à la vérité, dans les Institutions astronomiques¹⁵⁷ la solution fort inutile de ce problème. Elle suppose les distances vraies, & l'observation ne peut donner que les distances apparentes¹⁵⁸.

Il reprend les calculs que Pingré donne dans son *Etat du Ciel* pour 1755, s'applique à en montrer toutes les erreurs et approximations, propose les corrections à apporter à cette méthode pour tenir compte, par exemple, du mouvement en déclinaison de la Lune. Vérifiant et corrigeant ses calculs publiés dans son *Astronomie des Marins*, il justifie ou tente de justifier la publication de son projet d'*Histoire Critique de la Découverte des Longitudes*.

Pezenas nous indique ce qu'il faut retenir de l'ouvrage :

Je n'avois pas encore trouvé le moyen de déterminer les Longitudes par une seule distance de la Lune à une étoile lorsque l'horizon est entièrement invisible. Je prens datte de cette découverte qui me paroît fort importante. [...] je me flatte qu'on me saura quelque gré d'avoir rendu la découverte des Longitudes à la Mer, totalement indépendante des brumes de l'horizon & de l'obscurité de la nuit¹⁵⁹.

Quel(s) crédit(s) accorder à cet ouvrage ?

¹⁵⁷. Le Monnier, P.-C., 1746, *Institutions Astronomiques*, Paris.

¹⁵⁸. Pezenas, 1775, *Histoire critique de la découverte des longitudes en mer*, Avignon, p. 22.

¹⁵⁹. Pezenas, 1775, op. cit., p. 22.

Dans une lettre adressée au Père Laurent Béraud de Lyon et datée du 28 juillet 1772¹⁶⁰, Pezenas reconnaît qu'il s'était lourdement trompé dans ses calculs suivant la méthode de Pingré et qu'il avait commis la même bévue dans l'un des problèmes de son *Astronomie des Marins*, prenant en compte d'une manière erronée le mouvement horaire de la Lune pour sa correction en déclinaison. Toutefois, Pezenas persiste dans son jugement, et trouve toujours une erreur dans l'exemple donné par Pingré en 1756 avec un écart de 10° environ sur la longitude trouvée par la méthode de l'angle horaire !

Aux attaques répétées de Pezenas, Le Monnier et Pingré rédigent un rapport accablant et profitent des erreurs réelles de Pezenas pour « enterrer » son mémoire. Si l'on s'en tient à ce rapport, lu en séance à l'Académie le 3 septembre 1768, l'ouvrage imprimé de Pezenas comporte des erreurs grossières. Le Monnier et Pingré estiment qu'en un mot, Pezenas aurait dû s'abstenir de publier ses *Nouveaux essais*, « [...] capables d'induire le navigateur en des erreurs de 40 degrés et plus sur la détermination de sa longitude »¹⁶¹.

Ils dénoncent « l'assurance avec laquelle Pezenas juge de tout » et, à l'annonce d'une *histoire critique de la découverte des longitudes*, concluent à un « projet plus dangereux qu'utile »¹⁶², s'appropriant ainsi les critiques que formulait Lacaille à leur encontre une dizaine d'année auparavant.

Ce rapport aurait pu marquer la fin des recherches de Pezenas et jeter un discrédit total sur celles-ci. Mais loin de se prononcer sur le fonds, Le Monnier et Pingré ne peuvent éviter d'être confrontés aux réelles insuffisances de la méthode de l'angle horaire qu'ils défendent.

Pezenas, sans y répondre de la manière la plus simple, pose le problème comme nombre de ses prédécesseurs hydrographes : quelle est la méthode la plus pratique et la plus abordable par les marins ? Le Monnier et Pingré rétorquent que « seul le bon sens et un peu de connaissances géométriques suffisent à décider de la bonté de la méthode »¹⁶³.

Avec le changement d'orientation des recherches de Pezenas, le ton s'adoucit nettement et les rapports, s'ils n'autorisent toujours pas le projet (de Pezenas) d'édition d'un gros volume de tables de résolution des triangles sphériques, jugée dispendieuse, reconnaissent le bien fondé des recherches,

¹⁶⁰. Lettre de Pezenas à Béraud, d'Avignon, du 18 juillet 1772. Laurent Béraud fut le maître du jeune Lalande à Lyon (Bib. Mun. Lyon I, Ms 1516, fol. 11-13).

¹⁶¹. PV ARS, 3 septembre 1768.

¹⁶². Extraits des PV ARS du 3 septembre 1768 (AN, MAR G91, fol. 122-125 et 126-128r).

¹⁶³. Lettre de Pezenas au ministre de la Marine, février 1773 (AN, MAR, G91, fol. 135r°).

encouragent Pezenas à les poursuivre, et les commissaires lui sont gré d'éclaircissements « *qu'il est toujours utile d'ajouter aux méthodes déjà connues* »¹⁶⁴.

Le choix de Pezenas s'oriente vers l'utilisation de tables remplaçant de longs calculs. Les préoccupations de Pezenas sont alors légitimes. Elles s'apparentent à celles de Lacaille et franchissent les années (voir chapitre précédent).

On lui oppose le choix d'astronomes plus préoccupés en apparence d'élégance géométrique, reproche que l'on fera à la méthode de Borda, critiques formulées par Fleurieu lui-même en évoquant l'état d'esprit des postulants au titre de capitaine marchand :

[...] si on leur montre cette méthode de Borda, ils s'écrient c'est la chose impossible. S'il faut savoir cela pour être Capitaine, jamais nous le seront. Prendre la Lune avec la main ou faire ce calcul, c'est la même difficulté pour nous¹⁶⁵.

Rappelons que Pingré délaissera la méthode de l'angle horaire au profit des distances lunaires (ou luni-solaires) lors de ses deux voyages : en 1768-69 avec Fleurieu¹⁶⁶ à bord de l'*Isis* puis en 1771-72, lors du Voyage de *La Flore*, avec Borda et Verdun de la Crenne¹⁶⁷. Nous pouvons sans doute aussi gager que l'adoucissement des jugements à l'égard de Pezenas est en grande partie due à ce revirement de Pingré ainsi qu'aux beaux sentiments de Fleurieu à son égard, qui fit de beaux éloges de son travail, témoin de la notoriété de Pezenas auprès de quelques officiers savants de la Marine Royale.

¹⁶⁴. Voir par exemple l'extrait des Procès-Verbaux de l'Académie Royale des Sciences du 29 novembre 1771 [AN, MAR G91, fol. 157-158r°]. Voir aussi le rapport du P. Boscovich dans mon étude op. cit. à paraître dans la Revue d'Histoire des Sciences.

¹⁶⁵. Eveux de Fleurieu, 1787, « Mémoire adressé à Mgr. Le comte de la Luzerne par Fleurieu ministre de la Marine et communiqué à M. Borda » [AN, MAR, G 96, fol. 43v°].

¹⁶⁶. Eveux de Fleurieu, 1773, *Voyage fait par ordre du Roi en 1768 et 1769 [...] pour éprouver en mer les horloges marines*, Paris, 2 vols, in-4°. Ce voyage avait pour objet de tester les montres de Berthoud.

¹⁶⁷. Borda, Pingré et Verdun de la Crenne, 1773 et 1778.

III.3.5. L'Histoire critique de la découverte des Longitudes (1775)

Cet ouvrage curieux a été l'objet de critiques sévères par Delambre, car truffé d'erreurs dans les citations, les dates et les attributions des inventions. Curieux, car sans doute écrit de mémoire sans que Pezenas ait consulté de notes, alors qu'il est dans sa quatre-vingt troisième année. Il est pourtant riche de toutes les recherches de Pezenas, des comparaisons entre les différentes méthodes de DLM.

Examinons rapidement son contenu. Pezenas commence par faire l'apologie des montres marines de F. Berthoud, objets de nombreuses vérifications alors que la stabilité de la montre de Harrison reste encore, estime-t-il, à prouver.

Pezenas y présente la seule méthode qui, selon lui, évite une accumulation d'erreurs, retour à des observations de hauteurs de la Lune, son credo depuis la fin de l'année 1772 :

je trouve dans les tables de la Lune, la ligne qu'elle a parcouru un peu avant ou après mon observation de sa hauteur (qui est la seule dont j'aie besoin) & en même temps sa dernière distance au zénith. Ensuite comparant ces deux distances au zénith, l'une calculée & l'autre observée, je trouve la ligne que la lune a parcouru pour aller de l'une à l'autre, & je dis : comme la ligne parcourue dans une heure est à une heure, ainsi la ligne que la lune a parcourue en allant de la hauteur observée à la hauteur calculée, est au temps du méridien des tables qu'elle a employé à décrire cette ligne. On aura donc l'heure du méridien des tables, qui sera plus ou moins grande que celle du lieu de l'observation. La différence des heures réduite en degrés donnera la différence des méridiens¹⁶⁸.

Après avoir longuement traité des méthodes proposées en son temps par Jean-Baptiste Morin¹⁶⁹ (1-45), de la méthode de Halley (45-60), du cercle de Mayer (60-67), puis des essais pour éprouver les montres marines et les distances lunaires (68-115), Pezenas propose plusieurs problèmes extraits de son *Astronomie des Marins*, corrigés (116-159) avec des additions et commentaires.

Dans sa conclusion, Pezenas indique les raisons devant conduire au rejet de diverses méthodes, et donne ses propres critères de ce que doit être une bonne méthode de DLM : *observer deux hauteurs de la Lune sur l'horizon avec le cercle de Mayer qui donne les hauteurs à 1', disposer de bonnes tables de la Lune, qui permettront d'obtenir la longitude à un demi-degré près la longitude, moyennant la résolution de trois triangles sphériques*. Rappelons ici les contradictions de Pezenas qui propose d'abandonner les

¹⁶⁸. Pezenas, 1775, *Histoire critique de la découverte des longitudes*, Avignon, préface, p. ii.

¹⁶⁹. Voir Parès, 1976. Voir supra, chap. III.1 et ce même chapitre.

distances lunaires au profit des hauteurs de la Lune sur l'horizon, hauteurs qu'il indiquait lui-même en 1768 impossibles à observer en mer !

Une raison supplémentaire avancée par Pezenas pour le rejet des distances lunaires est l'imperfection des tables donnant les positions de la douzaine d'étoiles retenues pour les distances luni-astroales¹⁷⁰. Pezenas est l'un des rares astronomes — à notre connaissance — a insister sur cette source d'erreur, encore bien minime à cette époque il est vrai, en comparaison des autres déjà mentionnées.

En quête perpétuelle de reconnaissance, Pezenas revendique inlassablement les découvertes qu'il estime lui appartenir. A l'occasion de la relation des essais de distances effectués par Fleurieu et Pingré¹⁷¹, extraits des observations du 15 juillet 1769, il écrit :

Cette méthode des distances n'est pas à Mr. Pingré. elle est en partie à moi, & quant à l'essentiel, à Mr. l'abbé de La Caille & à Mr. Maskelyne. J'ai démontré en 1766 dans l'*Astronomie des Marins*, qu'on pouvoit trouver les longitudes par les distances apparentes de la lune, sans observer les hauteurs de la lune & des étoiles; & à cette occasion, j'avois publié ma méthode pour calculer la hauteur de l'étoile. Je n'avois pas encore trouvé en 1766 le moyen de déterminer les longitudes par une seule distance de la lune à une étoile, lorsque l'horizon est entièrement invisible. J'ai pris date de cette invention dans mes *Nouveaux essais pour Déterminer les longitudes en mer* imprimés en 1768. J'avois opposé ma méthode à celle que Mr. Pingré avoit fait paroître dans son *Etat du Ciel* de 1756. sa méthode lui avoit donné par la règle de fausse position la différence des méridiens, 3h 0' 9" & la mienne dans le même exemple 3h 25'45" l'erreur étoit donc par la fausse position 25'36" = 6° 24'¹⁷². quant à la méthode de Mr. maskelyne, dont il paroît qu'on a fait usage dans cette épreuve, Mr. Pingré m'a très bien démontré par le Théor. II. de Mr Cotes, qu'elle étoit bonne, lorsqu'on avoit la hauteur de la lune à 3 minutes près. Mais on n'a pas encore prouvé ce que Mr. l'abbé de la Caille a avancé, qu'on pouvoit sans conséquence se tromper de 10 à 12 minutes dans l'observation de la hauteur de la lune. Il y a des bornes à toutes les méthodes qui dépendent de la supposition hardie des variations infiniment petites. Il reste pourtant un autre défaut à cette méthode; c'est celui que j'ai reproché à

¹⁷⁰. Pezenas, 1775, op. cit., p. 54 : « le lieu de la Lune est mieux connu que celui des étoiles » (voir aussi pp. 54-59).

¹⁷¹. Eveux de Fleurieu, 1773, op. cit. [Lalande, 1803, BA, p. 534].

¹⁷². Il s'agit ici de transformer des minutes de temps en minutes d'arc ; à partir de l'équivalence 360° pour 24 heures, 15° pour 1 heure de temps, la conversion 25^{mn} 36^{sec} en degrés sexagésimaux devient : 0^h,4267 x 15°/h = 6°,4 = 6° 24'.

celle de Mr Halley & qu'il a évité en choisissant une étoile dont la latitude n'étoit pas fort différente de celle de la lune¹⁷³.

Considérant l'exemple de Fleurieu, Pezenas regrette que les observateurs n'aient pas donné tous les éléments permettant de refaire le calcul et de trouver l'erreur commise sur la longitude. Discutant de la méthode employée, Pezenas nous fournit un autre témoignage de la considération dans laquelle Fleurieu tient l'astronome jésuite :

Mr de Fleurieu dans son grand ouvrage recommande beaucoup la méthode que j'ai donnée dans l'*Astronomie des Marins*, pour trouver en même temps l'heure, la latitude & l'azymuth par deux hauteurs du Soleil ou des étoiles. Cette méthode exige néanmoins le calcul de trois triangles sphériques, & celle des longitudes n'en exige pas davantage. Mr. de Fleurieu n'a pas éprouvé cette dernière parce qu'elle ne lui étoit pas connue, non plus qu'à moi qui n'y ai mis la dernière main qu'au commencement de cette année 1774. On peut tous les jours l'éprouver à terre; elle y donnera tous les jours les longitudes à 1/2 degré près¹⁷⁴.

La longitude à un demi-degré près sur Terre, rien de plus aisé, mais Pezenas ne répond pas des difficultés rencontrées en mer !

¹⁷³. Pezenas, 1775, op. cit., pp. 82-83.

¹⁷⁴. Pezenas, 1775, op. cit., p. 95.

CONCLUSION

A l'époque des discussions et des débats relatés dans ce chapitre, on est alors bien loin des recommandations de Jacques Cassini et de Fontenelle qui prônaient en 1722 l'universalité et la complémentarité des procédures (voir chapitre I.1). Dans les années 1740-1770, les rivalités académiques personnelles entre Le Monnier et Lacaille marquent une rupture importante et constituent un formidable frein dans le développement de l'astronomie nautique.

Quelle chance fut-ce pour la navigation française si, au lieu de jouer pour leur propre camp, ces astronomes avaient uni leurs efforts pour assurer la parution d'un almanach nautique et ce, dès les années 1753-54 ! Leur notoriété et leurs compétences reconnues auraient très certainement décidé le ministre de la Marine à soutenir ce projet. Faisons un rêve ! Un tel almanach aurait très bien pu rassembler les diverses méthodes complémentaires et la réunion des astronomes impliqués dans les progrès de la navigation, Lacaille, Le Monnier, Pingré, Lalande, des géomètres Bouguer, Clairaut, des navigateurs compétents, Mannevillette et Chabert, aurait pu éviter à l'astronomie nautique française de prendre vingt à trente années de retard sur son homologue britannique. Mais les inerties académiques, le fonctionnement clanique ainsi que le jeu personnalisé de la carrière académique ne favorisaient pas une telle union. Ils ne lui donnaient même aucune chance de se produire.

A un autre niveau, l'activité scientifique du P. Pezenas dans les années 1760-1770 illustre bien une certaine tendance des astronomes de Province à se démarquer de la tutelle parisienne, tout en cherchant sa reconnaissance, garante de possibilités de poursuivre une activité scientifique. Le cas précis du P. Pezenas laisse pour le moment de nombreuses questions sans réponses : quelles furent ses relations exactes avec les milieux scientifiques, mondains et officiels parisiens ? De nombreux éléments indiquent qu'il fut en relation épistolaire avec des académiciens tels que Lalande, Charles de La Condamine, Etienne Bézout, qui le défendirent et le soutinrent. Pezenas devait aussi bénéficier de très hautes protection puisque ce jésuite put continuer à officier et vivre en Avignon sans être inquiété, ceci durant les années les plus difficiles pour les membres de la Compagnie de Jésus.

Préciser les contributions de chacun à l'avancement de l'astronomie nautique dans la seconde moitié du XVIII^e siècle, ainsi que certaines relations entre astronomes et marins impliqués dans ces débats, nécessite l'exploration d'un important corpus d'œuvres et de manuscrits. Celui du père Pezenas figure parmi les plus importants. Un examen plus approfondi de sa correspondance doit permettre

d'éclaircir divers aspects encore obscurs des emprunts mutuels et des sources d'inspirations de chacun des acteurs de la quête des longitudes durant cette période.

A propos de la filiation Lacaille-Pezenas, rappelons ce qu'écrivent en 1773, Borda, Verdun de la Crenne et Pingré, signant un rapport sur un mémoire du P. Pezenas critiquant l'emploi des hauteurs des astres dans la méthode des distances. Les rapporteurs, objectant les conclusions de Pezenas et arguant que l'expérience en mer a montré la pertinence et la puissance de la méthode, reviennent sur la position de Lacaille :

[...] au reste nous ne pouvons assigner les limites de l'erreur qu'on peut commettre dans l'observation de la distance des deux astres erreur qui influe directement sur la détermination de la longitude mais nous remarquerons que les expériences multipliées faites dans ces derniers tems et principalement dans la frégate la Flore ont prouvé que m. l'abbé de la Caille n'avoit pas une opinion juste sur la méthode de déterminer les longitudes par les distances de la Lune au soleil ou aux étoiles¹⁷⁵.

De nombreuses études sont entreprises désormais pour inventorier et étudier l'œuvre de cet astronome jésuite décidément bien surprenant.

Enfin, l'activité du P. Pingré doit être reconsidérée à la lumière de la mise à jour de certains de ses manuscrits. Son nom devrait figurer aux côtés de ceux de Borda dans la réussite de l'expédition de *La Flore* et dans la promotion de la méthode de l'angle horaire. Ce nouveau regard porté sur son activité scientifique illustre, s'il en était besoin, que l'histoire n'est pas monolithique et que les astronomes sont des hommes dont la pensée évolue sans cesse. Il est nécessaire de retracer l'évolution de leurs idées et de leurs prises de position si l'on désire comprendre la manière dont l'astronomie, en l'occurrence, évolue, et ce, à toutes les époques.

¹⁷⁵. Rapport daté du mois d'avril 1773 [AN, MAR, G91, fol. 173].

Annexe III.2**Les principaux imprimés et manuscrits relatifs aux travaux du P. Pezenas sur la navigation et la recherche des longitudes à la mer.**

Abréviations employées : AN, MAR = Archives Nationales de France, fonds Marine ; ADBR = Archives Départementales des Bouches-du-Rhône ; ARM = Académie Royale de Marine ; ARS = Académie royale des Sciences ; Mss = manuscrit. Les ouvrages imprimés sont indiqués en caractères gras.

(1729-35) Mss - Réflexions sur les longitudes en mer et quadrature du cercle [AD BR 132J, 213]; ce ne sont que des ébauches et des impasses vite oubliées par Pezenas. Dans la correspondance : longitudes et déviation de l'aiguille aimantée.

(1733) *Elémens de Pilotage*, Marseille, V^{ve} Boy & Fils, L. Brémond, in-8°, 162 pp.

(1741) *La pratique du pilotage ou suite des « Elémens de pilotage »*, Avignon, F. Girard, in-8°, 498 pp.

(1754) MSS - *Recherches sur l'Octant de M. HADLEY*, mémoire daté du 12 septembre 1754 déposé à l'Académie Royale de Marine, [Service Historique de la Marine à Vincennes, ARM 105, mémoire 16. *Mémoires manuscrits de l'Académie royale de Marine, tome I, années 1752-1765*].

(1755) *Recherches sur divers instrumens proposés aux Marins depuis environ 30 ans pour servir à observer les astres en mer & spécialement sur les Octans, et Calcul du vrai lieu de la Lune tiré des observations. Comparaison de ce lieu avec celui qui résulte des Tables de Halley*, in « Mémoires de mathématiques et de Physique rédigés à l'Observatoire de Marseille, année 1755 », Avignon, V^{ve} Girard, in-4°, 2 vols., 169 et 132 pp.

(1763) MSS - *Nouvelle manière de mesurer avec beaucoup de facilité la distance angulaire des astres et en général tous les angles qui sont dans des plans fort inclinés* (janvier 1763) [AN, MAR, G92, fol. 74].

(1766) *Astronomie des Marins ou Nouveaux élémens d'astronomie à la portée des marins &c*, Avignon, V^{ve} Girard, in-8°, 367 pp.

(1767) *Principes de la Montre de M. Harrison avec les planches relatives à la même montre, imprimées à Londres en 1767 par ordre de MM. Les Commissaires des Longitudes, en anglois et françois*, Paris, Jombert, Saillant, Desaint, in-4°, 39 pp.

(1767) *Réponse de John Harrison aux remarques et objections de M. Maskelyne*, imprimé en Français (appendice à l'ouvrage précédent).

(1768) *Nouveaux Essais pour déterminer les longitudes en mer par les mouvemens de la Lune et par une seule observation*, Avignon, J. Aubert, in-4°, 23 pp. et appendice de 6 pp.

(1768) MSS - *Méthode corrigée de M. HALLEY pour trouver en mer les longitudes* [AN, MAR, G91, fol. 83 et fol.]; *Réponse aux objections proposées par MM. Le Monnier et Pingré contre la méthode de détermination des longitudes en mer* [Archives de l'ARS, dossier biographique Pezenas, lettre de Pezenas au ministre de la Marine du 8 septembre 1771].

(1770) *Tables de logarithmes contenant les logarithmes des nombres depuis 1 jusqu'à 102.100 &c.*, Avignon, J. Aubert, in-4°, 296 pp.

(1771) MSS - *Erreurs à craindre et à prévoir dans la science pratique des longitudes*. [AN, MAR, G91, fol. 152].

(1772) *Manière de réduire en tables la solution de tous les triangles sphériques*, Avignon, J. Aubert, in-4°, 16 pp.

(1773) *Examen de la méthode de M. de la Caille pour trouver en mer les longitudes*, Avignon, in-8°, 5 pp.

(1773) MSS - *Mémoire sur l'impossibilité actuelle d'appliquer les mouvemens de la Lune à la recherche des longitudes marines, faites d'instrumens d'observation assez précis*. ([10] décembre 1773). [AN, MAR, G91, fol. 185]

(1774) MSS - Rapport de R.G. BOSCOVICH - *Examen d'un mémoire du P. Pezenas sur les observations des distances de la Lune aux fixes avec l'octant* (5 janvier 1774) [AN, MAR, G91, fol. 180].

(1775) *Histoire Critique de la découverte des longitudes*, Avignon, A. Offray, in-8°, 164 pp.

TROISIÈME PARTIE - CHAPITRE III.3

III.3

**EN QUÊTE DE MÉTHODES SIMPLIFIÉES À DESTINATION DU
« COMMUN DES NAVIGATEURS »****PLAN****I. LA RÉSISTANCE DE BORDA AUX MÉTHODES SIMPLIFIÉES : L'ÉPISODE DU
PRIX DE L'ABBÉ RAYNAL (1790-1791)**

I.1 L'abbé Raynal et son prix de navigation astronomique en 1790.

I.2 L'opposition de Borda aux méthodes simplifiées.

I.2.1 Borda et les méthodes graphiques.

I.2.2 Borda face aux moyens mécaniques.

**II. LA DÉTERMINATION DE L'HEURE LOCALE À LA MER : DU P. HOSTE (1692) A
LALANDE (1793)**

II.1 La méthode graphique du P. Paul Hoste (1692).

II.1.1 Le P. Paul Hoste, l'un des grands hydrographes jésuites du XVII^e siècle.

II.1.2 La méthode graphique du P. Hoste pour la détermination de l'heure locale en mer.

II.2 Pierre Bouguer (1753) explique la méthode graphique du P. Hoste.

II.2.1 Principe de la construction graphique.

II.2.2 Résolution par le calcul.

II.2.3 Une référence tardive aux travaux de Bouguer.

II.3 Jérôme Lalande et ses *Tables Horaires* en 1793.

II.3.1 La difficile publication des *Tables horaires*.

II.3.2 Un témoignage tardif (1821) de la bonne réception par les marins, des *Tables* de Lalande.

III. LA MÉTHODE GRAPHIQUE DE LACAILLE POUR LES DISTANCES LUNAIRES

III.1 De 1741 à 1759 : la maturation d'une méthode.

III.1.1 Le mémoire sur la trigonométrie sphérique de 1742.

III.1.2 L'exposé incomplet du mémoire de 1759.

III.2 Lalande promoteur de la méthode de Lacaille.

III.2.1 La méthode de Lacaille diffusée par Lalande.

III.2.2 Les zones obscures et les difficultés de la méthode.

III.3 La postérité de la méthode de Lacaille. L'échec de Maskelyne en 1761.

Ce qu'il faut aux marins, en fait de Longitudes, soit pour se rendre directement à leur destination, soit pour ne jamais aventurer leurs atterrages tout le monde en convient : ce sont des résultats facilement obtenus, promptement vérifiés et qui, dans l'étroite limite des erreurs d'observation ne laissent aucun doute sur la véritable position du vaisseau¹.

La fin du premier chapitre de la troisième partie (chap. III.1) nous donnait l'occasion d'évoquer Lalande et Rochon, astronomes manifestant clairement leur intention de s'engager, par la voie ouverte par Lacaille, dans la recherche de solutions simplifiées ou alternatives à la difficile méthode des distances lunaires. A de nombreuses reprises comme il a été mentionné par ailleurs, en raison de ses difficultés, les distances lunaires ont été reconnues comme impraticables par une grande partie de la population des pilotes, des capitaines marchands et sans doute par quelques officiers de la Marine royale.

L'idée de développer des méthodes graphiques dans le but de simplifier la tâche des navigateurs n'appartient pourtant pas aux astronomes du XVIII^e siècle, *a fortiori* pas à Lacaille. Ce chapitre nous permet de nuancer et de préciser la conclusion apportée dans le premier chapitre de cette troisième partie.

A propos de la querelle des longitudes qui opposa en 1647 Jean-Baptiste Morin et le P. Dularis (voir chap. III.1), Pingré cite une méthode graphique qu'avait proposée ce dernier, l'un des plus farouches contradicteurs de Morin en 1647 :

Le P. Dularis, dans ses deux derniers ouvrages, s'attache principalement à une méthode graphique ou pratique de déterminer la longitude du lieu par des observations de la Lune, sans connoître ni la parallaxe ni la réfraction de cet astre; cette méthode est ingénieuse, mais la pratique en est très-difficile sur mer & elle a le défaut de toutes les méthodes graphiques, qui ne sont susceptibles de précision que dans la seule théorie [...]².

L'appréciation globale de Pingré sur les méthodes graphiques annonce bien les jugements négatifs qui seront portés sur la méthode graphique de Lacaille, principal objet de ce chapitre.

¹. Richard, 1840, *Essai sur les instruments et sur les tables de navigation et d'astronomie etc.*, Brest, Ed. Anner [Nantes, 19.732].

Les astronomes au travail : Lalande et Rochon, disciples de Lacaille

Certains astronomes estiment qu'il fait partie de leur travail de vulgariser les méthodes ou de trouver des alternatives à la méthode de Borda, afin de la rendre praticable au commun des navigateurs. C'est le cas de Lalande et de l'abbé Rochon.

L'abbé Alexis-Marie Rochon (1741-1817)³ est l'un des héritiers des idées de Lacaille. Mais comme le père Pezenas, Rochon a le goût des polémiques ou des querelles et semble cultiver le don d'attirer sur lui les rancœurs. Bibliothécaire et garde des instruments de l'Académie de Marine en 1765, il devient académicien ordinaire de l'Académie royale de Marine en 1769⁴. Rochon s'était fait remarquer par trois mémoires écrits entre février 1766 et février 1767, tous trois relatifs à la détermination des longitudes en mer : le premier se proposait de perfectionner les instruments d'optique, le second traitait des observations des éclipses de satellites de Jupiter en mer, tandis que le troisième considérait la manière d'exploiter l'héliomètre de Bouguer pour les observations des distances lunaires. Ces trois mémoires seront publiés dans le recueil de ses *Opuscules mathématiques* (Brest, 1768 et 1788). Ces travaux lui valurent d'être envoyé par le duc de Praslin comme ambassadeur au Maroc en 1767. C'est l'époque des voyages pour Rochon. Deux voyages succèdent à celui du Maroc. Au cours du premier à destination des Indes Orientales entre 1768 et 1771, Rochon complète les observations de d'Après de Mannevillette à l'île de France, observe le passage de Vénus devant le Soleil le 3 juin 1769, et réfléchit aux conditions dans lesquelles les distances lunaires peuvent être employées en mer⁵.

Alors qu'il vient d'être élu adjoint-mécanicien de l'Académie royale des Sciences le 26 avril 1771, le second voyage l'emmène entre 1771 et 1773 aux côtés de Kerguelen vers les terres australes à bord du *Berryer*. Mais les deux hommes se brouillent à mort. Rochon dissimule à Kerguelen la montre que Ferdinand Berthoud lui avait confiée, ne laissant au capitaine du navire d'autres ressources que de naviguer à l'estime. Finalement, Rochon est débarqué à l'île de France et Kerguelen garde les instruments. A son retour, Rochon trouve une académie parisienne très partagée à son égard (Pingré juge certains de ses travaux inutiles) et une académie brestoise lui reprochant ses absences et lui réclamant ses instruments et sa pension de bibliothécaire pour Vincent, son remplaçant. La suite de sa carrière avant la Révolution

². Pingré, 1768, p. 13.

³. Voir Danielle Fauque, 1985 pour les éléments biographiques les plus consistants sur la vie et l'œuvre de l'abbé Rochon.

⁴. Fauque, 1985, pp. 5 et suiv. Notons que Rochon n'est pas astronome de la Marine à cette époque; il ne figure pas sur les états d'appointements de la Marine [Chapuis, 2000, pp. 775-776].

⁵. Rochon, 1788 (voir le détail des mémoires de l'ouvrage).

se partagera entre le cabinet d'Optique du Roi au Château de la Muette (1773-1790) et la direction du département d'optique de la Marine (1787-1793). Après les troubles de la Révolution, Rochon sera réintégré en octobre 1795 dans la première classe des Sciences physiques et mathématiques du nouvel Institut.

En 1798, Rochon désapprouve le manque de conscience de certains savants impliqués dans l'instruction des marins et qui selon lui, s'acquittent mal de cette tâche :

Il est sans doute affligeant de penser que l'art de descendre à la portée du commun des hommes ne soit pas sans difficultés ; c'est une triste vérité que les savants du premier ordre ne sentent peut-être pas aussi vivement que des hommes moins instruits. J'ai crû reconnoître que des savants justement célèbres par l'étendue de leurs connoissances, n'avoient pas toujours été aussi utiles qu'ils eussent dû l'être, s'ils eussent mieux jugé, s'ils eussent mieux connu l'influence d'une éducation négligée sur la grande majorité des hommes⁶.

Il est difficile de ne pas voir ici le portrait de quelques mathématiciens comme Pierre Lévêque et le chevalier de Borda, par exemple, auteurs d'ouvrages d'un niveau trop élevé pour la plupart des navigateurs auxquels ils s'adressent : le *Guide du navigateur* de Lévêque en 1778, et la *Description et usage du cercle à réflexion* de Borda en 1787, par exemple.

Simplifier, vulgariser, voilà la tâche de l'astronome revendiquée par Jérôme Lalande :

On a simplifié par des tables toutes les autres parties des calculs de la longitude [...]. Cependant cette partie allonge beaucoup la méthode des longitudes et empêche beaucoup de navigateurs de s'occuper de ces recherches : s'ils négligent encore ces observations au risque de leurs fortunes et de leurs vies, c'est le devoir des astronomes de leur aplanir les difficultés et de les rappeler à de pressans [sic] intérêts⁷.

C'est ce que s'était proposé Lalande en publiant en 1793 son *Abrégé de navigation* et ses tables horaires. Cette méthode sera d'ailleurs louée par un capitaine de la Marine Marchande, le Corse Louis Podesta. En 1821, celui-ci témoignera de l'abandon des distances lunaires au profit de la méthode donnée

⁶. Rochon, 1798b (an VI), « Mémoire sur l'Astronomie Nautique et particulièrement sur l'utilité des méthodes graphiques pour le calcul de la longitude à la mer, par les distances de la Lune au Soleil et aux étoiles », lu à l'Institut National de France, le 1^{er} Ventôse an VI, Paris, Imprimerie de Pault (20 pp. in-8°) [BN Vp 3205]. Une copie de ce mémoire se trouve aussi aux Archives de la Marine [AN, MAR, 3 JJ 16, pièce 55].

⁷. Lalande, 1799, op. cit. p. 581.

par Lalande en 1793, laquelle simplifiait les nombreux calculs pour la longitude et répondait aux critères de simplicité et de rapidité d'une bonne méthode pour les marins⁸.

Résistances à la méthode de Borda : une autre vulgarisation du secret des longitudes

Dans le sillage de Lacaille, des auteurs vont chercher à élaborer des méthodes simplifiées n'exigeant pas ou très peu de calculs trigonométriques de la part des marins, Gardes-marine ou capitaines marchands.

On observe trois types de démarches dans la recherche de simplifications des procédures à destination des navigateurs :

1. Conserver l'idée de la méthode des distances lunaires et chercher des moyens ou des procédures de simplification des calculs trigonométriques :

(a) soit par des méthodes graphiques : c'est le cas pour Lacaille en 1759 ; ce sera aussi le cas pour l'abbé Rochon en 1798⁹.

(b) soit par des moyens mécaniques : c'est l'exemple même d'Etienne Le Guin et de Richer, inventeurs de compas trigonométriques qu'ils proposeront à l'Académie des Sciences pour le prix fondé par l'abbé Raynal.

2. Chercher une méthode astronomique différente de celle des distances lunaires, se voulant plus simple et plus efficace. Ce sera par exemple le cas des *Tables Horaires* que Lalande publiera non sans difficulté en 1793.

Ce chapitre se propose de présenter les méthodes de Lacaille et de Lalande pour leur originalité respective, leurs approches différentes et selon les objectifs généraux que nous nous sommes fixés au début de cette étude : dénouer l'écheveau des influences et des filiations entre astronomes.

⁸. Voir infra, plus loin dans ce chapitre pour une discussion plus complète de ce mémoire : [AN MAR, 3 JJ 16, pièce 60] le 6 novembre 1821 : *Exposé sur des récentes découvertes observées par le Cap Louis Podesta de Bastia en Corse, pendant les cours de sa navigation [...] Abrégé très utile concernant la marine civile et Militaire, adressé au ministre.*

⁹. Rochon propose en 1798 une méthode graphique directement inspirée de celle de Lacaille. Si la filiation est intéressante à étudier, la méthode de Rochon s'inscrit dans un vaste courant de méthodes employant un instrument familier aux marins, le quartier de réduction. Cet instrument fut la base de l'ensemble des prétendues quadratures du cercle proposées au Département de la Marine tout au long du XVIII^e siècle (voir chap. I.1)

La méthode de Lacaille plonge ses racines dans une méthode graphique exposée par Pierre Bouguer en 1753 et destinée à permettre la détermination de l'heure locale vraie en mer. Elle prend aussi sa source dans les anciens travaux de Lacaille des années 1741 et 1742 sur la trigonométrie sphérique. Elle est aussi la première méthode basée sur une recherche de l'estimation des erreurs dues aux incertitudes sur les observations. L'essentiel de ce chapitre est donc consacré à une reconstruction de la méthode graphique de Lacaille ainsi qu'à sa postérité.

La méthode que propose Lalande en 1793 se veut une alternative à la méthode des distances lunaires. S'il ne rejette pas cette dernière, au moins prend-il acte de ce que les marins ne l'emploient pas en raison des longs calculs exigés par la méthode de Borda. Aussi Lalande, rejoignant Lacaille mais abandonnant le principe d'une méthode graphique, suggère-t-il l'utilisation de tables horaires permettant de déterminer l'heure locale vraie en mer par une seule observation de la hauteur du Soleil. Les *Tables Horaires* de Lalande illustrent bien une filiation d'idées entre lui et ses prédécesseurs, Lacaille, Bouguer, ainsi que Le Monnier à certains égards.

Entre ces deux auteurs, l'un des plus turbulents partisans du courant philosophique, l'abbé Raynal, aura proposé pour 1790 un prix pour l'élaboration d'une méthode destinée à simplifier les distances lunaires.

Voyons tout d'abord dans quelles circonstances ce prix méconnu est proposé.

I. LA RÉSISTANCE DE BORDA AUX MÉTHODES SIMPLIFIÉES : L'ÉPISODE DU PRIX RAYNAL (1790-1791)

I.1 L'ABBÉ RAYNAL ET SON PRIX DE NAVIGATION ASTRONOMIQUE EN 1790

La question de la simplification des méthodes de DLM à l'aide des distances lunaires conduit à faire le point sur ce prix proposé par une personnalité *a priori* étrangère aux sciences et à la Marine. Les circonstances dans lesquelles l'abbé Raynal fonde un prix de navigation sont si particulières qu'il était nécessaire de bien situer le personnage.

S'il est maintenant un peu oublié, l'abbé Guillaume Thomas Raynal (1713-1796) fut l'une des personnalités les plus connues et réputées du monde des Lettres à la fin du XVIII^e siècle¹⁰.

¹⁰. Viguerie, 1995, pp. 1322-1323; Moureau, 1995, pp. 1090-1092. Ces deux notices biographiques se complètent très bien.

Elevé chez les Jésuites de Rodez, il entre dans la Compagnie et enseigne dans quelques collèges du sud de la France, notamment à Pézenas¹¹ (le contenu de ses cours n'est pas connu). Mais il ne reste pas longtemps dans les ordres : comme le souligne l'abbé Morellet, « *prêcher, [était un] métier qui ne s'accordait guère ni avec ses goûts, ni avec ses opinions* »¹². Il quitte la Compagnie et se rend à Paris où il sait rapidement se faire apprécier. Très lié au marquis de Puysieux (1702-1770), alors ministre des Affaires Etrangères, il obtient en 1750 la charge de rédacteur du *Mercure de France*. Sa carrière dans le monde des gens de Lettres débute par des œuvres de compilation, nouvelles littéraires et ouvrages historiques.

Mais Raynal évolue au contact de Grimm et de Rousseau ; il fréquente les salons et se lie avec l'abbé Morellet, Helvétius, Marmontel, d'Alembert. S'il continue à défendre à l'occasion les jésuites, Raynal embrasse pleinement les idées du parti philosophique¹³. En 1770 à l'étranger, puis en 1772 en France, paraît son grand ouvrage *Histoire philosophique et politique des établissements et du commerce des Européens dans les deux Indes* (Paris, 1772) qui fait de lui l'un des philosophes les plus connus.

L'ouvrage est si remarquable que Lalande le cite dans sa *Bibliographie astronomique* en raison surtout de l'atlas géographique qui l'accompagne. Cet atlas avait été établi par l'un des grands géographes de l'époque, dont Lalande pleure la perte, Rigobert Bonne (1727-1795)¹⁴. Après la mort de Jacques-Nicolas Bellin en 1772, le chevalier d'Oisy nomma Rigobert Bonne au poste de premier ingénieur-hydrographe au Dépôt des cartes et plans de la Marine¹⁵. Selon Lalande, Bonne « [...] *remplit [cette charge] avec distinction, et lui donna l'occasion de faire d'excellentes cartes pour perfectionner et étendre les grands ouvrages du Neptune Français et de l'hydrographie française* »¹⁶. Cette connexion n'a jamais été soulignée par les biographes de Raynal ; elle peut permettre d'expliquer — au moins en partie — pourquoi il proposera, en 1790, un prix de navigation.

Dans sa peinture des « sauvages », Raynal oppose leurs vertus naturelles aux vices des nations policées. Blasphémant et dénonçant la confusion des puissances au profit de l'Etat, Raynal s'attire les foudres des autorités royales. Au fil des rééditions, l'ouvrage se transforme en une machine de guerre

¹¹. *Mémoires de l'abbé Morellet* (Rééd. 2000), pp. 217-218.

¹². Morellet, 2000, p. 217.

¹³. Voir notamment les *Mémoires de l'abbé Morellet* (Rééd. 2000), pp. 110-111, 163, 217-218.

¹⁴. [Lalande, 1803, BA, p. 763; notice pp. 763-765].

¹⁵. Voir supra, chap. II.3 pour l'action du chevalier d'Oisy au Dépôt de la Marine. R. Bonne est d'abord nommé ingénieur hydrographe le 1^{er} juillet 1775. Puis il succède au « calamiteux » Rizzi Zannoni un an plus tard en tant que premier ingénieur-hydrographe [Chapuis, 2000, p. 223].

¹⁶. [Lalande, 1803, BA, p. 763].

contre le colonialisme et l'Ancien Régime tout entier¹⁷. Après un court répit, le Parlement de Paris obtient que l'ouvrage soit condamné puis brûlé en mars 1781. Puis, le 25 mai 1781, Raynal est décrété de prise de corps. Il doit s'exiler. Raynal — il n'avait gardé le titre d'abbé que par pure provocation— en profite pour voyager en Prusse où il rencontre Frédéric II.

Il rentre en France en 1784 et s'installe dans le sud de la France selon les auteurs, à Toulon ou plus vraisemblablement à Marseille. Désireux de se racheter une popularité, il fonde divers prix littéraires, scientifiques et de vertu dans les Académies française, des Sciences et des Inscriptions et Belles-Lettres, pour un capital de 72 000 Livres dont on ne connaît pas l'origine.

En mai 1791, il adresse une courageuse lettre de remontrances à l'Assemblée Nationale, dans laquelle il dénonce l'anarchie ambiante et les violences du nouveau régime. Robespierre semble être intervenu en sa faveur pour lui éviter de sévères sanctions. Mais Raynal doit se cacher durant la Terreur.

En décembre 1795, le Directoire le nomme membre de l'Institut National. Raynal décède en 1796 avant qu'il ait pu siéger dans la nouvelle institution de l'état.

L'abbé Raynal et son prix de navigation

Au début de l'année 1788, l'abbé Raynal adresse une lettre à l'Académie des sciences relayée par le Baron de Breteuil auprès du roi. Versant un capital de 25714 Livres environ, Raynal propose de fonder trois prix perpétuels de 1200 Livres chacun. Un titre de rente daté du 15 novembre 1788 indique que ce capital placé sur les revenus du roi produisent alors 1285 Livres environ, montant du prix annuel fondé par Raynal¹⁸.

Si toute liberté est en principe laissée à l'Académie pour le choix du sujet, Raynal demande à ce que ses volontés soient respectées :

[...] chaque Compagnie aura le choix des matières ; cependant si l'on daignoit avoir quelque égard pour mes goûts particuliers, [...] l'Académie des Sciences [proposera] quelque chose de relatif à la navigation pratique [...]¹⁹.

¹⁷. Morellet, 2000, note 199 (de Jean-Pierre Guicciardi), pp. 581-582.

¹⁸. Maindron, 1881, pp. 48-49 et 52 ; Lardit, 1997, pp. 21-22.

¹⁹. Maindron, 1881, pp. 48-49.

Ayant eu des relations privilégiées avec le marquis de Puy sieulx et surtout avec l'hydrographe et cartographe Rigobert Bonne, il n'est alors pas surprenant que Raynal ait pu proposer un prix de navigation.

A peine connue, la proposition de l'abbé Raynal est aussitôt communiquée à l'Académie, le vendredi 9 mai 1788, par son secrétaire perpétuel Condorcet :

J'ai annoncé que le Sr Raynal proposoit un prix dont le fond sera de 24,000# et qu'il désireroit que le prix eut principalement pour objet la navigation pratique. [PV ARS 1788, 9 mai 1788, fol. 109r°]

Condorcet ne donne lecture de la lettre reçue par le Baron de Breteuil, qu'après les vacances académiques, le 28 mai 1788 :

J'ai lu une copie de la lettre de M. Raynal qui propose un prix perpétuel de 1200# [PV ARS 1788, 28 mai 1788, fol. 132r°]

La proposition de l'abbé Raynal étant approuvée par le roi, l'Académie n'a plus qu'à se prononcer sur le sujet : c'est le sens de la lettre qu'adresse le Baron de Breteuil à Condorcet le 6 juin 1788 :

St Cloud, 6 juin 1788

J'ai, Monsieur, rendu compte au roi de l'offre faite par le Sr abbé Raynal à l'académie des sciences, d'une somme de 24000# pour être employée à former le fond d'un prix annuel sur tel sujet que l'académie royale des sciences jugeroit à propos de proposer (sic), notamment pour des questions de navigation pratique. Sa majesté approuve que cette offre soit acceptée et je vous prie d'en informer l'Académie ; j'ai l'honneur de vous prévenir que cette fondation exigera quelques formalités et qu'il sera nécessaire d'expédier des lettres patentes pour le confirmer [...] [PV ARS 1788, 7 juin 1788, fol. 157v°]

Alors que, depuis le début de l'année 1785, le Baron de Breteuil est, avec le maréchal de Castries et Condorcet, à l'origine d'une réforme de la CDT destinée à rendre l'éphéméride astronomique d'usage plus courant dans la Marine (Royale et Marchande)²⁰, la proposition de Raynal ne peut être plus opportune. On ne doit alors pas s'étonner de voir le Baron de Breteuil soutenir fortement cette démarche et insister sur l'idée d'un prix de navigation pratique. Dès lors, pour l'année 1790, l'Académie des sciences

²⁰. Voir supra, chap. II.2, § IV.

de Paris propose « *aux frais de l'abbé Raynal* »²¹, le sujet suivant : **Trouver pour la réduction de la distance apparente de deux astres en distance vraie une méthode sûre et rigoureuse qui n'exige cependant dans la pratique que des calculs simples et à la portée du plus grand nombre des navigateurs**²².

Le choix du sujet témoigne des préoccupations et des orientations de l'Académie des Sciences et des responsables de la Marine en matière de navigation²³ à cette époque, que l'un de ses membres, le chevalier de Borda, ne semble pourtant pas partager comme il est expliqué dans la suite.

I.2 L'OPPOSITION DE BORDA AUX MÉTHODES SIMPLIFIÉES

I.2.1. Borda et les méthodes graphiques

Pour Borda, la recherche des méthodes graphiques destinées à simplifier les calculs ne présente qu'un intérêt restreint. Lacaille reste une référence par rapport à laquelle il convient de se positionner :

Lorsque La Caille conçut cette méthode graphique, on devoit lui en savoir gré [...]; mais depuis lui, la Science a fait de tels progrès, qu'il peut paroître en quelque sorte inutile de s'occuper des moyens de cette espèce²⁴.

L'idée de vulgariser des méthodes simples s'était pourtant imposée tant en France qu'en Angleterre. En effet, dans les années 1780, Georges Margetts²⁵ (1748-1804) avait entrepris de réduire en 101 figures sur 70 planches l'ensemble des tables de réduction des distances lunaires, publiées par Anthony Shepherd (fl. 1763-1772) à Londres en 1772. Ce volume de plus de 1100 pages renfermait les corrections pour réduire les distances apparentes aux distances vraies pour chaque degré de distances et

²¹. Lalande, 1803, BA, p. 614.

²². Borda et Prony, 1798, p. 442; Borda, Lévêque, 1798, p. 472; Lalande, 1803, BA, p. 614; Marguet, 1931, pp. 245-246.

²³. Je n'ai encore pu trouver les auteurs du sujet.

²⁴. Borda et Lévêque, 1798, p. 469.

²⁵. Margetts, 1790, *Longitude Tables for correcting the effect of parallax and refraction of the observed distance taken between the Moon and the sun or a fixed star [...]*, in-4° in-folio, Londres, Penton Steer Islington [Lalande, 1793, p. 63; Lalande, 1803, BA, p. 615]. Lalande (1793, p. 63) et Marguet (1931, p. 245) signalent une seconde édition revue et corrigée, publiée en 1793 et jugée bien meilleure que la précédente.

de hauteurs. Mais l'étendue de l'ouvrage rendait très difficile le calcul des interpolations et l'ouvrage devenait assez inutile²⁶.

En 1798, l'abbé Alexis Rochon proposera une nouvelle méthode graphique²⁷, jugée par Borda et Lévêque, « *d'usage assez simple et bien suffisant pour tous les cas où les marins peuvent employer ces méthodes* »²⁸.

I.2.2. Borda face aux moyens mécaniques

Lorsque l'Académie décide de proposer comme sujet du prix Raynal la recherche d'une méthode simple à la portée du plus grand nombre, plusieurs instruments viennent d'être proposés, notamment par un français nommé Etienne Le Guin (fl. 1780-1802).

a - Le compas trigonométrique d'Etienne Le Guin

En 1787, Le Guin avait proposé un compas trigonométrique à quatre branches destiné à simplifier les calculs trigonométriques exigés par la méthode des distances lunaires. Une exploration des archives de la Marine conservées aux Archives Nationales permet d'affirmer que Le Guin travaillait à ce projet depuis le milieu des années 1770. C'est ce qu'affirme Fleurieu, l'un des plus sûrs soutiens de Le Guin à cette époque²⁹. En effet, Fleurieu précise que le ministre de la Marine de Boynes avait, en 1774, octroyé à Le Guin une gratification de 1000 Livres pour le développement de son instrument. En 1787, Fleurieu estime que le compas de Le Guin est prêt et qu'il conviendrait de le diffuser dans tous les ports afin que les hydrographes et leurs élèves puissent le tester³⁰.

Deux ans plus tard, décrivant l'instrument dans une lettre datée du 4 mars 1789 et adressée au ministre de la Marine, de la Luzerne, Fleurieu se range finalement à l'avis de Borda en reconnaissant l'instrument imprécis et d'usage délicat :

²⁶. Lalande, 1793, pp. 62-63.

²⁷. Rochon, 1798a et 1798b. Rochon propose un ensemble de cartes graphiques destinées à compléter le quartier de réduction familier aux navigateurs, pour la détermination de la latitude et de la longitude. Le second mémoire (Rochon 1798b) sera examiné très favorablement le 19 Floréal an VII (8 avril 1799) par le vice-amiral François-Etienne de Rosily (1748-1832), donnant l'autorisation d'imprimer les cartes de Rochon, pour un coût estimé à 600 Livres (y compris les cuivres pour la gravure) [AN, MAR, 3 JJ 16, pièce 55].

²⁸. Borda et Lévêque, 1798, p. 470.

²⁹. AN, MAR, G96, fol. 44r°.

[il est composé de] deux méridiens qui tournent sur le même axe, portant chacun une alidade mobile sur le centre des méridiens. Il [Le Guin] commence par fixer les deux alidades sur les divisions des méridiens qui marquent l'une la hauteur observée de la Lune, et l'autre, la hauteur observée de l'astre auquel on la compare. Prenant ensuite avec un compas (à verges) la corde d'un arc égal à la hauteur observée des deux astres, il ouvre les deux méridiens jusqu'à ce que les deux pointes du compas tombent sur les lieux des deux astres. Enfin, sans toucher à l'ouverture des deux méridiens et corrigeant les deux hauteurs observées des effets de la parallaxe, de la réfraction, il prend encore avec le compas la distance entre les lieux corrigés des deux astres, ce qui lui donne la corde de l'arc qui exprime la distance cherchée. Enfinement, cette machine ne donne la distance réduite qu'à une minute et demie ou 2' près ce qui répond à trois-quarts de degré au mieux la longitude³¹.

Fleurieu prétend toutefois qu'il a pu trouver un moyen qui « *augmente de neuf fois la précision mais rend l'opération plus longue et ne dispense finalement pas des calculs, qu'un pilote ne saura de toute façon pas faire* ». Mais, précise Fleurieu, « *la manipulation même est délicate et n'est pas à la portée du pilote moyen* »³².

Selon Lalande, Le Guin proposa son invention à l'Amirauté hollandaise. Les commissaires des longitudes à Amsterdam (Van Swinden, Nieuwland et Hulst van Keulen) approuvèrent l'invention de Le Guin et sa description fut imprimée une première fois en français à Amsterdam sous le titre *Moyen mécanique qui donne le résultat des calculs difficiles qu'on est obligé de faire en mer pour obtenir la longitude*. Lalande précise qu'il se trouvait à Londres lorsqu'en 1788, Le Guin s'y présenta pour obtenir l'approbation du *Board of Longitude*, mais Maskelyne refusa l'instrument³³. Toutefois, l'ouvrage décrivant son invention est publié à Londres en 1790, sous le titre *Description and use of the new invented instrument for facilitating the knowledge of the Longitude at sea by Stephen Le Guin*³⁴.

³⁰. AN, MAR, G96, fol. 44.

³¹. AN, MAR, G96, fol. 55v°. Phrase soulignée par nous.

³². AN, MAR, G96, fol. 55v°.

³³. Lalande, 1803, BA, p. 616.

³⁴. Lalande, 1803, BA, pp. 615-616.

Accepté en Hollande, refusé en Angleterre, le compas de Le Guin ne répond pas aux critères de simplicité et rapidité des calculs exigés par l'Académie des sciences de Paris pour le prix de 1790³⁵. Nommé commissaire pour l'examen de cet instrument, Borda, dans son rapport du 4 mars 1789, refuse que cet instrument soit employé dans la marine en raison de son imprécision. Sans toutefois vouloir décourager l'inventeur, il propose au ministre d'octroyer à Le Guin une gratification faisant office de bourse de recherche³⁶.

Le Guin met à profit cette bourse pour améliorer son invention. Il la présente à nouveau en 1791 et cet instrument est approuvé par les commissaires de la Marine, l'abbé Rochon et Pierre Méchain, entre le 23 et le 26 avril 1791; les commissaires soulignent son utilité et son exactitude³⁷.

Connaissant l'opposition de principe de Borda à cet outil de navigation astronomique, le Comité de la Marine à l'Assemblée Nationale prend, en 1792, la décision de diffuser le compas de Le Guin dans toutes les écoles d'hydrographie. Au mois d'octobre 1792, le comité s'adresse alors à Gaspard Monge pour se prononcer sur cette décision³⁸. Avec l'accord de Monge, l'instrument est alors diffusé par la Marine en grand nombre, et Le Guin reçoit une commande de 50 exemplaires qui lui seront payés 8000 Livres³⁹.

Revenant sur ses jugements antérieurs et dans le contexte troublé de la Révolution, Borda donne en mars 1793 un accord sans réserve à cette diffusion⁴⁰.

La Terreur passée, dans le cadre plus feutré de l'Institut National, en 1798, Borda affirmera de nouveau ses prises de position en faveur d'un emploi très limité des méthodes simplificatrices du calcul des longitudes comme nous allons le voir ci-après.

³⁵. Marguet, 1931, pp. 245-246. Le mémoire se trouve aux Archives Nationales [AN, MAR, G 96, fol. 43-44].

³⁶. Etienne Le Guin faisait publier à Londres, en 1790, une seconde édition française intitulée *Moyen mécanique qui donne le résultat des calculs difficiles qu'on est obligé de faire en mer pour obtenir la longitude*, Watkins, in-8°, de 32 pp. [BN, V-23283(5)].

³⁷. AN, MAR, G96, fol. 96.

³⁸. AN, MAR, G96, fol. 87.

³⁹. Toutes les tractations sont conservées aux Archives Nationales : AN, MAR, G96, fol. 87 à 124.

⁴⁰. AN, MAR, G96, fol. 92 et 93.

b - Le compas trigonométrique de Richer couronné par l'Académie et le prix Raynal

Selon l'abbé Rochon, le prix Raynal avait été initialement proposé pour les années 1790, 1791 et 1792⁴¹. Mais le lauréat est bien vite désigné. Le 4 mai 1791, un « *habile mécanicien à qui le citoyen de la Grange avait donné une méthode* »⁴² est récompensé de ses travaux : Richer, inventeur avec Lagrange, d'un compas trigonométrique, qui permettait de réduire les triangles sphériques à des droites et des triangles rectilignes⁴³. Lalande donne une description assez sommaire et assez austère de l'utilisation de ce compas de Richer, dans son *Abrégé de Navigation* (1793, p. 63). Marguet (1931, p. 246) explique brièvement le principe de sa construction à partir d'une remarque de Lagrange sur des analogies entre triangles sphériques et rectilignes⁴⁴.

La caution de Lagrange est-elle à l'origine de l'attribution du prix Raynal à Richer et non à Le Guin qui s'était lui-aussi présenté au concours ?

Si l'on en croit Marguet, le compas de Richer n'était « *ni très commode, ni très facile, ni très prompt. [Il] exigeait de l'intelligence, de l'adresse et de l'habileté* »⁴⁵. Il donnait au mieux la longitude à 30' près. Si Richer l'améliora en 1801⁴⁶, son coût élevé (600 francs) limita sa diffusion⁴⁷ :

Le C^{en}. Richer a fait un nouveau compas trigonométrique ou compas de réduction pour les distances de la Lune aux étoiles. Il y a des inventions ingénieuses pour diviser en parties inégales les règles qui contiennent la distance, la somme et la différence des hauteurs. j'ai donné dans mon *Abrégé de navigation*, page 63, la description de l'instrument qui avait remporté le prix en 1791; et dans la *Connaissance*

⁴¹. Rochon, 1798a, p. 4.

⁴². Lalande, 1803, BA, p. 614.

⁴³. Lalande, 1793, p. 63.

⁴⁴. Marguet (1931) donne les relations de Lagrange sur lesquelles l'invention de Richer est basée. Selon lui, « *Lagrange avait démontré que si d'une part, $90^\circ-h$, $90^\circ-h_1$ et d sont les côtés d'un triangle sphérique, et que d'autre part, $\cos \frac{h+h_1}{2} + \sin \frac{h-h_1}{2}$, $\cos \frac{h+h_1}{2} - \sin \frac{h-h_1}{2}$, et $2 \sin \frac{d}{2}$ sont les côtés d'un triangle rectiligne, les angles de ces triangles opposés aux côtés d et $2 \sin \frac{d}{2}$ sont égaux. Cela se démontre en écrivant la relation métrique qui donne le carré d'un côté d'un triangle rectiligne en fonction des carrés des deux autres côtés et du cosinus de l'angle compris. On tombe en effet alors sur la formule fondamentale des triangles sphériques. d'où il est facile de s'expliquer l'instrument de Richer* » [Marguet, 1931, p. 246].

⁴⁵. Marguet, 1931, p. 246.

⁴⁶. Marguet, 1931, p. 246; confirmé par Lalande, 1803, BA, p. 877 (année 1802).

⁴⁷. Lalande, 1803, BA, p. 878.

des temps de l'an IV la démonstration de la formule de M. La Grange, qui sert de fondement à cet instrument : mais celui-ci est sensiblement perfectionné ; le seul inconvénient est que cet instrument coutera 600 francs⁴⁸.

c - Borda juge le compas trigonométrique de Richer

En 1798, Borda et Prony sont chargés d'examiner un ouvrage du maître d'hydrographie et de mathématiques Jean-François Callet, intitulé *Supplément à la trigonométrie sphérique et à la navigation de Bézout, ou Recherches sur les meilleures manières de déterminer les longitudes à la mer, soit par des méthodes de calcul, soit par des constructions graphiques, soit avec le secours d'un instrument*. Dans son ouvrage⁴⁹, Callet décrit le compas de Richer. C'est l'occasion pour Borda et Prony d'affirmer leur position face aux nouvelles recherches pour simplifier les distances lunaires à « destination du commun des navigateurs ». S'ils reconnaissent qu'il peut rendre des services, Borda et Prony ne se prononcent pas sur la facilité ou la difficulté de son maniement. Ils soulignent que l'instrument de Richer ne peut dispenser les marins de l'apprentissage des méthodes rigoureuses que le calcul seul peut offrir :

Cependant l'usage du compas de Richer, qui peut au besoin suppléer au calcul, ne doit pas généralement en tenir lieu, ni dispenser les marins de se familiariser avec les méthodes rigoureuses, qui, sans l'emploi d'aucun moyen mécanique, fournissent des résultats immédiatement déduits de l'observation [...] ⁵⁰.

Leur jugement s'achèvent sur la constatation que l'usage de cet instrument ne peut se suffire à lui-même. Un tel moyen mécanique ne doit, selon Borda et Prony, qu'être employé en concurrence avec d'autres méthodes et au plus ne servir que de moyen de vérification des calculs.

⁴⁸. Lalande, 1803, BA, pp. 877-878.

⁴⁹. Callet, J.-F., 1798, *Supplément à la trigonométrie sphérique et à la navigation de Bézout, ou Recherches sur les meilleures manières de déterminer les longitudes à la mer, soit par des méthodes de calcul, soit par des constructions graphiques, soit avec le secours d'un instrument*, Paris, in-4°, 96 pp. [BN V-6349].

⁵⁰. Borda et Prony, 1798, p. 442.

d - Un jugement global de Borda et Lévêque sur les méthodes simplifiées de navigation astronomique

La même année, en 1798, dans un long rapport sur les méthodes destinées au calcul des longitudes en mer⁵¹, Borda et Lévêque jugeront plus sévèrement les méthodes graphiques et instrumentales en écrivant qu'« *elles ont l'inconvénient d'habituer à un travail en quelque sorte automatique, des hommes qui n'y sont déjà que trop disposés* ». Même s'ils reconnaissent que ces méthodes peuvent rendre des services, Borda et Lévêque concluent que la meilleure manière d'éviter aux navigateurs les difficultés et les embarras d'un calcul, est de leur apprendre à calculer⁵².

Mais le jugement est plus sévère à l'égard des navigateurs. Il souligne l'opposition de fonds et l'opposition de classe qui sépare savants de l'Académie et marins :

[...] Il est temps que la marins cessent de regarder les sciences mathématiques et physiques comme inutiles à la pratique de la navigation et à ses progrès. Sans le secours des sciences la marine seroit encore dans l'enfance⁵³.

II. LA DÉTERMINATION DE L'HEURE LOCALE A LA MER : DU P. HOSTE (1692) À LALANDE (1793)

La détermination de l'heure locale en mer restait un problème difficile avant le XVIII^e siècle et le calcul de l'angle horaire, en dehors des levers et couchers du Soleil, demeurait inabordable pour la plupart des marins. De toute manière, sans l'aide d'un instrument capable de mesurer la hauteur des astres de manière suffisamment précise, ce calcul restait pour les marins long et inutile. Marguet (1931) détaille l'évolution des instruments destinés à la mesure de la hauteur⁵⁴.

Les méthodes graphiques employant « règle et compas » pouvaient paraître plus à la portée des marins que les longs calculs trigonométriques. Aussi, certains astronomes s'engouffrèrent dans cette recherche, notamment Lacaille et Rochon, tandis que Lalande compila l'ensemble des travaux sur ce sujet.

⁵¹. Borda et Lévêque, 1798. Ce texte est intégralement reproduit et commenté en annexe.

⁵². AN, MAR, G96, fol. 55, lettre de Borda au ministre, de Paris, le 4 mars 1789; citation chez Marguet, 1931, p. 246. Souligné par nous.

⁵³. Borda et Lévêque, 1798, p. 473.

⁵⁴. Marguet, 1931, pp. 104-126. Voir notre annexe sur les instruments d'observations nautiques.

Examinant attentivement ses travaux, il m'a semblé que Lacaille avait pu puiser chez d'autres auteurs son inspiration. Une première recherche m'a naturellement orienté vers le *Traité de Navigation* de Pierre Bouguer que Lacaille révisa à la demande de son ami, pour le publier en 1760. Après avoir identifié chez Pierre Bouguer cette source d'inspiration de Lacaille, j'ai continué à chercher si Bouguer avait pu lui-même emprunter à d'autres auteurs. Fils d'un professeur d'hydrographie du Croisic, Pierre Bouguer pouvait consulter la bibliothèque paternelle qui devait comporter tous les grands traités de navigation des professeurs d'hydrographie jésuites du XVII^e siècle : ceux du P. Fournier, du P. Millet-Dechalles dont Bouguer fait de grands éloges en 1753, ainsi que les ouvrages des PP. Cordier et Hoste⁵⁵. C'est dans un ouvrage de ce dernier auteur que l'on trouve la trace d'une méthode graphique pour déterminer l'heure en mer par les observations de la hauteur du Soleil, trop brièvement exposée.

II.1 LA MÉTHODE GRAPHIQUE DU P. PAUL HOSTE (1692)

II.1.1. Le P. Paul Hoste, l'un des grands hydrographes jésuites du XVII^e siècle

Le Père Hoste est l'un des plus notoires professeurs d'hydrographie jésuites de la fin du XVII^e siècle avec le P. Antoine Milliet-Dechaes et le P. Jean Bonfa. On le trouve enseignant au Collège des jésuites d'Avignon de 1681 à 1683. En 1685, il est nommé titulaire de la chaire de mathématiques et d'hydrographie auprès des Gardes de la Marine, Compagnie nouvellement créée à Toulon (il est remplacé à Avignon par Jean Bonfa). L'essentiel de sa carrière s'effectue donc au Port de Toulon où il enseigne jusqu'en 1700, année de son décès. Il sera remplacé par la P. Thoubeau, arrivant de Brest, jusqu'en 1714⁵⁶.

II.1.2 La méthode graphique du P. Hoste pour la détermination de l'heure locale en mer

En 1692, paraît son célèbre *Recueil des traitez de mathématiques qui peuvent estre nécessaires à un gentilhomme pour servir par mer et par terre*, en trois volumes, publié à Lyon chez Anisson. Dans le grand mouvement initié par Colbert d'uniformisation de l'instruction des marins, il fut envisagé d'adopter ce recueil comme ouvrage de référence et d'en faire le modèle des manuels de navigation⁵⁷. Du point de

⁵⁵. Voir Russo, 1964(1986); Vergé-Franceschi, 1986a; Lutun, 1995; Boistel, 1999.

⁵⁶. Sur les mouvements et la grande mobilité des maîtres jésuites, voir Dainville, 1978, particulièrement les tableaux pp. 338-356.

⁵⁷. Dainville, 1940, pp. 440 et suiv.

vue des longitudes, le P. Hoste ne fait confiance ni aux horloges, ni à la Lune, ni aux satellites joviens : « *du point de vue de la pratique maritime, il avait alors raison* » commente justement F. de Dainville⁵⁸. Seul le second tome de ce traité est conservé à la Bibliothèque Municipale de Nantes et par chance, c'est celui qui intéresse le plus notre étude.

Outre ce qu'on trouve dans des chapitres consacrés à la mécanique, à l'artillerie et aux fortifications, les connaissances mathématiques et astronomiques du tome II se concentrent dans deux traités « De la Géométrie pratique », avec une description d'un compas de proportion (pl. V et VI) et « De la Sphère ». Dans ce dernier traité, après avoir fait la description de la Sphère, Hoste résout quelques problèmes :

Problème III *Trouver la déclinaison du Soleil* (p. 68),

Problème IV *Trouver l'ascension droite du Soleil* (p. 68),

Problème VI *Trouver l'heure du lever & du coucher du Soleil* (p. 69),

Problème VII et dernier problème *Estant donné la hauteur du Soleil trouver l'heure & l'azimuth pour le país donné* (70) + fig. 16, pl. 8) reproduit ci-après⁵⁹, où le P. Hoste propose de trouver l'heure « avec la règle, le compas et le rapporteur » :

* * *

[...] tirez OD parallèle à l'horison HL, de sorte que les arcs HO & LD soient la hauteur du Soleil. alors OD sera l'almicantarath du Soleil & coupant le parallèle du Soleil au point V. donnera VN pour les heures depuis minuit & VM pour les heures depuis midi. De même VO donnera les degrés de l'almicantarath qui sont entre le Soleil & le méridien, ou l'angle de l'azimuth du Soleil avec le méridien.

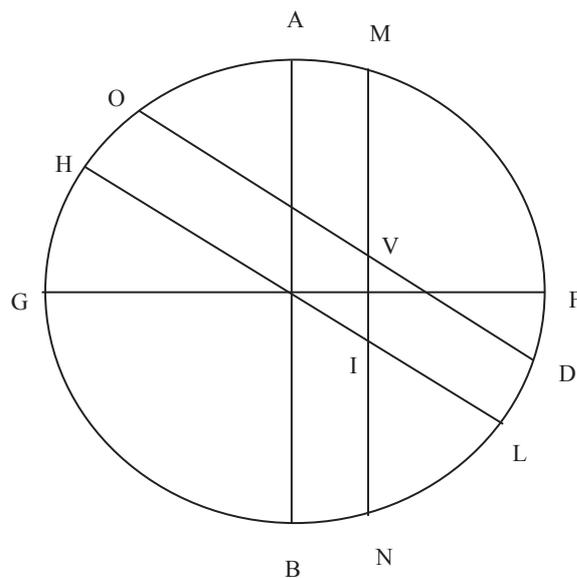
Remarque

Pour peu qu'on fasse de réflexion sur ce que nous venons de dire, on en verra la démonstration, & on découvrira plusieurs autres problèmes semblables qui fourniront une méthode générale, pour résoudre les triangles sphériques avec la règle, le compas & le rapporteur.

⁵⁸. Dainville, 1940, p. 449.

⁵⁹. Hoste, 1692, II, pp. 70-71.

Ce texte est accompagné de la figure suivante (Fig. 16 (pl. 8)):



Notations : HL est l'horizon - OD parallèle à l'horizon représente l'almicantarat du Soleil (le cercle d'égale hauteur du Soleil sur l'horizon). $OH = LD = h####$, est la hauteur observée du Soleil. G, F représentent les pôles, AB l'équateur. $AM=BN$ représentent la déclinaison du Soleil pour le jour de l'observation (prise dans les tables courantes des *Etrennes* ou autres almanachs à caractère nautique⁶⁰).

* * *

Donnée sans autres explications, la méthode demande en effet réflexion pour parvenir finalement à l'heure locale à partir de l'observation de la hauteur du Soleil. C'est à Pierre Bouguer (et non à Lacaille) que l'on devra l'explication et l'utilisation du procédé.

II.2 PIERRE BOUGUER (1753) EXPLIQUE LA MÉTHODE GRAPHIQUE DU P. HOSTE

II.2.1 Principe de la construction graphique

La clef de cette méthode se trouve dans le *Nouveau Traité de Navigation* (Paris, 1753) de Bouguer, au chapitre V du Livre IV : *Moyen De Determiner L'heure Qu'il Est [...] En Mer [...]* (page

⁶⁰. Cf. supra, chap. II.1.

277 et suivantes). C'est dans ce paragraphe qu'il faut chercher l'origine de la méthode graphique de Lacaille pour les longitudes⁶¹.

Pierre Bouguer expose une méthode graphique permettant de trouver l'angle horaire du Soleil, connaissant sa déclinaison — que l'on trouve dans les tables usuelles et habituelles des manuels de Navigation, explique-t-il — et connaissant à un moment donné sa hauteur apparente, mesurée à l'aide d'un instrument adéquat⁶².

L'exemple choisi par P. Bouguer est le suivant⁶³. Voici les données qu'il propose :

1 Exemple :

- latitude du lieu d'observation : ### = 50°;
- déclinaison du Soleil au moment de l'observation : ###### = 15°;
- hauteur observée du Soleil sur l'horizon : h### = 35°.

Bouguer ne précise pas s'il s'agit de la hauteur apparente ou de la hauteur vraie, une fois que les corrections de réfraction aient été appliquées. On supposera qu'il s'agit ici de la hauteur vraie.

1. Préparation du cadre du tracé

- On trace un cercle de rayon assez grand (environ 5 à 6 cm) de centre C;
- HCO représente L'horizon. On marque Z pour le zénith. Le grand cercle HZO représente alors le méridien du lieu d'observation;

2. On mesure à partir de O un angle égal à la latitude; NO = Latitude = ###

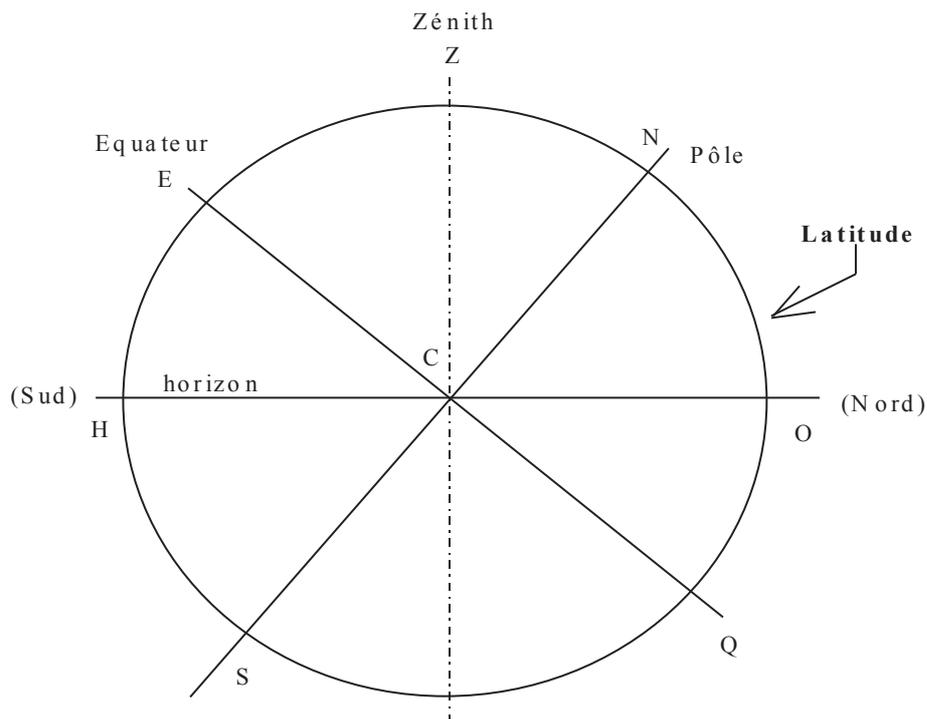
L'axe NCS représente l'axe polaire (axe du Monde).

- On trace l'Equateur Céleste EQ, perpendiculaire en C à NCS (figure III.3.1a);

⁶¹. Bouguer, 1753, fig. 72, pl. XI, p. 442. Voir infra.

⁶². Voir notre annexe sur les instruments destinés à la mesure de la hauteur des astres en mer.

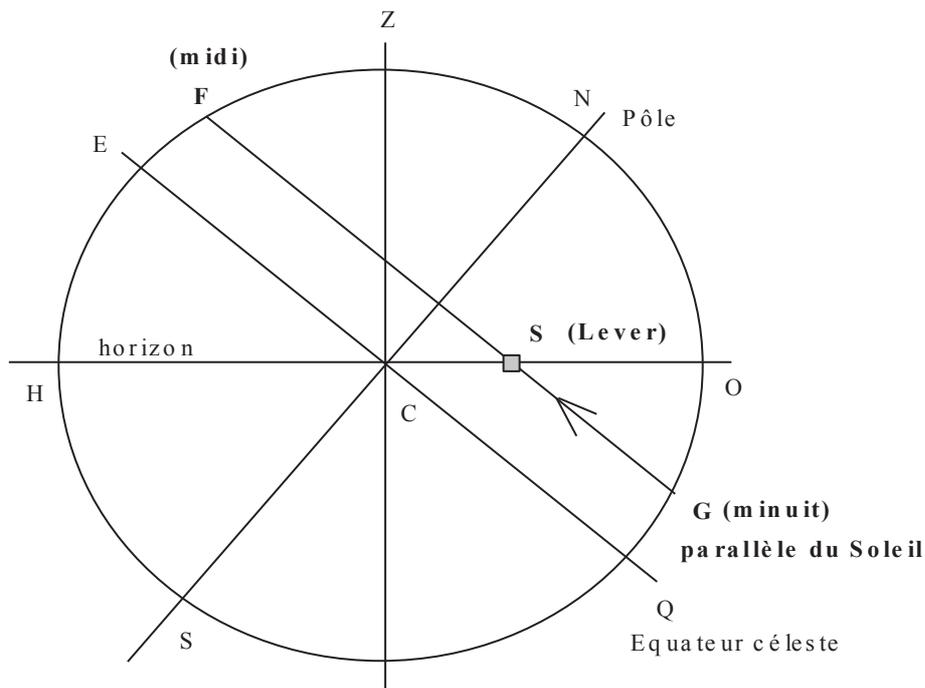
⁶³. Bouguer, 1753, pp. 279-282.

Figure III.3.1a:

3. Le parallèle du Soleil s'obtient en reportant au dessus de EQ (pour une déclinaison boréale) la déclinaison du Soleil. Même démarche au dessus de Q. La ligne FG ainsi tracée est le parallèle du Soleil, i.e., le trajet apparent du Soleil dans le Ciel de l'observateur⁶⁴.

G représente le point MINUIT (culmination inférieure); F représente le point MIDI (la culmination supérieure du Soleil dans le ciel). Ce trajet de G vers F, est décrit par le Soleil en 12 heures (Figure 1b).

⁶⁴. Il s'agit bien de la trajectoire du Soleil par rapport à l'horizon. Ce procédé permet de négliger la variation quotidienne de la déclinaison du Soleil.

Figure III.3.1b :

L'intersection de FG avec HO s'effectue au point S qui représente alors le LEVER du Soleil sur l'horizon (Est) et F représente alors le PASSAGE du Soleil AU MÉRIDIEN du lieu d'observation.

4. Obtenir l'heure du lever du Soleil

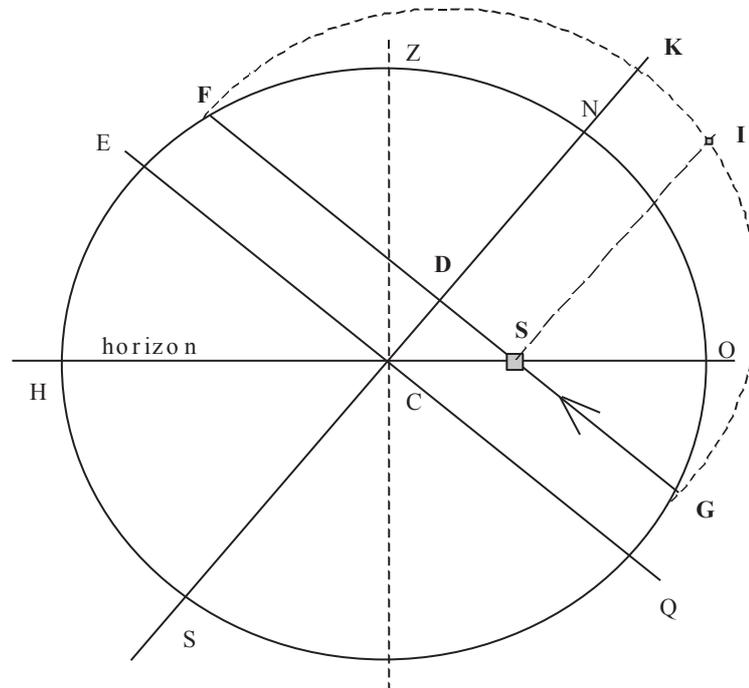
Ce problème exposé par Bouguer consiste à trouver à quelle heure correspond le point S. Voici la démarche adoptée :

- on prend D, le milieu de FG; D correspond ainsi à l'instant $t = 6$ heures.
- on trace le demi-cercle FKG de rayon DF, et on le divise en 12 parties égales. Le demi-cercle FKG est gradué de 0 à 12 heures depuis G. (figure 2).
- on trace le segment SI parallèle à DNK. L'heure du lever est directement lue sur les graduations où une interpolation même grossière, est alors possible.

Pour l'exemple choisi, le Soleil se lève à $4^{\text{h}}46^{\text{min}}$, à une latitude de 50° nord et une déclinaison du Soleil égale à 15° .

Explication : GKF est la trajectoire du Soleil dans le ciel; ce demi-cercle doit être élevé par la pensée perpendiculairement au plan du méridien HZOQ.

Figure III.3.2 : Trouver l'heure du lever du Soleil



5. Trouver l'heure qu'il est, quand le Soleil est parvenu a une certaine hauteur

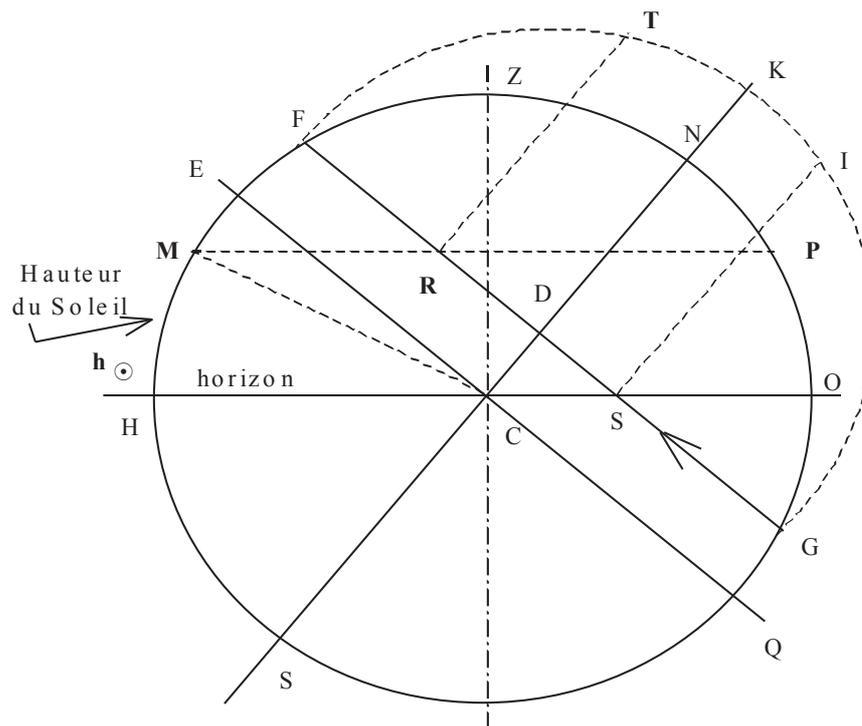
Dans ce nouveau problème, on garde tout ce que l'on a fait auparavant. Il faut alors reporter sur le graphique la hauteur observée du Soleil $h_{###}$.

- On reporte cet angle au dessus de HO, à partir de H (hauteur sur l'horizon Sud); HM représente la hauteur observée.

- On trace la droite MP parallèle à HO. MP représente alors **l'ALMICANTARAT** du Soleil.

- On prend l'intersection de l'Almicantarats du Soleil avec son parallèle. On obtient le point R.

- L'heure de l'observation de cette hauteur s'obtient comme précédemment pour le lever du Soleil : on trace le segment RT parallèle à DNK (Figure 3). T donne l'heure de l'observation de la hauteur du Soleil mesurée.

Figure III.3.3: Trouver l'heure pour une certaine hauteur observée du Soleil

Dans l'exemple cité, P. Bouguer trouve 8h29min pour l'heure de la hauteur.

6. Trouver l'heure par l'observation de la hauteur d'une étoile

Tout ce qui précède est évidemment applicable pour trouver l'heure qu'il est en mer lorsque l'on observe la hauteur d'une étoile. Il suffit d'employer à la place des données pour le Soleil, la déclinaison de l'étoile $###\###$, et la hauteur observée de l'étoile $h###$.

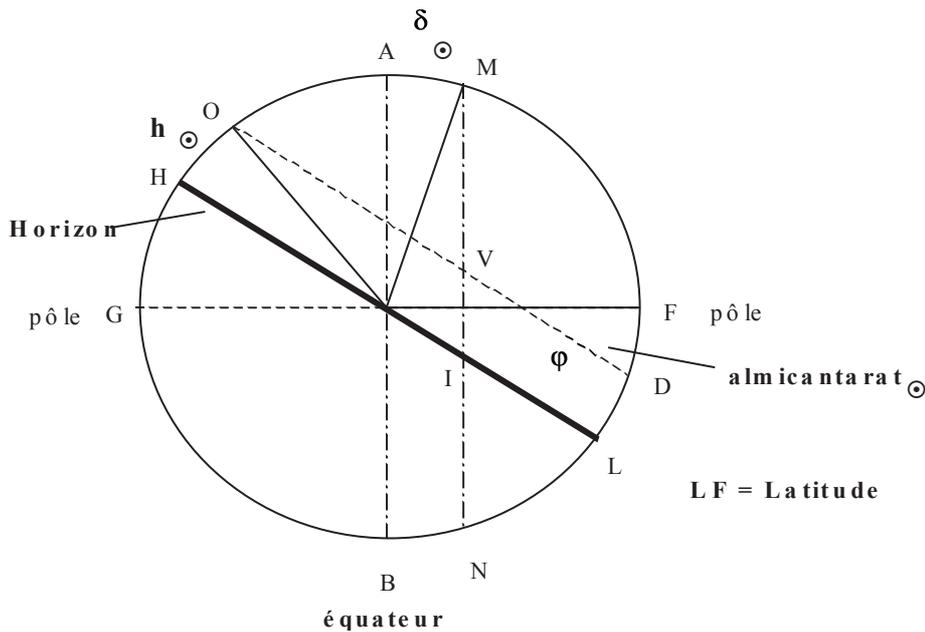
Mais T donne l'heure de l'observation si et seulement si le Soleil et l'étoile étaient exactement dans le même cercle horaire, ou s'ils avaient la même ascension droite $###$. C'est la position du Soleil qui permet de trouver l'heure. Elle est trouvée, explique Bouguer, en comparant les ascensions droites du Soleil, $###\###$ et de l'étoile $###\###$. Il calcule alors la différence $### = ###\### - ###\###$ pour l'heure de l'observation.

Exemple : $T = 8h29min$ et $### = 7h$.

- Si $###\### > ###\###$, le Soleil est plus oriental que l'étoile (Rappel : les astres passent par le méridien dans le sens des ascensions droites décroissantes). Il est $T-### = 1h29min$ du matin.

- Si $###\### < ###\###$, c'est l'étoile qui est plus orientale que le Soleil. Il est $T+### = 15h29min$ du soir.

Figure III.3.5 : D'après le *Recueil et Traitez de Mathématiques [...] du P. HOSTE (1692)* [p. 70; fig 16, pl. VIII]. Cette figure éclaire la figure du texte du P. Hoste donnée au paragraphe I.1.



II.2.2 Résolution par le calcul

En bon géomètre et dans un souci d'exhaustivité mathématique, Bouguer propose la résolution de ce même problème par le calcul numérique et trigonométrique⁶⁶.

1. Trouver l'heure du lever du Soleil

le sinus total (10000) est à la tangente de la déclinaison du Soleil, comme la tangente de la latitude est à un quatrième terme (286) c-a-d- que l'on trouve le sinus de la valeur de DS ou plutôt de KI exprimée en degrés⁶⁷.

Pour l'heure qu'il est, on a à « résoudre un triangle sphérique dont les angles aux sommets sont les angles au zénith, au Soleil et au pôle. Un de ses cotés est l'arc du méridien compris entre le pôle et le zénith, l'autre est la portion du vertical comprise entre l'astre et le zénith, & le troisième est la partie du cercle horaire qui s'étend depuis le pôle jusqu'à l'astre »⁶⁸.

⁶⁶. Bouguer, 1753, §V, pp. 286 et suiv.

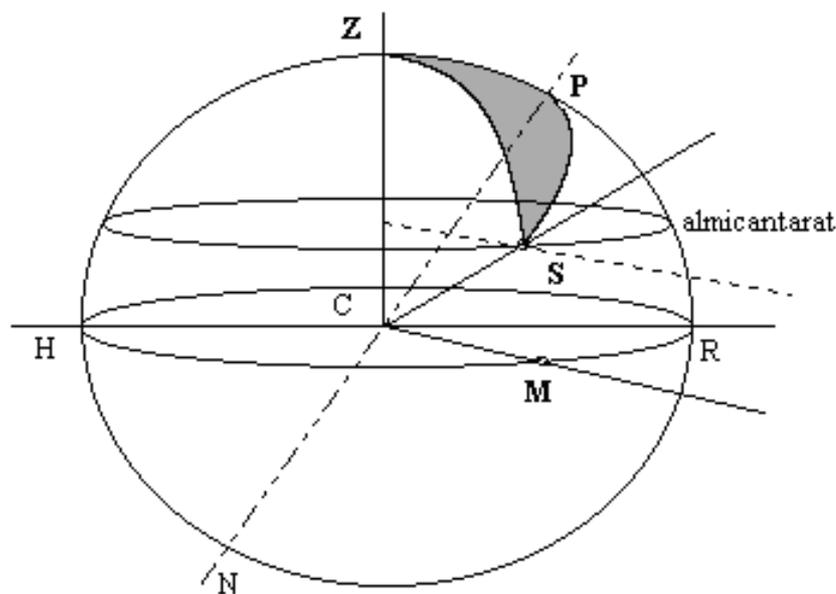
⁶⁷. Bouguer, 1753, p. 286.

⁶⁸. Bouguer, 1753, pp. 287-288.

Le problème le plus intéressant pour celui des longitudes est le suivant : *Trouver par le calcul l'heure qu'il est lorsque le Soleil est à une certaine hauteur*⁶⁹. Voici l'exposé de ce calcul dans des notations plus familières à un lecteur du XX^e siècle.

Figure III.3.6 : Calcul de l'angle horaire du Soleil (déterminer l'heure à l'aide d'une observation de la hauteur du Soleil).

Les notations adoptées par Bouguer sont les suivantes : HZR représente une portion du méridien local; HCR représente l'horizon (en C se situe l'observateur) ; Z est le zénith ; P le pôle ; l'axe PN représente l'axe polaire; S est la position du Soleil. L'arc RP représente la latitude du lieu d'observation (la hauteur du pôle au-dessus de l'horizon).



On observe la hauteur apparente du Soleil, notée $h_{###}$ qui est aussi l'arc SM, observée en un lieu de latitude $###$.

L'arc SP est la distance du Soleil au pôle "élevé" dans la terminologie du XVIII^e siècle. SP est égal à $(90^\circ - \text{déclinaison du Soleil } (###_{###}))$. L'arc ZS est le complément de la hauteur et il est égal à $(90^\circ - h_{###})$. L'arc ZP est égal au complément de la latitude, soit $(90^\circ - ###)$.

⁶⁹. Bouguer, 1753, livre IV, chap. V, §VI, p. 287.

L'angle au zénith est donné par PZS ou encore noté $H_{###}$: c'est l'angle horaire du Soleil, qu'il convient de calculer à l'aide des formules classiques de la trigonométrie sphérique⁷⁰. Lorsque dans un triangle sphérique sont connus les trois côtés a , b et c , l'angle A opposé au côté c est donné par la relation (système I du groupe de Gauss) :

$$\cos \hat{A} = \frac{\cos a - \cos b \cdot \cos c}{\sin b \cdot \sin c}$$

Dans le cas de l'exemple choisi par P. Bouguer, le calcul numérique s'effectue comme suit :

1 Rappel des données

Latitude du lieu d'observation : $### = 50^\circ$

Déclinaison du Soleil au moment de l'observations : $###### = 15^\circ$

Hauteur du Soleil sur l'horizon (mesurée) : $h_{###} = 35^\circ$

1 Calcul trigonométrique

$$\cos(90 - h_{\odot}) = \cos(90 - \delta_{\odot}) \cos(90 - \varphi) + \sin(90 - \delta_{\odot}) \sin(90 - \varphi) \cos H_{\odot}$$

$$\text{d'où } \cos H_{\odot} = \frac{\sin h_{\odot} - \sin \delta_{\odot} \sin \varphi}{\cos \delta_{\odot} \cos \varphi}$$

$$\cos H_{\odot} = \frac{\sin 35 - \sin 15 \sin 50}{\cos 15 \cos 50} \approx 0.60447499$$

$$H_{\odot} = \arccos(0.60447499) \approx 52.808928$$

$$H_{\odot} \approx 52^\circ 48' 32''$$

Cette dernière valeur est à comparer avec celle que donne Pierre Bouguer : $52^\circ 49'$.

Cette méthode de détermination de l'heure par la hauteur du Soleil (quand la latitude et la déclinaison du Soleil sont connues) se retrouve dans les méthodes des distances lunaires et tous les calculs que se feront à partir des années 1760 (comme dans l'*Encyclopédie Méthodique. Marine*, 1785, Tome II, à l'article *Longitudes*).

⁷⁰. Danjon, 1994, *Astronomie Générale*, Paris, A. Blanchard, pp. 16-34.

Bien évidemment ce problème est résolu chez Bouguer par un calcul logarithmique qui dût paraître bien long aux capitaines et officiers de la Marine marchande dans les années 1750⁷¹.

II.2.3 Une référence tardive aux travaux de Bouguer

a - Les longitudes en mer selon Bouguer

Le *Nouveau traité de Navigation* de Bouguer ne réserve pas une grande place aux longitudes en mer. Bouguer y manifeste son incrédulité devant une solution astronomique à ce problème. Elle rejoint ses doutes de voir un jour le problème être résolu à l'aide de montres marines comme il a été indiqué dans la première partie de cette thèse.

La méthode qu'il propose réside en l'observation de hauteurs correspondantes de la Lune afin de déterminer l'instant de son passage au méridien du navigateur. Bouguer l'assortit de conditions assez strictes, puisqu'il exige une montre suffisamment régulière pour ne pas trop dériver dans l'intervalle qui sépare deux midis vrais, déterminés par des hauteurs correspondantes du Soleil.

Dans son mémoire de 1759, Lacaille réserve un accueil glacial à cette méthode de Bouguer⁷² et l'expédie en quelques phrases :

M. Bouguer étoit trop éclairé pour faire un grand fond sur la précision de cette méthode, & trop sincère pour ne pas faire l'aveu de son incertitude ; de sorte que je ne me croirois pas obligé d'en dire davantage pour en faire rejeter l'usage, si elle n'avoit pas été proposée tant de fois⁷³.

Et Lacaille d'exposer brièvement les raisons pour lesquelles cette méthode est impraticable en mer : elle exige trop de circonstances météorologiques favorables, trop d'observations de bonne qualité et nécessite de connaître assez exactement la dérive du navire au moins pendant les douze heures qui séparent les deux midis vrais. Par ailleurs, explique Lacaille, les calculs ne peuvent se faire qu'après avoir rassemblé toutes les observations et la longitude n'est obtenue qu'après une durée d'une vingtaine d'heures et plus. En outre, il n'est pas toujours possible d'observer la hauteur de la Lune si celle-ci est trop haute

⁷¹. Bouguer, 1753, p. 289.

⁷². Lacaille, 1759, pp. 82-84.

⁷³. Lacaille, 1759, p. 83.

sur l'horizon. Ainsi, les conditions d'application de cette méthode sont extrêmement sévères, et son incertitude importante. Ce qui finalement la rend aussi inutile que nombre de méthodes du même genre.

b - Le témoignage d'un marin : le mémoire du capitaine Taigne (1796)

Toutefois, cette méthode de Bouguer constitua une source d'inspiration pour de futurs prétendants aux récompenses sur les longitudes.

Espérant attirer sur lui l'attention des autorités en revendiquant l'héritage de Bouguer, un capitaine de la Marine, nommé Taigne, soumet au ministre de la Marine au cours de l'année 1796, une méthode pour déterminer les longitudes en mer par un moyen de son invention⁷⁴. Ce mémoire, sans doute envoyé dans le cadre du prix Raynal pour 1790⁷⁵, est connu par le rapport qu'un commissaire, anonyme, en a fait. Reprenant d'anciennes méthodes, Taigne propose de dresser des tables de passages de la Lune au méridien, de manière à pratiquer à l'aide d'une machine graphique la méthode donnée par Bouguer en 1753.

Le commissaire chargé de l'examen de ce mémoire, précise que la méthode de Bouguer, qui nécessite une bonne montre avec une variation maximale d'une demi-minute dans entre les deux midis vrais, donne finalement une erreur de quatre degrés sur la longitude. Précisant que huit secondes d'erreur sur le passage de la lune au méridien se traduit par un degré d'erreur sur la longitude, ce commissaire inconnu rejette les hauteurs de la Lune prises à l'estime, sources de trop d'erreurs. Il conclut son rapport en rejetant « *l'invention graphique de Taigne, qui est la plus mauvaise de toutes les méthodes proposées et qu'elle ne remplit même pas l'objet d'en abrégé les calculs* ».

Notons que le commissaire juge assez durement la méthode de l'angle horaire de Pingré — c'est-à-dire trouver la distance de la Lune au méridien par l'angle horaire — : « *elle ne vaut point en mer celle des distances [lunaires]. elle est sujette à de très grandes erreurs et les marins ne l'employent guere que pour s'exercer en variant leurs opérations* ».

Voilà donc un témoignage supplémentaire du rejet de la méthode des hauteurs de la Lune et de quelques pratiques des navigateurs en cette fin du XVIII^e siècle.

⁷⁴. AN, MAR, 3 JJ 16, pièce 56, n°2, Rapport (n.s.) daté du 5 fructidor an IV (=22 août 1796) sur un Mémoire du Cap^e Taigne proposant de trouver le « degré de longitude en mer par le moyen de son invention ».

⁷⁵. Voir supra, Chap. III.1.

II.3 JÉRÔME LALANDE (1793) ET SES TABLES HORAIRES

II.3.1 La difficile publication des *Tables Horaires*

Lalande est sans conteste l'un des astronomes qui a le plus œuvré pour diffuser la méthode des distances lunaires auprès des navigateurs, et ce dès le début des années 1760 quand il prend en charge la rédaction de la *Connaissance des Temps*. Toutefois, en 1790, il est clair que la méthode reste inemployée par la majorité des navigateurs, malgré les efforts déployés par les astronomes et mathématiciens de l'Académie pour diffuser des procédés simplifiant les calculs.

Vers 1790, Lalande envisage de publier un traité de navigation. Très tôt dans son esprit, germe l'idée de proposer une méthode réduisant les calculs exigés dans la méthode des distances lunaires, trop difficiles pour la plupart des navigateurs. Comme à son habitude, Lalande cherche à combler les lacunes des tables de la CDT en proposant des *Tables horaires* destinées à simplifier le calcul de l'heure locale à partir d'une observation de la hauteur du Soleil en mer.

Publier sous la Révolution

Le 18 avril 1791, le projet est bien avancé et Lalande doit s'adresser à l'Assemblée Nationale pour obtenir des fonds pour l'impression de ses *Tables Horaires* destinées à la détermination des longitudes. Annonçant un ouvrage de 260 pages avec les tables, Lalande plaide ainsi sa cause :

[il est] impossible de les faire imprimer si l'assemblée ne daigne pas venir à mon secours; si les libraires n'osent se charger de faire une avance de 5000 livres avec l'incertitude de retirer leurs déboursés. Si l'on avoit la bonté de faire cette avance j'offrirois de compter du produit de 1000 exemplaires à l'assemblée ou au trésorier de la nation, à la deduction de 300 livres que je demanderois pour un de mes calculateurs qui s'en est occupé plus d'un an. Cette avance procureroit aux navigateurs un secours qui leur a manqué jusqu'à présent et la France s'acquerreroit un droit à la reconnaissance des nations maritimes⁷⁶.

Comme pour la CDT, Lalande a employé un calculateur dont le nom n'est pas cité dans ses lettres. Toutefois, le calculateur ou plutôt la calculatrice est connue. Lalande la nomme dans sa *Bibliographie astronomique* lorsqu'il présente son ouvrage pour l'année 179 : « *Les tables sont de M^{me} Le Français de*

⁷⁶. AN, MAR, 3 JJ 10, pièce 35, lettre de Lalande au ministre de la Marine du 18 avril 1791 [note manuscrite en marge de cette lettre : « cette pièce a été mise de côté par ordre de l'auteur qui n'est point revenu la chercher »].

la Lande. C'étaient les seules tables qui manquaient aux navigateurs pour trouver facilement les longitudes. »⁷⁷ Marie-Jeanne Harlay⁷⁸ était la femme du neveu de Lalande, Michel le Français de Lalande (1766-1839). Depuis 1789, celui-ci était directeur de l'Observatoire de l'Ecole Militaire et sa femme l'assistait comme astronome et calculatrice. Ainsi, Lalande aidé de la femme de son neveu, proposait-il d'apporter la touche finale à la science des longitudes.

Un mémoire daté du 30 avril 1791, écrit du Collège Royal et intitulé *Tables horaires pour trouver l'heure en mer par la hauteur du Soleil ou des étoiles*, est annexé à la lettre précédente. Il s'agit d'un échantillon imprimé de ses tables.

L'affaire suit son cours et en juin 1791 l'Assemblée Nationale donne son accord pour l'impression des tables de Lalande. Mais en ces temps troublés, il n'est pas facile d'obtenir un versement régulier des fonds⁷⁹. Le 31 octobre 1792, Lalande s'adresse de nouveau au ministre de la Marine pour lui demander d'intervenir auprès des instances nationales :

Par un décret du 9 juin 1791, l'assemblée nationale chargea le département de la marine d'avancer 5000# pour l'impression des tables horaires que j'ai fait calculer pour l'utilité de la marine et au mois de décembre 1791 j'en ai reçu la moitié.

Vous verrés par la feuille que j'ai l'honneur de mettre sous vos yeux que l'impression est fort avancée, car il ne doit y avoir que 300 pages et 200 pages du petit traité de pilotage qui doit les accompagner.

j'ose donc vous prier Monsieur, de vouloir bien ordonner le payement des autres 2500# pour que je puisse faire continuer cette impression, qui sera comme je l'espère importante pour la navigation et dont je ferai remettre les exemplaires au dépôt aussitot que l'ouvrage sera terminé. il le seroit déjà si les imprimeurs n'avoient pas une si grande peine a trouver des ouvriers.

⁷⁷. Lalande, 1803, BA, p. 627.

⁷⁸. Quérard, IV, p. 455.

⁷⁹. Le 21 juin 1791, la famille royale est arrêtée à Varennes. Le 20 avril 1792, la guerre est déclarée à l'Autriche et le 11 juillet de la même année, la patrie est déclarée en danger. Le 10 août 1792, Louis XVI est déchu. Après la victoire de Valmy, la République est proclamée le 22 septembre par la Convention. Ce même jour est adopté le calendrier républicain et marque le début de l'an I de la République [Barthalot, 1989, pp. 21-23 ; Fauchon, 1989, pp. 41-56 ; Dhombres, N., 1989, pp. 177-178].

Signé Lalande, de l'académie des sciences, inspecteur du collège de France⁸⁰.

Cette lettre est suivie d'un autre échantillon de huit pages déjà imprimées de son manuel de navigation⁸¹. Malgré les évènements et les difficultés économiques⁸², le ministre donne l'ordre, le 6 novembre 1792, de verser le reliquat (2500 Livres) de la subvention accordée à Lalande pour l'impression des tables qui donnent l'heure en mer et dont il s'occupe depuis vingt ans (sic)⁸³, témoignant ainsi de l'intérêt que porte la Convention aux travaux de Lalande.

Finalement, l'ouvrage verra le jour au cours de l'année 1793, la plus incertaine de la Révolution. Mais ce ne sont pas les difficultés que retiendra Lalande quand il écrira plus tard :

Cette année je publiai un *Abrégé de Navigation*, avec 300 pages de tables horaires pour trouver l'heure en mer par la hauteur du Soleil et des étoiles, objet qui me parut devoir être utile pour la pratique des Longitudes ; et je rassemblai dans ce livre, tous les principes et toutes les méthodes dont les astronomes ont besoin⁸⁴.

L'héritage et l'inspiration des anciens

Sans s'étendre sur la justification de ce qu'il propose, Lalande fait explicitement référence à la manière dont Lacaille avait construit son châssis de réduction et la manière d'obtenir graphiquement l'heure en mer :

La Caille construisit sur ce principe, en 1759, un *Châssis de réduction* avec lequel on peut trouver le tems vrai par la hauteur observée, avec une précision fort approachante de celle du calcul trigonométrique [...]⁸⁵.

⁸⁰. AN, MAR, G96, fol. 135, lettre de Lalande au ministre de la Marine, de Paris, le 31 octobre 1792.

⁸¹. AN, MAR, G96, fol. 136-139.

⁸². Le 10 août 1792, le jour de la prise des Tuileries et de la prise de corps du roi, qui marquent la fin de la monarchie, les Jacobins fondent la « commune insurrectionnelle ». L'Observatoire de Lalande à l'Ecole Militaire est investi, dévalisé et le quart de cercle de 8 pieds qu'il employait pour son Catalogue d'Etoiles est sérieusement endommagé. L'Observatoire de Gaspard Prony situé aux Invalides subit les mêmes outrages [Barthalot, 1989, p. 22].

⁸³. AN, MAR, G96, fol. 140.

⁸⁴. Lalande, 1803, BA, p. 727.

⁸⁵. Lalande, 1793, chap. XXV, p. 59.

Lalande suggère alors de compléter l'usage de ses tables par la méthode des hauteurs de Le Monnier :

L'utilité de nos Tables augmenteroit beaucoup si l'on employoit la méthode des longitudes par les hauteurs de la Lune, que M. Le Monnier a recommandée dans tous ses Ouvrages. Ayant corrigé la hauteur observée [...] en prenant dans la Connoissance des tems la vraie déclinaison pour le moment de l'observation, l'on auroit par nos Tables la distance de la Lune au méridien du vaisseau, & sa distance au Soleil à une ou deux minutes près, ce qui fait au plus 8" de tems. Or une erreur de 8" seroit insensible pour la longitude⁸⁶.

Joli rétablissement de Lalande qui, après avoir critiqué la méthode défendue par Pingré et Le Monnier, et rendant implicitement hommage à Jacques Cassini et Fontenelle, mêle finalement différentes méthodes complémentaires.

II.3.2 Un témoignage tardif (1821) de la bonne réception par les marins, des Tables de Lalande

Le problème de la simplification des méthodes de navigation astronomique reste vivant dans les premières décennies du XIX^e siècle, à en juger par le témoignage suivant d'un capitaine de la Marine marchande. A l'image de nombreux navigateurs du siècle précédent, un capitaine Corse nommé Louis Podesta, soumet le 6 novembre 1821 au ministre de la Marine un *Exposé sur des récentes découvertes observées par le Cap Louis Podesta de Bastia en Corse, pendant les cours de sa navigation [...] Abrégé très utile concernant la marine civile et Militaire*⁸⁷, déjà signalé en note ailleurs dans ce chapitre (voir note 8).

Dans un style parfois maladroit, Podesta se présente comme un marin ayant reçu une solide éducation et entretenant des relations avec l'Académie des Sciences. Ayant beaucoup navigué, Podesta écrit avoir beaucoup réfléchi sur ses pratiques maritimes et ses connaissances scientifiques. S'il connaît et emploie fréquemment les distances lunaires, explique-t-il, la plupart du temps Podesta déduit sa longitude sans passer par cette méthode mais en employant celle que Lalande proposa en 1793 dans son *Abrégé de navigation*. Quoique Podesta reconnaisse la méthode des distances lunaires comme la plus fiable,

⁸⁶. Lalande, 1793, chap. XXX, p. 68.

cela n'empêche pas que le plus habile des marins à la fin de sa traversée ne tombe dans des erreurs considérables en rapport aux observations concertées sujettes à varier ou par les agitations de la mer, ou par l'horizon ou bien par la difficulté d'observer la distance [...] ⁸⁸.

Ainsi, reprenant le leitmotiv déjà entonné dans les dernières décennies du XVIII^e siècle, Podesta clame qu'il est important pour les marins de disposer de méthodes plus simples, plus fiables et qu'ils puissent maîtriser. Il témoigne que les tables horaires de Lalande, sont généralement bien accueillies par les marins et qu'elles sont régulièrement employées en mer :

Nous savons qu'il est aussi facile d'observer en pleine mer la hauteur du Soleil par le tems que l'on désire et que par le moyen de sa déclinaison et de la latitude, l'on parvient à connaître la distance de cet astre au méridien en degré ou en tems pour obtenir l'heure vraie de sa position [;] et plus facilement l'on aurait cette heure par le moyen des *Tables Horaires* publiées en 1793 par notre célèbre astronome Jérôme Lalande qui ne laisse aucun doute sur ces tables. Voilà donc que notre heure est assurée sur le méridien ou l'observateur est placé ⁸⁹.

Reste le problème de la détermination de la Longitude dont la résolution suppose un moyen de connaître l'heure vraie pour le méridien origine sans passer par les calculs compliqués des distances lunaires. Podesta s'est construit ses propres tables des différences des temps pour le mouvement journalier du Soleil. Son projet est de calculer des tables horaires de la distance du centre du Soleil au méridien choisi en temps vrai :

J'ai fait presque un abandon de calcul de la distance de la lune au soleil et aux étoiles et j'ai conservé pour moi l'invention de mes tables que je tachai de renouveler lorsque j'étais à portée d'en former en quelques nombres de jours ⁹⁰.

Podesta expose ensuite son raisonnement et ce en quoi les *Tables horaires* de l'*Abrégé de navigation* de Lalande restent une source d'inspiration pour les marins :

⁸⁷. AN, MAR, 3 JJ 16, pièce 60, lettre et mémoire du Cap^e Louis Podesta au ministre de la Marine, de Bastia, le 6 novembre 1821. Le ministre remercia Podesta pour l'envoi de son mémoire.

⁸⁸. AN, MAR, 3 JJ 16, p. 60, fol. 2v^o-3r^o.

⁸⁹. AN, MAR, 3 JJ 16, p. 60, fol. 3r^o.

⁹⁰. AN, MAR, 3 JJ 16, p. 60, fol. 5v^o.

En résumant mon raisonnement le calcul rigoureux que la distance exige et les difficultés éprouvées dans les observations sur mer, on pourrait s'en passer facilement ayant en main les tables horaires qui font connaître sur le champ l'heure qu'il [est sur] le méridien connu avec l'heure observée à bord [;] il sera plus que suffisant pour connaître sa longitude par des simples calculs comme je vais le démontrer.

Mr. de Lalande, dans son *Abrégé de Navigation* chap. XXV et dans son *Astronomie* [se] prononce sur la détermination des longitudes et il donne la méthode [dont] on peut se servir pour la connaître.

Il faut commencer pour savoir l'heure de l'observation sur les lieux, avec l'heure comptée en même tems sur le méridien connu comme celui de Paris, et la différence de cette heure doit donner la longitude.

A cet effet, il a donné dans son abrégé des *Tables horaires* pour faire connaître le tems vrai sur tous les méridiens jusqu'au 60e degré de latitude pour abrégé dans la marine la complication du calcul des longitudes et de l'angle horaire que l'on est obligé de calculer avec rigueur.

Cet excellent ouvrage beaucoup estimé par les plus habiles marins est d'un grand secours pour la navigation en ce qu'il donne l'heure requise sur son méridien avec beaucoup de facilité; mais si en même tems ce célèbre astronome avait formé des tables horaires sur le méridien de Paris pour l'époque de la Navigation ce qui aurait été moins pénible à faire, il aurait reconnu le double avantage qu'il aurait fourni à la marine à l'égard de notre longitude par la seule différence de ces deux tables horaires et par des simples calculs d'addition et de soustraction; c'est tout ce que les marins peuvent désirer pour s'assurer de leurs longitudes et en même tems de leur navigation⁹¹.

Se flattant d'avoir comblé un manque en complétant l'œuvre de Lalande par le calcul de tables en conformité avec celles du Bureau des Longitudes, Podesta insiste sur l'importance de son expérience maritime qui sous-tend sa démarche. Il illustre son mémoire de nombreux exemples de rectifications des cartes maritimes, positionnant des récifs manquants et corrigeant quelques positions d'îles connues⁹².

Faisant remarquer que, depuis deux cents ans, les savants cherchant à résoudre le problème des

⁹¹. AN, MAR, 3 JJ 16, p. 60, fol. 5v°-6r°.

⁹². AN, MAR, 3 JJ 16, p. 60, fol. 8-11.

longitudes par les distances lunaires ont apporté de nombreux perfectionnements à la méthode, Podesta regrette toutefois que l'expérience des marins n'ait pas ou peu été prise en compte :

Le marin seul, qu'il [sic] se trouve obligé de suivre ce calcul peut juger des difficultés des observations puisque plusieurs fois après les avoir vérifiées il se trouve obligé de les abandonner sans connaître l'erreur commise dans ces opérations combinées, n'ayant rien de visible à son appui sur ce calcul.

Les étrangers s'occupent plus à simplifier ce calcul intéressant par des nouvelles tables qui abrègent cette méthode[.] et [...] nous pouvons réduire les observations de Longitude par de simples hauteurs du centre du Soleil et les rendre faciles à pouvoir les observer journallement sur mer par le moyen des tables horaires formées sur le méridien de Paris, en suivant le procédé que nous venons de démontrer.

Et c'est par ce seul moyen que l'on pourra fournir aux navigateurs une montre solaire qui fera connaître à chaque instant le tems qu'il compte [sur] le méridien de Paris⁹³.

III. LA MÉTHODE GRAPHIQUE DE LACAILLE POUR LES DISTANCES

LUNAIRES

Dans le premier chapitre de la troisième partie (Chap. III.1) nous avons tenté de montrer comment Lacaille, travaillant sur les distances lunaires, s'était finalement imposé comme initiateur de nouvelles méthodes simplifiées, cherchant à réduire les opérations à effectuer par les marins. La préoccupation majeure de Lacaille était de faire en sorte que ces derniers n'emploient que la règle et le compas en leur évitant au maximum la résolution de triangles sphériques.

La réflexion de Lacaille n'était-elle que le résultat de l'influence de la lecture du *Traité de navigation* de Bouguer, découvert seulement au retour du voyage au cap de Bonne-Espérance en 1754 ? Certainement non. Nous avons déjà mentionné dans le chapitre II.1 comment Lacaille prenant en charge en 1743 la rédaction des *Ephémérides des mouvemens célestes* de Philippe Desplaces, avait projeté d'insérer quelques-unes de ses réflexions sur le problème des longitudes. Ce projet avait été différé car

⁹³. AN, MAR, 3 JJ 16, p. 60, fol. 12r°.

Lacaille, encore trop humble, attendait la parution de l'*Astronomie nautique* de son aîné Maupertuis, commande officielle de la Marine, espérée comme une référence sur le sujet.

III.1 DE 1741 A 1759 : LA MATURATION D'UNE MÉTHODE

Cette méthode n'est peu ou pas exposée dans la littérature. Seuls, à notre connaissance, Marguet et Sadler en ont tenté une présentation ou une explication.

En 1931, le Commandant Marguet la présente de la manière succincte suivante :

En développant la différence entre la distance vraie D et la distance apparente d en série procédant suivant les puissances croissantes des petites quantités⁹⁴ l_1 et s_1 , c'est-à-dire des fonctions Réfraction-Parallaxe de chaque astre, on peut obtenir un grand nombre de développements dont les deux premiers termes sont : $(P-R) \cos Z_1 - (R-P) \cos Z_1$, ce que l'on peut voir géométriquement⁹⁵.

Marguet ne s'étend pas sur cette construction géométrique pourtant peu facile à percevoir au premier examen. Marguet expose bien un principe de détermination graphique de l'angle horaire selon Lacaille, mais ce qu'il décrit est assez éloigné du texte original et la démarche suivie par l'astronome n'apparaît pas clairement⁹⁶. Par ailleurs, la présentation que fait Marguet de ce problème nous paraît faussée et anachronique, car la démarche suivie par Lacaille s'appuie à la fois sur ses recherches sur la trigonométrie sphérique et sur les méthodes graphiques des auteurs l'ayant précédé, et non sur des considérations sur les parallaxes que Lacaille n'envisagera peut-être que quelques années plus tard⁹⁷, et encore moins sur un type de calcul qui appartient davantage au XIX^e siècle qu'aux années 1740-1762.

Sadler (1976) donne de précieux renseignements sur des détails techniques généraux et sur la réception par Nevil Maskelyne de la méthode de Lacaille.

⁹⁴. Les notations sont les suivantes : l et s sont les positions apparentes de la Lune et de l'astre (étoile ou Soleil) observées; l_1 et s_1 sont les positions vraies de ces astres [Marguet, 1931, p. 236].

⁹⁵. Marguet, 1931, p. 237.

⁹⁶. Marguet, 1931, pp. 122-123.

⁹⁷. Marguet (1931, pp. 235-236) fait allusion au zénith des parallaxes, méthode introduite par Clairaut selon lui, et largement employée par Mayer. La figure que donne Marguet (fig. 56, p. 236) est en effet très proche de celle que Lacaille donnera dans son mémoire en 1741, mais le type de calcul est assez différent. Par ailleurs, ce n'est que dans le « Mémoire sur la parallaxe de la Lune » (HARS 1761) (voir infra, chap. IV.2) que Lacaille emploiera des formules de Clairaut pour le calcul de la parallaxe lunaire. Lorsqu'il écrit sur les longitudes, il n'évoque pas autre chose que ses anciennes recherches sur la trigonométrie sphérique des années 1741-42.

Il faut aussi citer dans les sources le rapport de Borda et Lévêque déjà évoqué par ailleurs, qui replace les travaux de Lacaille dans le contexte général des recherches des solutions au problème des longitudes.

Il était important de restituer la démarche suivie par Lacaille au plus près de l'époque, et de tenter de dénouer les influences, fil rouge de notre étude.

III.1.1 Le mémoire sur la trigonométrie sphérique de 1742

En février 1742, Lacaille lit un mémoire intitulé « Sur le calcul infinitésimal des différences de la trigonométrie sphérique [par rapport à l'astronomie] »⁹⁸. Dans ce mémoire, il se propose de donner des moyens directs pour évaluer les erreurs commises dans les résultats numériques en tenant compte des incertitudes sur les observations, et les minimiser. Sa source est un texte de l'Anglais Roger Cotes (1682-1716) qui, dans un ouvrage obscur et devenu rare dans les années 1740 — l'*Harmonia Mensurarum* —, avait précisément cherché à résoudre ce problème⁹⁹. Se proposant de traduire et d'adapter Cotes en appliquant le calcul infinitésimal au calcul astronomique, Lacaille développe quelques problèmes de l'astronomie. Il en profite pour refondre la trigonométrie sphérique : à partir des 18 théorèmes connus à l'époque sur la résolution des triangles sphériques, il en établit 24 nouveaux et les accompagne de la valeur de la variable avec laquelle il considère que les résultats sont les plus précis¹⁰⁰.

Remarquons la prudence de Lacaille. Louant la qualité de l'*Harmonia Mensurarum* de Cotes et la simplicité des calculs astronomiques qui en découlent, il souhaite toutefois ne pas brusquer les astronomes en allant contre leurs habitudes de l'emploi du calcul logarithmique. Lacaille aura devancé les critiques en débutant son mémoire par l'avertissement suivant :

Je ne prétends pas dans ce Mémoire substituer les Formules du calcul différentiel
aux Calculs Astronomiques ordinaires, auxquels l'invention des Logarithmes a apporté

⁹⁸. Lacaille, 1741, Hist. pp. 115-117, Mém., 238-260.

⁹⁹. Il s'agit en fait d'un appendice au traité de Cotes *Harmonia mensurarum [...]* (Cambridge, 1722) intitulé *Æstimation Errorum in mixtâ Mathesii* (Estimation des erreurs dans les mathématiques mixtes — appellation renvoyant aux mathématiques employées dans des applications pratiques, en usage jusqu'au début du XIX^e siècle—) dans lequel Cotes employait les nouvelles mathématiques, l'analyse des infiniment petits. Pour une analyse détaillée des travaux de Cotes en mathématiques, voir sa biographie intellectuelle par Ronald Gowing intitulée *Roger Cotes – natural philosopher*, Cambridge (1983), et en particulier, pp. 91-111 pour ses travaux concernant l'instrumentation astronomique. Remarquons que le Père Pezenas sera un lecteur attentif des travaux de Cotes puisqu'il adaptera certains de ses projets à l'Observatoire de Marseille (Voir Boistel, Caplan, « Inventaire des instruments de l'Observatoire des jésuites de Marseille sous la direction du P. Pezenas, 1728-1763 », à paraître dans le J.H.A.).

¹⁰⁰. Cf Gowing, 1983, pp. 91-92 et pp. 100-103 (fig. 39 et 41). Voir aussi Lacaille, 1741, Mém., p. 256.

une facilité & une simplicité peut-être aussi grandes que celles que la nouvelle analyse a apportées dans la Géométrie [...] ¹⁰¹.

Mais le mouvement du renouveau du calcul astronomique est bel et bien amorcé.

Le second exemple exposé par Lacaille s'intitule *Trouver la manière de réduire les distances apparentes des Etoiles à la Lune, à leurs distances véritables, & réciproquement*¹⁰². Une lecture rapide n'indique aucune mention de l'application de ce problème à la détermination des longitudes en mer. Pourtant, tout y est. Les bases de ses recherches ultérieures sont posées. C'est ici à mon avis, qu'il faut voir les remarques que Lacaille projetait d'insérer dans son premier volume des EMC publié en 1744.

Les formules obtenues par Lacaille sont parmi les premières « **formules différentielles** » de l'époque au sens de Borda et Lévêque dans leur rapport de 1798 : **l'objet du calcul est la différence entre les distances apparentes et vraies**, à l'origine d'une grande diversité de méthodes graphiques¹⁰³. Cette méthode différentielle s'oppose aux **méthode directes** telles que la méthode de Borda qui résout sans approximations les triangles sphériques que l'on se propose de calculer.

A la base de sa méthode, Lacaille fait l'hypothèse que la Lune est observée proche de l'horizon. Ainsi, sa hauteur étant faible, sa distance zénithale est très proche de 90°. C'est précisément la condition de validité du nouveau premier théorème de résolution des triangles sphériques. Voici comment Lacaille effectue la réduction des distances.

L'observation des hauteurs des astres fournit les trois côtés d'un triangle sphérique ZLE, ayant pour sommets le zénith Z, la Lune L, et l'étoile E; EL représente la distance apparente luni-astrale, EZ la distance de l'étoile au zénith et LZ la distance zénithale apparente de la Lune, proche de 90° (Voir figure III.3.7).

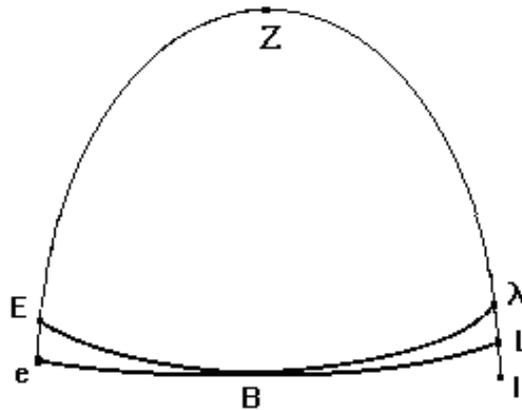
¹⁰¹. Lacaille, 1741, Mém., p. 238.

¹⁰². Lacaille, 1741, Mém., pp. 244-245.

¹⁰³. Borda et Lévêque, 1798, pp. 469 et 471.

Figure III.3.7 : Distances lunaires et trigonométrie sphérique. Positions respectives de l'Etoile (E), de la Lune (L) et du Zénith (Z).

Z : Zénith ; E position apparente de l'Etoile ou du Soleil ; L position apparente de la Lune ; e position vraie de l'astre ; l position vraie de la Lune [adapté de Lacaille, 1741, fig. 3 p. 260].



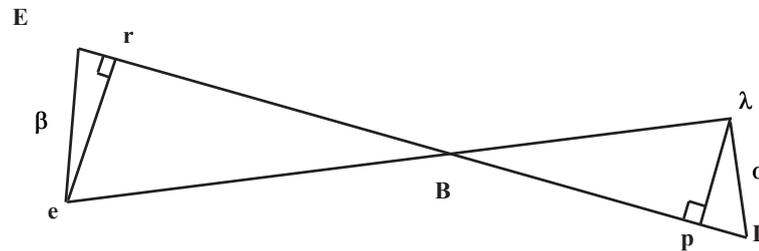
Sur la figure précédente (Fig. III.3.7), EL représente la distance luni-astrale apparente, eL la distance vraie, Ee (noté aussi λ) la réfraction de l'astre, Ll la réfraction de la Lune pour la hauteur observée de la Lune (non représentée que la figure), ll la parallaxe de hauteur de la Lune. Lacaille note λ ou $L\lambda$ la correction de parallaxe moins la réfraction pour la Lune :

$$L\lambda = \lambda - ll.$$

Connaissant les trois côtés du triangle, Lacaille peut calculer l'angle à la Lune \hat{L} , puis l'angle à l'étoile \hat{E} . Lacaille cherche ensuite à établir des relations afin de trouver la correction à apporter à la distance luni-astrale apparente observée afin d'obtenir la distance lunaire vraie (Fig. III.3.8).

Figure III.3.8 : Notations pour la réduction de la distance apparente à la distance vraie.

Dans les deux triangles rectilignes (Eer) rectangle en r et (###Lp) rectangle en p, Er et Lp apparaissent comme les deux corrections à faire à l'arc EL pour obtenir la distance vraie e###.



A l'aide des formules de la trigonométrie sphérique différenciées, et en tenant compte des approximations nécessaires (la Lune est proche de l'horizon: l'arc ZL est voisin de 90°), Lacaille donne deux analogies qui conduisent aux deux corrections suivantes :

$$(1). \text{ Dans le triangle (###pL) : } \cos \hat{L} = \cos ELZ = \frac{pL}{L\lambda} \text{ d'où } pL = L\lambda \cdot \cos ZLE = \alpha \cdot \cos \hat{L},$$

donnant la 1^{ère} correction : **Parallaxe-Réfraction de la Lune \times cosinus (angle à la Lune).**

$$(2). \text{ Dans le triangle (eEr) : } \cos \hat{E} = \cos ZEL = \frac{Er}{Ee} \text{ d'où } Er = Ee \cdot \cos ZEL = \beta \cdot \cos \hat{E},$$

donnant la 2^{nde} correction : **Réfraction de l'étoile \times cosinus (angle à l'étoile)**¹⁰⁴.

Ainsi, cette **méthode différentielle** se propose-t-elle de calculer la correction de distance $x = e### - EL$ et se ramène au calcul de deux différences :

$$(e### - Le) = Lp \text{ (parce que ZL est proche de } 90^\circ), \text{ et,}$$

$$(Le - LE) = Er.$$

D'où Lacaille tire l'expression finale :

$$x = e^\lambda - EL = (e^\lambda - Le) + (Le - LE) = Lp + Er = \beta \cdot \cos \hat{E} + \alpha \cdot \cos \hat{L}$$

Cette expression comporte des termes auxquels Lacaille attribue les signes qui conviennent. Les signes de ces corrections, explique-t-il, dépendent de la valeur des angles à l'étoile \hat{E} ou à la Lune \hat{L} mesurés :

* +Er si ZEL est aigu ou -Er dans le cas contraire ;

* +pL si ZLE est obtus, -pL dans le cas contraire ;

* La différence $EL - e$ est soustractive si l'astre E est plus haut que la Lune ou additive si E est plus bas que la Lune.

Ceci est la « **formule de Lacaille** » pour la réduction des distances lunaires, dans le cas où la hauteur de la Lune est proche de 90° , la distance lunaire également, pour que l'approximation soit valide¹⁰⁵. En février 1742, présentant cette solution pour les distances lunaires, Lacaille dispose d'une méthode pour la détermination des longitudes en mer qui lui paraît claire et évidente. Il est toutefois surprenant qu'il n'évoque pas le sujet dans son mémoire.

Delambre nous fournit un jugement sur cette procédure :

L'opération n'est pas longue; elle pouvait paraître d'une exactitude suffisante à l'époque où il la proposait, c'est-à-dire avant ses voyages sur mer; aujourd'hui elle est abandonnée, parce que la différence entre la parallaxe et la réfraction de la Lune, est parfois trop forte pour qu'il soit permis de négliger les quantités du second ordre [...]¹⁰⁶.

III.1.2 L'exposé incomplet du mémoire de 1759

Soucieux de répandre la méthode des distances lunaires dans la pratique des marins en leur évitant de longs calculs, Lacaille suggère une méthode graphique dans son mémoire lu entre le 3 février et le 31 mars 1759¹⁰⁷. Dans une lettre du 20 mai 1759, il livre à Mayer quelques unes de ses idées qui président à l'élaboration de cette méthode :

[...] j'étois d'ailleurs fort occupé sur la pratique des Longitudes en mer que j'ai réduite à des opérations extrêmement simples et telles qu'il n'est pas nécessaire d'en

¹⁰⁴. Delambre, 1827, HA 18, p. 458.

¹⁰⁵. Lacaille, 1741, pp. 244-245 et p. 256 ; Borda, Lévêque, 1798, p. 469 ; Sadler, 1976, pp. 117-118.

¹⁰⁶. Delambre, 1827, HA 18, pp. 458-459.

¹⁰⁷. Lacaille, 1759, pp. 91-97. Rappelons que le rapport sur ce mémoire est rendu le 28 avril 1759 par Camus, de Montigny, Lalande et Chabert [Taton, 1978b, p. 328].

sçavoir plus que l'addition et la soustraction de l'arithmétique ordinaire, et que je n'y employe ni logarithmes ni Triangles [...] ¹⁰⁸.

Incomplète lorsqu'il lit son mémoire devant l'Académie, Lacaille développe donc sa méthode dans les semaines et mois qui suivent, au printemps et au début de l'été 1759.

Cette méthode se décline en quelques articles qui préludent aux « Opérations » que Lacaille exposera dans sa révision du *Traité de navigation* de Bouguer en 1760 (voir en annexe) :

1. *Du calcul de l'heure vraie de l'observation de la Lune* (pp. 91-94) ;
2. *De la manière de réduire la distance observée de la Lune à une Etoile, à la distance vraie qui doit servir au calcul de la longitude* (pp. 94-95) ;
3. *Pour réduire la hauteur de l'Etoile & de la hauteur de la Lune à celles qu'on eût observées dans le moment où l'on a mesuré leurs distances* (pp. 95-96) ;
4. *Pour réduire la distance observée de la Lune à l'Etoile, à celle qui n'auroit été altérée ni par la réfraction, ni par la parallaxe* (pp. 96-97).

a - Le calcul de l'heure vraie

La méthode la plus simple et praticable en mer qui retient l'attention de Lacaille, malgré toutes les recherches entreprises dans le cadre du prix Rouillé de Meslay notamment (voir chap. I.1), est celle qui « consiste à observer la hauteur d'un astre à une distance raisonnable du méridien, & à calculer cette distance par le moyen de la déclinaison de cet astre & de la hauteur du pôle qu'on suppose connues » ¹⁰⁹, c'est-à-dire le calcul de l'angle horaire local de l'astre. Si le calcul trigonométrique donne des résultats justes, Lacaille suggère plutôt l'emploi d'une méthode graphique, élargissant celle que Bouguer proposait en 1753 ; mais Lacaille ne cite pas son ami et ne revendique pas cette influence. Il suffit de remplacer le Soleil par n'importe quel astre et de suivre les préceptes donnés par Bouguer pour *trouver l'heure par l'observation [de la hauteur] d'une étoile* présentés dans le paragraphe précédent.

¹⁰⁸. Lettre de Lacaille à Mayer de Paris le 20 mai 1759 [Gapaillard, 1996, lettre [9], p. 521].

¹⁰⁹. Lacaille, 1759, p. 91.

Lacaille suggère la construction de ce que Lalande appellera un *châssis de réduction* tandis que Lacaille parle d'« un ou plusieurs cartons fins & lissés » (voir annexes). Construite avec soin, « *cette figure [...] doit donc donner le temps avec une précision fort approchante de celle du calcul trigonométrique, où l'on auroit négligé les secondes de degré* »¹¹⁰.

b - Réduction de la distance apparente à la distance vraie

Lacaille rappelle ici sa « formule » pour la réduction des distances, selon l'expression de Borda et Lévêque en 1798¹¹¹. Le paragraphe précédent nous montrait comment cette « formule » découlait directement de ses travaux antérieurs et de son mémoire sur la trigonométrie sphérique de 1742¹¹². Lacaille ne fait ensuite qu'adapter la méthode de Bouguer pour le calcul de l'angle horaire de la Lune et de l'étoile. La difficulté revient à déterminer sur la construction graphique, les cosinus des angles à l'étoile et la Lune.

La figure III.3.9 suivante donne quelques informations sur la construction graphique de cette « formule différentielle ».

¹¹⁰. Lacaille, 1759, p. 94.

¹¹¹. Borda, Lévêque, an VII=1798, pp. 469 et 471.

¹¹². Lacaille, 1759, p. 94.

1. Il observe la hauteur apparente de la Lune, la hauteur de l'étoile et la distance apparente Luni-astrale quasi-simultanément (pour éviter des calculs de réduction au même instant) ;
2. Il extrait des EMC ou de la CDT la parallaxe de hauteur de la Lune correspondant à la hauteur de la Lune observée (ou il la calcule suivant la relation habituelle — voir infra chap. IV.2—) ;
3. L'heure locale vraie est obtenue à partir de la hauteur de la Lune en suivant la méthode graphique de Bouguer ;
4. Les angles à la Lune \hat{L} et à l'étoile \hat{E} sont déterminés par la construction graphique mentionnée ci-dessus ;
5. La distance lunaire vraie est obtenue en appliquant la relation différentielle encadrée plus haut ;
6. Connaissant l'heure vraie et la distance luni-astrale vraie, il cherche dans un almanach nautique l'heure à laquelle cette distance avait lieu à un méridien de référence (Paris ou Greenwich), dans l'hypothèse où le marin dispose d'un tel almanach qui n'existe pas encore. C'est pour cette raison que Lacaille propose un modèle d'almanach nautique qui constituera l'inspiration de Maskelyne¹¹³.

Rappelons que le mémoire que Lacaille lit en 1759 devant l'Académie, n'est publié qu'en 1765. Dans l'intervalle, il a ajouté à son texte imprimé les références aux ouvrages publiés entre 1759 et 1762 dans lesquels sa méthode est largement exposée : *l'Exposition du calcul astronomique* de Lalande et la *Connaissance des temps* pour 1761 (et celle de 1762).

Voyons donc de quelle manière Lalande assure la promotion de cette construction graphique.

III.2 LALANDE, PROMOTEUR DE LA MÉTHODE DE LACAILLE

III.2.1 La méthode de Lacaille diffusée par Lalande

Lorsque Lacaille lit son mémoire les 31 mars et 28 avril 1759, Lalande est déjà engagé dans la publication des volumes de la CDT pour 1760 et 1761, tous deux publiés en 1759. Il décide donc très vite d'intégrer la méthode de Lacaille dans la CDT pour la diffuser au plus vite. Ce qui en dit long sur la considération qu'il porte aux travaux de son aîné, son maître depuis l'été 1754 (retour du voyage au cap de Bonne-Espérance).

A cette époque, Lalande va diffuser la méthode graphique de Lacaille dans toutes les publications qu'il entreprend : la CDT pour 1761 (Paris, 1759, pp. 174-191), pour 1762 (Paris, 1760, pp. 173-191) et *l'Exposition du calcul astronomique* (Paris, 1762). Ce dernier ouvrage est conçu comme une annexe de la CDT, comportant les explications et l'usage des tables des éphémérides, les calculs de base en astronomie, un peu à l'image de ce que peut être actuellement aux éphémérides, *l'Introduction aux éphémérides astronomiques* publié par le Bureau des Longitudes.

Le texte de la CDT pour 1761 est intégralement reproduit en annexe. Est-ce pour forcer la main de l'Académie que Lalande introduit cette méthode dans la CDT ? En effet, elle ne peut être employée que si les marins disposent effectivement d'éphémérides nautiques donnant les distances lunaires pour un méridien de référence, celui de Paris par exemple. Lalande a des idées bien précises sur ce sujet puisqu'il donne même une adaptation de l'almanach de Lacaille calculé pour le mois de juillet 1761¹¹⁴.

Le texte de la CDT pour 1762 complète celui de 1761, Lalande ayant ajouté quelques considérations sur les instruments d'observations, quelques références bibliographiques, ainsi qu'une petite table très utile permettant de corriger les hauteurs observées des astres en tenant compte de l'élévation de l'observateur au-dessus de la mer¹¹⁵. L'exposé le plus détaillé et le plus clair pour une construction par étapes figure dans *l'Exposition du calcul astronomique*, véritable manuel d'explications pour l'usage de la CDT¹¹⁶. L'exemple numérique est construit pas à pas et la démarche précisée à chaque étape¹¹⁷.

Les textes de Lalande sont essentiels pour saisir au moins en partie la construction du châssis de réduction imaginé par Lacaille.

¹¹³. Lacaille, 1759, p. 98.

¹¹⁴. CDT pour 1761 (Paris, 1759), pp. 192-193.

¹¹⁵. Il me semble que c'est d'ailleurs la première fois qu'apparaît cette table dans la CDT. Or cette table est l'une des plus utiles et qui se doit de figurer dans tous les bons manuels de navigation [Voir supra, chap. II.1]. C'est sans doute l'une des raisons qui peuvent expliquer le peu de succès de la CDT auprès des navigateurs avant l'arrivée de Lalande.

¹¹⁶. Soulignons encore combien l'influence de Lalande se fait encore sentir dans la vie de cette publication, puisqu'en 1997, le B.D.L., renouant avec cette dichotomie Tables/Mode d'emploi, faisait paraître son *Introduction aux éphémérides astronomiques* de la CDT [Paris, 1997] avec le même objectif : préciser la manière d'utiliser rationnellement les tables astronomiques.

¹¹⁷. Lalande, 1762b, pp. 174-190.

Le cadre inférieur est gradué de 0 à 2^h et porte la légende suivante : « *Temps que la Lune emploie à parcourir la différence entre la distance observée et réduite, et la distance calculée pour le méridien de Paris* ». Il est divisé en 120 parties égales.

Les axes verticaux ne sont gradués des deux côtés du châssis que partiellement, du bas vers le haut. Divisés en 45 parties égales, on ne reporte que $17\frac{2}{5}$ des modules qui ont servi à graduer le cadre supérieur (sic). Ils sont relatifs au mouvement horaire de la Lune, ou plus exactement au mouvement de la Lune en quatre heures, intervalle pour lequel les distances lunaires sont calculées dans le modèle d'almanach nautique proposé par Lacaille (voir annexe). Si l'on suppose un mouvement diurne moyen de 13°,2 par jour, la Lune décrit en moyenne un arc de 2°12' en quatre heures. Les axes sont gradués entre 1°50' et 2°30' pour ce mouvement horaire.

On voit que par cette seule construction du châssis, la tache ne s'annonce pas simple !

b - Les abaques de réduction

La figure 1 du cadre ci-dessus est une *Echelle d'une minute de degré divisé en dixièmes pour la correction de la réfraction*. Elle donne pour la hauteur apparente des astres (en abscisse), le dixième de la minute de correction (en ordonnée).

La figure 2 est l'*Echelle de la mesure du mouvement des astres en hauteur à chaque minute de temps, pour réduire les hauteurs au même instant*. L'abscisse représente l'azimut et l'ordonnée la hauteur du pôle (le tout en degrés).

La figure 3 s'intitule *Echelle de minutes de la correction de la parallaxe*. L'abscisse représente la hauteur apparente de l'astre, l'ordonnée donne la parallaxe de hauteur en minute.

Seul l'emploi des échelles de correction en réfraction (Fig. 1) et en parallaxe (Fig. 3) est décrit par Lalande. Il est clair que la construction de ces échelles présente de sérieuses difficultés dans la division des axes avec l'usage de la règle et du compas.

Si Lalande détaille la construction du châssis de réduction (voir les planches en annexe) et l'illustre par quelques exemples numériques, les points obscurs concernent entre autres la disposition de petits abaques pour la correction de la réfraction et de la parallaxe qui ne sont visiblement pas placés n'importe où sur le châssis, en dehors de considérations pratiques.

La dernière opération qui consiste à calculer l'heure au méridien de Paris pour laquelle la distance observée s'est produite, et donc la détermination de la Longitude de l'observateur¹¹⁸, exige que les graduations sur le pourtour du cadre aient été soigneusement tracées.

Que l'on s'essaye une fois à suivre les préceptes de la construction exposés par Lalande pour juger du soin extrême qu'elle exige. Du reste, cette méthode ne fournit aucun moyen de contrôle de la validité du résultat final de la construction graphique. L'observateur ne peut non plus contrôler la précision de la longitude déduite par cette méthode. On est bien loin de la méthode « *extrêmement simple* » que Lacaille annonçait fièrement à Mayer en mai 1759.

Si géniale que puisse être cette construction, son avenir semblait dès sa naissance compromis par la précision qu'elle exige, sa difficulté et sa complexité intrinsèques, au moins aussi grandes que les calculs logarithmiques exigés par la résolution des triangles sphériques.

C'est ce que Delambre, expliquant que Lacaille avait élaboré sa méthode graphique pour « *ménager les préjugés des marins* », précise dans son exposé des travaux de Lacaille sur les longitudes :

Lacaille n'a jamais expliqué ni démontré sa méthode graphique que Lalande [...] a adoptée de confiance. [...]. Il est résulté de notre examen que sa méthode est adroite, et qu'elle a toute l'exactitude que l'auteur a voulu lui donner. Au reste, on ne peut que regretter la peine qu'il a prise à la composer. On serait tenté de croire que La Caille, en imaginant et en détaillant des pratiques ingénieuses, mais obscures et compliquées, a voulu dégoûter les marins de ces moyens pénibles et inexacts [...]. En sorte qu'un marin qui sait chercher un logarithme, après avoir essayé la méthode sur un exemple, se décidera pour toujours à donner la préférence au calcul¹¹⁹.

III.3 LA POSTÉRITÉ DE LA MÉTHODE DE LACAILLE : L'ÉCHEC DE MASKELYNE EN 1761

Dans son voyage vers Sainte-Hélène en 1761 pour observer le passage de Vénus devant le Soleil, Maskelyne expérimente les distances lunaires, et teste les tables de la Lune de Tobias Mayer¹²⁰. Selon

¹¹⁸. Voir annexe. CDT 1761, pp. 189-190.

¹¹⁹. Delambre, 1827, HA 18, p. 503; cité partiellement et (malheureusement) recomposé par Marguet, 1931, pp. 246-247.

¹²⁰. Voir la partie IV et le chap. IV.2 pour de plus amples détails sur les tables de Mayer.

D.H. Sadler (1976), Maskelyne disposait d'un exemplaire de la CDT pour 1761, Lalande ayant inséré des calculs pour l'observation du passage de Vénus sur le disque solaire. Ainsi, Maskelyne pouvait à loisir réfléchir à l'emploi de la méthode graphique de Lacaille.

Ce voyage marque une étape importante dans la carrière de Maskelyne. Au retour de Sainte-Hélène, il travaille à la publication de son *British mariner's guide* (Londres, 1763) dans lequel il développe sa méthode des distances lunaires, basée sur les tables de la Lune de Mayer. Cet ouvrage le propulsera à la tête du programme britannique de recherche des méthodes de longitudes en mer. Nommé *Astronome royal* en 1765, il sera l'auteur en 1766 du premier véritable almanach nautique de l'histoire de la navigation.

Dans son très intéressant article sur les distances lunaires calculées pour le *Nautical Almanac*, Sadler (1976) soutient l'hypothèse que Maskelyne s'est détourné de la méthode graphique de Lacaille en raison d'une erreur qui se serait glissée dans les exemples numériques accompagnant sa description.

Dans l'exemple numérique donné dans la CDT de 1761, il y a en effet une inversion de distance lunaire : la distance annoncée pour Régulus dans les calculs correspond en fait à celle d'Antarès. Ainsi, l'incohérence apparente des valeurs numériques ne permet pas de raccorder calculs et construction graphique. La démarche déjà complexe devient dans ces conditions obscure !

Mais Sadler laisse entendre que Lacaille est fautif en ne corrigeant pas l'erreur dans les éditions de la CDT pour 1762 et dans les éditions successives du *Traité de navigation* de Pierre Bouguer, 1760 et 1781. Il me semble que Sadler est allé un peu trop vite dans ses lectures et dans ses jugements. Un examen des divers ouvrages montre en fait que Lalande est le véritable fautif dans ses éditions de la CDT pour 1761 et 1762.

Voici les valeurs numériques employées dans l'exemple qui est identique dans les cinq ouvrages concernés : la CDT pour 1761 et 1762, l'ECA de 1762 de Lalande, les deux éditions du *Traité de navigation* de Bouguer, en 1760 (révisé par Lacaille) et 1781 (révisé par Lalande).

Dans l'édition du *Traité de navigation* en 1760 (pp. 254-255), Lacaille choisit une observation de la distance entre Régulus (le Cœur du Lion, ### ## ou ## Léo) et la Lune, tabulée dans son modèle d'almanach, pour le 8 juillet 1761 entre 8h et minuit : cette distance est comprise entre 47° et 49° . Cette valeur est identique dans l'édition de 1781. Dans son ECA de 1762, Lalande prend pour Régulus la distance de $47^\circ 56'$ conforme aux valeurs des tables du modèle d'almanach.

Dans les deux volumes de la CDT de 1761 et 1762 Lalande commet l'erreur d'inverser la distance lunaire entre Régulus et Antarès située à la ligne du dessous comme on peut le voir sur les planches reproduites en annexe (CDT 1761, pp. 183 et 189) et dans le tableau suivant.

Tableau III.3.1 : L'inversion commise par Lalande dans l'exemple numérique donné dans la CDT pour 1761 et 1762, pour le 8 juillet 1761 (voir le modèle d'almanach nautique de Lacaille) [CDT 1761, pp. 192-193].

		8h	12h
Régulus	### ### (Leo)	46°50'	48°59'
Antarès	### ### (Sco)	63°51'	61°41'

On pourra tout de même s'étonner de ce que Sadler n'envisage pas que Maskelyne ait pu s'apercevoir de cette erreur flagrante qui pouvait être facilement corrigée. Il paraît assez évident qu'il faille plutôt attribuer le désintérêt de Maskelyne pour cette méthode graphique à sa complexité et à l'impossibilité de juger de la précision du résultat final.

Le regard du *Journal des Sçavans* sur la méthode de Lacaille

Le volume des *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences pour l'année 1759* est publié avec beaucoup de retard, en 1765¹²¹. Sa recension n'est faite que par fragments, dans le courant de l'année 1766. Présentant les « nouvelles recherches » sur les longitudes en 1759 (sic), le journaliste, très au courant des nouveautés astronomiques¹²², donne un témoignage très intéressant sur le regard porté par les spécialistes sur la méthode de Lacaille :

La méthode à laquelle M. de la Caille s'est fixé, est celle des distances de la Lune à une étoile ; il donne des procédés qui n'exigent de la part du Navigateur que l'usage de la Règle & du Compas ; les Commissaires que l'Académie nomma en 1759 pour

¹²¹. Voir en annexe la table de concordance entre les années de référence et de livraison. Ce volume fait partie de ceux publiés avec le plus de retard (6 ans).

¹²². Des recoupements indiquent que la plupart des recensions scientifiques du JDS sont à cette époque écrites par Bézout et Lalande. Mais je n'ai pas encore pu identifier les auteurs de ces notices et de celle-ci en particulier.

examiner ces nouveaux procédés, reconnurent qu'on pouvoit en une demi-heure de temps même avec très-peu d'habitude, achever tout le calcul de la longitude [...] ¹²³.

Recension assez neutre qui laisse toutefois présager des éloges du travail de Lacaille. Mais en 1766, les Britanniques ont devancé les astronomes français, adopté toutes les suggestions de Lacaille au sujet de l'almanach nautique et réfléchi aux simplifications possibles des calculs. Le journaliste poursuit son commentaire du mémoire de Lacaille en ces termes :

[...] depuis ce temps-là, M. Witchell a composé des Tables que l'on espère de publier à Londres pour corriger les distances observées ; l'usage en est si simple que l'on pourra, sans sçavoir autre chose que la règle de trois, calculer une observation de la longitude ; peut-être ce moyen égalera-t-il pour la facilité celui que M. de la Caille avoit imaginé ¹²⁴.

Entre le calcul de Borda et la méthode géométrique de Lacaille n'exigeant que la règle et le compas, les Britanniques ont choisi de n'exiger que la règle de trois !

Après 1761 et les divers ouvrages de Lalande cités plus haut, ce compte rendu du JDS du mois de décembre 1766, sera la dernière publication qui mentionnera la méthode graphique de Lacaille. Elle n'intéressera plus désormais que les historiens de l'astronomie.

¹²³. JDS, décembre 1766, p. 769.

¹²⁴. JDS, décembre 1766, p. 769.

CONCLUSION

Les trois chapitres de cette partie nous montrent que l'abbé Lacaille occupe une place centrale dans la transmission des méthodes et des connaissances en astronomie nautique au milieu du XVIII^e siècle. S'il n'est pas l'inventeur de la méthode des distances lunaires, la reprenant à son compte et synthétisant les travaux de ses prédécesseurs, il lui donne ses lettres de noblesse et l'exploire sous différents aspects. Il pose les bases d'une profonde réflexion sur la gestion des erreurs instrumentales, qui conduisent à une véritable prise en compte des incertitudes dans les calculs de la trigonométrie sphérique et dans les calculs astronomiques de manière plus large. Il prépare ainsi les travaux de Jean-Charles de Borda, ainsi que ceux ultérieurs d'autres officiers savants tels que Paul-Edouard de Rossel (1765-1829)¹²⁵.

Sur un autre plan, le père Pezenas apparaît comme l'un des animateurs importants du débat, obligeant ses contradicteurs, Pingré, Le Monnier, Bézout et Borda à préciser leurs arguments. Héritier des idées de Lacaille, et malgré ses égarements, Pezenas contribue très certainement à la réflexion générale sur la méthode des distances lunaires.

Lacaille se révèle extrêmement soucieux de la diffusion des procédés de calculs auprès des navigateurs et clame son credo : « *Mettre la méthode des distances lunaires à la portée du commun des navigateurs* ». Il est l'initiateur d'un courant animant principalement les astronomes sensibles aux problèmes de la navigation et directement impliqués dans les progrès de la navigation astronomique : Jérôme Lalande et Alexis Rochon. S'ils regrettent l'insuffisance de l'instruction générale dispensée à la plupart des pilotes des deux Marines, militaire et marchande, ces astronomes sont conscients de la nécessité d'élaborer des procédures de calculs et de réduction des observations astronomiques utilisables par le plus grand nombre. Devant l'incapacité de la plupart des marins (officiers, pilotes et capitaines marchands) de mettre en œuvre la méthode de Borda, l'Académie proposera un prix pour la mise au point de méthodes graphiques destinées à simplifier les procédures à destination des navigateurs.

De manière globale, l'échec de ces méthodes est patent. Quelles peuvent être les raisons de cet échec ?

¹²⁵. Rossel, 1808, *Voyage de Dentrecaesteaux, envoyé à la recherche de La Pérouse. Publié par ordre de sa Majesté l'Empereur et Roi. Sous le ministère de S.E. le vice-amiral Decrès, comte de l'Empire. Rédigé par M. de Rossel, ancien capitaine de vaisseau*, Paris, imprimerie impériale [BNF, G. 5736-5737]. Le tome II constitue un véritable manuel de navigation, dont le second chapitre prend la suite des travaux de Lacaille et de Borda : « *Recherches sur la nature et la limite des erreurs provenant soit de l'instrument, soit de l'observation, soit des tables. Et moyens de les corriger ou de les réduire* » [Chapuis, 2000, pp. 653-654, 790 et 845-846]. Après de nombreuses navigations sous l'Ancien Régime, de Rossel sera destitué comme noble en 1793. Il sera réhabilité par Bonaparte en 1802 bien qu'ayant séjourné longtemps en

Elles apparaissent nombreuses. On peut toutefois en identifier certaines, parmi les plus évidentes. J'ai précédemment souligné le refus de mathématiciens tels que Borda et Lévêque de répandre des procédures qu'ils regardent comme trop routinières et donc potentiellement dangereuses lorsqu'il s'agit de navigations au long cours¹²⁶. D'autre part, ces méthodes n'atteignent finalement pas leur objectif : elles remplacent la difficulté d'un long calcul trigonométrique direct par une ou plusieurs constructions graphiques exigeant un soin extrême pour une précision très médiocre ou l'utilisation d'un instrument au mode d'emploi rigoureux. Par ailleurs, l'utilisateur de ces méthodes ne peut réellement contrôler ni la précision, ni la validité du résultat final. Là où le calcul direct, suffisamment maîtrisé, autorise la répétition des observations afin de déduire une longitude moyenne sur plusieurs déterminations et sur des durées assez courtes (quelques heures tout au plus), la méthode de Lacaille, par sa longueur et sa difficulté, n'en permet qu'une. Plus que les méthodes graphiques, les procédures de simplification de la méthode de Borda pour le calcul des distances lunaires connaîtront un succès d'estime. Elles consisteront surtout à alléger les réductions des observations de hauteurs ou de distances en intégrant dans de volumineuses tables, les corrections de réfraction atmosphérique et de parallaxe de hauteur.

Au-delà des méthodes et des problèmes de l'instruction, à la veille de la Révolution, le système de classes et de corps qui ronge la Marine d'Ancien Régime freine l'essor et la diffusion de la science nautique : le recrutement nobiliaire en vigueur dans les compagnies des gardes de la Marine se heurte à l'arrivée de terriens roturiers instruits occupant des postes privilégiés. Par ailleurs, les officiers instruits de la Marine cherchent à se démarquer de l'hégémonie savante des astronomes embarqués lors des grandes expéditions et revendiquent leur savoir-faire¹²⁷.

Il me semble qu'au cours de la seconde moitié du XVIII^e siècle, les astronomes Lacaille et Rochon, ainsi que l'officier de Marine, le marquis de Chabert, sont finalement les seuls à avoir tenté de répondre à la question cruciale, que la communauté savante élude dans son ensemble : *de quelle précision a-t-on réellement besoin en mer ?* Chabert a expédié le problème en évoquant l'incertitude des cartes nautiques. Lacaille et Rochon ont tenté d'apporter à leur manière une solution astronomique, en n'exigeant pas des marins une débauche de calculs sans commune mesure avec les besoins de la navigation :

Angleterre. Dès lors, Paul-Edouard de Rossel jouera un rôle important dans les progrès de l'hydrographie; il sera attaché au Dépôt général de la Marine en 1803, puis remplacera Fleurieu au Bureau des Longitudes en 1811.

¹²⁶. Chapuis souligne avec raison que le débat est toujours actuel. Une trop grande confiance accordée au positionnement par satellites — à l'aide du système G.P.S. par exemple — conduit à de nombreux accidents [Chapuis, 2000, p. 655].

¹²⁷. Voir Vergé-Franceschi, 1986a, 1996 ; Chapuis, 2000, Part. I, Chap. 3, « Les hydrocrates », pp. 133-145.

Lutte de classes ou de castes, oppositions de corps, oppositions de fond, « *empêtrée dans ses contradictions, l'élite du début du XIX^e siècle hésite entre la riche complexité du savoir qu'elle détient et la nécessité d'une simplification didactique* » selon Oliver Chapuis¹²⁸. En 1808, Paul-Edouard de Rossel posera le challenge à relever par tout programme d'instruction des officiers et pilotes de la Marine : « *Le point parfait n'existant pas à la mer, mieux vaut apprendre aux navigateurs à faire la part des choses entre les erreurs acceptables et celles qui peuvent les envoyer à trépas.* »¹²⁹

¹²⁸. Chapuis, 2000, p. 655.

¹²⁹. Rossel, 1808, tome II, Préface, p. iii [Cité par Chapuis, 2000, p. 653].

Résumé

Se basant sur de nombreuses archives, cette recherche se propose de réexaminer quarante années d'astronomie nautique (entre 1740 et 1780), durant lesquelles la méthode des distances lunaires — la méthode la plus usitée jusque dans les années 1850 pour la détermination des longitudes en mer — est mise au point, notamment par l'abbé Nicolas-Louis de Lacaille, et se voit finalement codifiée par le chevalier Jean-Charles de Borda.

Cette étude va s'attacher en particulier à reconsidérer les travaux scientifiques de savants de l'Académie des Sciences, Pierre-Louis Moreau de Maupertuis, Pierre Bouguer, Alexis Clairaut, Pierre-Charles Le Monnier et Jérôme Lalande, avec leur statut officiel méconnu de « *préposé au perfectionnement de la navigation* ». A la lumière de nombreuses mises à jour biographiques et de correspondances, on pourra mieux comprendre leurs influences mutuelles et leurs relations avec le milieu maritime. De même, on s'intéressera à la diffusion des méthodes auprès des marins, ainsi qu'à la manière dont la *Connaissance des Temps* — publication officielle de l'Académie des sciences et rivale du *Nautical Almanac* britannique — devient peu à peu un almanach nautique sous les actions de Jérôme Lalande, Pierre Méchain et des ministres de la Marine successifs.

On sera ainsi amené à porter un nouveau regard sur l'œuvre théorique d'Alexis Clairaut concernant le mouvement de la Lune, œuvre bien plus cohérente que l'on ne l'imaginait auparavant.

Mots-Clés : Astronomie nautique ; longitudes en mer ; distances lunaires ; éphémérides ; tables de la Lune ; mécanique céleste ; histoire de l'astronomie ; histoire de la navigation. Bouguer ; Clairaut ; d'Après de Manneville ; Lalande ; Lacaille ; Le Monnier ; Académie des sciences ; Marine.

Abstract

Based on numerous archives, correspondence and manuscripts, this research is dedicated to forty years of nautical astronomy in France, between 1740 and 1780. During this period, the method of lunar distances — the most used one for the determination of longitudes at sea up to the years 1850 — is developed by the abbé Nicolas-Louis de Lacaille and codified by the chevalier Jean-Charles de Borda.

This study reconsiders the scientific works of members of the French Academy of Sciences, Pierre-Louis Moreau de Maupertuis, Pierre Bouguer, Pierre-Charles Le Monnier, Alexis Clairaut and Jérôme Lalande, who were given the little known official responsibility of « *préposé au perfectionnement de la navigation* », i.e., persons in charge of improving navigation. With the help of unknown correspondences and biographic updates, this work clarifies their mutual influences and their relationships with the maritime sphere.

One important aim of this work is to examine how these methods were dispatched to seafarers and how the *Connaissance des Temps* — the official ephemeris of the Academy of sciences, in competition with the british *Nautical Almanac* — became a nautical almanac under the actions of Jérôme Lalande, Pierre Méchain, and the successive ministers of the French Navy.

This study also sheds a new light on the theoretical work of Alexis Clairaut on the Lunar motions. It appears to be more consistent than we have imagined before.

Key-words: Nautical astronomy ; Longitudes et sea ; Ephemeris ; Lunar tables ; Lalande ; Lacaille ; Clairaut ; Bouguer ; French Academy of Sciences ; History of astronomy ; History of astronomical navigation.

UNIVERSITÉ DE NANTES
FACULTÉ DES SCIENCES ET DES TECHNIQUES
CENTRE FRANÇOIS VIÈTE

L'ASTRONOMIE NAUTIQUE AU XVIIIème SIÈCLE
EN FRANCE :
TABLES DE LA LUNE ET LONGITUDES EN MER

TOME II
(Parties III et IV, Conclusion)

THÈSE DE DOCTORAT

Ecole doctorale : Connaissances, Langages, Cultures
Discipline : Histoire des sciences et des techniques

Présentée et soutenue publiquement par

Guy BOISTEL

Le jeudi 25 octobre 2001 devant le jury ci-dessous

<i>Président</i>	M. Patrice BAILHACHE • Professeur • Nantes
<i>Rapporteurs</i>	M ^{me} Michelle CHAPRONT-TOUZÉ • Astronome • Observatoire de Paris M. Philippe HAUDRÈRE • Professeur • Angers
<i>Examineurs</i>	Dr. Michael HOSKIN • Professeur • Cambridge M ^{me} Danielle FAUQUE • Chercheur associé • Orsay, Paris M. Jacques GAPAILLARD • Professeur • Nantes

Directeur de thèse : M. Jacques GAPAILLARD

QUATRIÈME PARTIE - CHAPITRE 1

IV.1

**HALLEY ET LE SAROS : UNE PERPÉTUELLE SOURCE D'INSPIRATION
POUR L'ASTRONOME P.-C. LE MONNIER**PLANI. BREF REGARD SUR L'HISTOIRE DES TABLES ET DE LA LUNE EN PARTICULIER**I.1 Un peu de théorie : la longitude écliptique moyenne de la Lune.****I.2 Les tables astronomiques et de la Lune jusqu'au début du XVIII^e siècle.**

I.2.1 En attendant Newton...

I.2.2 Quels sont les critères qui conditionnent, aux XVII^e et XVIII^e siècles, l'amélioration de la précision des tables ?

I.3 Que sont les tables newtoniennes ?

I.3.1 Newton, la Lune et...les épicycles !

I.3.2 Liste des tables dites newtoniennes, construites sur la théorie de la Lune de Newton de 1702.

II. HALLEY, LE SAROS ET LES LONGITUDES EN MER**II.1 Halley et son idée du *saros*.**II.1.1 Ce qu'est le cycle du *saros*.

II.1.2 Les observations de la Lune de Halley et l'idée de la correction des tables à l'aide du *saros*.

II.1.3 Le *saros* pouvait-il répondre aux attentes de Halley ?**II.2 Le *saros* ? Une erreur historique selon Legentil et Lacaille.**

II.2.1 Legentil : Halley aurait dû vérifier ses sources.

II.2.2 Lacaille : le *saros* de Halley est aussi incommode qu'inutile.II.2.3 Autres regards sur le *saros*.

II.3 Les éditions françaises des *Tables astronomiques* de Halley (1754, 1759).

II.3.1 La seconde lettre de Delisle sur les *Tables astronomiques* de Halley publiées à Londres en 1749.

II.3.2 La première édition française des tables de Halley par l'abbé Chappe d'Auteroche (Paris, 1749), avec des additions de Le Monnier sur le cycle du *saros*.

II.3.3 La seconde édition des *Tables astronomiques* de Halley par Lalande (1759).

III. LA QUÊTE VAINES ET OBSTINÉE DE LE MONNIER

III.1 Les astronomes de l'Académie et le *saros*.

III.2 Le *saros*, Saint-Graal de Le Monnier.

III.2.1 Pingré : un disciple émancipé.

III.2.2 Le Monnier aveuglement ou obstination ?

III.2.3 D'Alembert et le *saros*, ou comment ne pas passer à la postérité.

IV. EXEMPLES D'UNE PRATIQUE : CHABERT ET VAUSENVILLE ET LES ERREURS DES TABLES

IV.1 L'expérience scientifique du marquis de Chabert.

IV.1.1 Eléments biographiques : ses expéditions hydrographiques et ses essais sur la DLM.

IV.1.2 Le mémoire de Chabert de 1748 sur la longitude de Buenos Aires : la rectification des tables de la Lune de Halley à l'aide des observations.

IV.2 Vausenville et les erreurs des tables.

IV.2.1 Eléments biographiques.

IV.2.2 Le mémoire de Vausenville de 1753.

*La dernière ressource d'une cause presque désespérée*¹

INTRODUCTION

La tâche à accomplir par les astronomes pour améliorer la précision des tables de la Lune est à la hauteur des exigences posées par l'utilisation des mouvements de cet astre, faisant figure d'« horloge astronomique », utilisée par les navigateurs pour déterminer les longitudes à la mer.

La Terre tournant sur son axe environ 27 fois plus vite que la Lune sur son orbite, il faut tenir compte d'un facteur multiplicatif dans l'amplification de l'erreur sur la position de la Lune comme il a été indiqué ailleurs dans cette étude². Ainsi, une erreur d'une minute d'arc sur la position de la Lune, donne une erreur environ 27 fois plus grande, soit environ 27' sur la longitude terrestre déterminée à l'aide d'une méthode lunaire. Rappelons, selon l'encadré III.1.2, qu'il ne s'agit là que d'une estimation telle qu'elle est généralement effectuée par la plupart des auteurs au XVIII^e siècle, et non d'une théorie des erreurs, que l'on ne verra clairement exposée que dans les manuels de navigation de la seconde moitié du XIX^e siècle. Selon les termes du *Longitude Act*, une précision d'un degré sur la longitude exige donc des erreurs maximales de 2' dans les positions tabulées de la Lune. Tout ceci suppose que l'on ne tienne pas compte des erreurs dues aux corrections de réfraction, de parallaxe de la Lune, etc.

Retenons pour mémoire, et pour juger ici de la pertinence des tables de la Lune vis-à-vis du problème des longitudes, qu'**une erreur de 1' dans les positions de la Lune tabulées, donne une erreur environ 30 fois plus grande, soit 30' ou un demi degré, sur la longitude, soit encore une position du navire déterminée à environ 55 km près à l'équateur, ou à 39 km près à 45° de latitude**³.

Depuis l'Antiquité, une grande partie de l'activité de l'astronome est d'établir des tables pour aider à la prédiction des phénomènes astronomiques exceptionnels tels que les éclipses de Lune et de Soleil, les conjonctions remarquables de planètes, mais aussi pour prévoir la position des astres dans

¹. Opinion de Lacaille, HARS 1759, Mém. p. 65 (et cité par Marguet, 1931, p. 188).

². cf. supra, chap. I.1, à propos du *Longitude Act* ; chap. III.1, encadré III.1.2.

³. Sadler, 1976, p. 114.

le ciel, afin d'aider à l'élaboration des calendriers, des *Almanachs*, plus tard des *Etrennes*⁴. Tous ces calculs astronomiques sont le plus souvent liés jusqu'au XVIII^e siècle, aux besoins des prédictions astrologiques. Micheline Grenet (1994) a écrit un excellent ouvrage où elle montre comment s'effectue au XVII^e siècle, le passage de l'astrologie à l'astronomie. Elle précise ainsi comment de grands noms de la science, Galilée et Newton pour ne citer que les plus célèbres, assurent par leurs travaux et l'intégration du copernicianisme, le passage d'une mentalité magique à une mentalité rationnelle⁵.

Si le travail apparaît ardu et fastidieux au profane, la construction de tables astronomiques aux XVII^e et XVIII^e siècles est peut-être l'une des plus grandes œuvres auxquelles peut rêver un astronome. Si elles sont réussies, il peut voir son nom passer à la postérité. Quelle n'est pas la notoriété des *Tables Alphonsines*⁶, celle des *Tables Pruteniques* issues du travail de Copernic⁷ ou des *Tables Rudolphines* de Kepler (1627)⁸, ou encore des *Tables astronomiques* de Halley entre autres ? Aussi n'est-il pas surprenant de voir se multiplier au XVII^e siècle les tables astronomiques, en concurrence les unes avec les autres, chacun des auteurs clamant, à tort ou à raison, la supériorité de ses tables, sur celles des autres astronomes. Le chapitre III.2 nous a donné l'opportunité de rencontrer une telle revendication avec les *Tables astronomiques* que le comte de Pagan publia en 1658. Cet auteur assurait une plus grande précision de ses tables sur celles de Kepler pour la résolution du problème de la DLM⁹.

Ce chapitre se propose de faire le point sur la réception en France des *Tables astronomiques* de Halley ainsi que de quelques-unes de ses réflexions sur les mouvements de la Lune. Non publiées de son vivant, traduites et publiées à Paris en 1754 par l'abbé Chappe d'Auteroche (1728-1769) à la demande et sous le contrôle de Pierre-Charles Le Monnier, puis en 1759 par Jérôme Lalande, les tables de Halley furent parmi les plus employées et discutées au milieu du XVIII^e siècle par les astronomes parisiens.

4. Voir par exemple dans J. Grand-Carteret (1896), le nombre impressionnant d'entrées aux mots Almanachs et Etrennes. Chez Sgard (1991), ce nombre est moindre car ce *Dictionnaire des journaux* ne recense que les ouvrages pour lesquels il a été possible de trouver des renseignements précis (privilege, imprimeurs, auteurs, etc.).

5. Grenet, 1994, p. 265.

6. Construites à la demande du roi de Castille, Alphonse XI, et établies par l'astronome juif Isaac Hazan.

7. Compilées en 1551 par Erasme Rheinhold (1511-1553), astronome et mathématicien en Thuringe.

8. Elles tirent leur nom de l'empereur Rodolphe auquel Kepler les dédia.

9. Voir supra, chap. III.2, à propos de la méthode des hauteurs de la Lune.

Halley semble être le premier astronome à avoir proposé de corriger les tables newtoniennes de la Lune sur le cycle du *saros*, période de 18 années et 11 jours environ, au bout de laquelle sont censées se reproduire les inégalités ou irrégularités du mouvement de la Lune. Désireux de trouver une solution lunaire au problème des longitudes en mer, Halley écrit en 1731 un véritable plaidoyer en faveur de son idée et consacre à ce projet plusieurs années de son activité à l'Observatoire de Greenwich. D'autres astronomes lui emboîtent le pas et poursuivent son œuvre pour leur propre compte. Lorsqu'il fait paraître en 1746 ses *Institutions astronomiques*, Le Monnier érige en un véritable dogme le procédé de correction des erreurs des tables de la Lune à l'aide du *saros*. Son obstination ne le fera plus déborder de cette idée jusqu'à sa mort en 1799. Pendant la première moitié du XVIII^e siècle, le procédé de Halley est en effet la seule méthode permettant d'améliorer sensiblement la précision des tables de la Lune, de réduire ainsi les écarts entre observations et prédictions de position de la Lune et de ses éclipses. Mais avec l'émergence des premières grandes théories analytiques de la Lune issues du problème des trois corps dans les années 1751-1754 (Alexis Clairaut, 1751-1752; Tobias Mayer, 1753; Leonard Euler, 1753; Jean-le-Rond d'Alembert, 1754), et de tables de la Lune (Mayer, 1753; Clairaut, 1754 et 1765; d'Alembert, 1756 et 1761) souvent bien meilleures que les autres tables disponibles sur le marché, le procédé de Halley ne soutient plus la comparaison. Au surplus, cette méthode est bâtie sur des approximations, jugées comme des hypothèses fausses par certains astronomes (Legentil, Lacaille). Elle sera donc peu à peu rejetée par la communauté savante au fait des nouveautés et par les astronomes ouverts à tout échange croisé entre astronomie pratique et développement du calcul différentiel.

Aussi est-il intéressant d'examiner la manière dont les idées que Halley développe dès les années 1680, sont reçues en France au milieu du XVIII^e siècle, ainsi que leur influence sur les travaux des principaux astronomes auxquels j'ai choisi de m'intéresser dans ce travail, et principalement Pierre-Charles Le Monnier.

I. BREF REGARD SUR L'HISTOIRE DES TABLES ASTRONOMIQUES ET DE LA LUNE EN PARTICULIER

I.1 UN PEU DE THÉORIE : CALCULER LA LONGITUDE ÉCLIPTIQUE MOYENNE DE LA LUNE

Afin de mieux percevoir les enjeux scientifiques et de comprendre les difficultés que doivent surmonter les astronomes et les mathématiciens au milieu du XVIII^e siècle pour établir des tables de la Lune à usage nautique, il est nécessaire d'avoir à l'esprit quelques éléments de mécanique céleste.

Le problème principal de la théorie de la Lune est l'étude des mouvements lunaires sous l'action conjuguée de la Terre, supposée sphérique, et du Soleil. L'action du Soleil est prépondérante ; on peut donc, en première approximation, négliger les autres perturbations telles que l'action des autres planètes, du renflement équatorial de la Terre, par exemple. Ainsi, l'orbite elliptique de base de la Lune, régie par le mouvement képlerien issu du problème à deux corps (Terre+Lune), est fortement perturbée par la présence du Soleil. Un traitement du problème à trois corps (Terre+Lune+Soleil) conduit à des calculs et des équations très complexes. Le second chapitre de cette quatrième partie et l'annexe correspondante donnent de plus amples explications et illustrations sur la manière dont Alexis Clairaut chercha, entre 1747 et 1752, une solution au problème des trois corps pour résoudre le mouvement de la Lune. Au prix de quelques hypothèses et de nombreuses approximations, il est possible de donner une solution approchée au problème principal de la Lune¹⁰. L'étude simplifiée suppose que : 1°. La trajectoire relative du Soleil est un cercle, justifié par le fait que l'excentricité de l'orbite terrestre est faible ($e \approx 0,017$) ; 2°. L'excentricité de l'orbite lunaire ($e_L = 0,054$) est telle que l'on peut négliger les termes en e^3 et suivants ; 3°. L'inclinaison de l'orbite lunaire est elle aussi faible ($i \approx 5^\circ 9'$ en moyenne) et on peut donc négliger les termes en i^3 et suivants. Ces hypothèses conduisent à établir une expression simplifiée de la longitude écliptique de la Lune, notée ci-après $\lambda_{\mathcal{C}}$ (voir figure III.2.1), coordonnée de la Lune ayant une importance majeure pour un usage nautique des tables de cet astre. Elle peut être obtenue sous la forme d'un développement qui peut s'écrire de manière générale, sous la forme¹¹ :

$$\lambda_{\mathcal{C}} = \lambda_0 + \text{termes périodiques,}$$

¹⁰. Voir Pascoli, 1993, chapitre VII, pp. 103 et suiv ; Danjon, 1994, chap. XIII, pp. 109 et suiv.

¹¹. Exposé établi d'après : Danjon, 1994, pp. 295-297 ; Pascoli, 1993, pp. 103-132 ; Chapront J. et Chapront-Touzé, 1991 ; Meeus, 1986, pp. 105-111. Francœur, 1821 ; Lalande, 1795, pp. 210 et suiv.

où λ_0 représente la longitude moyenne de la Lune. Les termes périodiques consistent en un développement en série trigonométrique de sinus ou cosinus d'**angles ou de mouvements moyens** divers parmi lesquels on trouve :

1° L' , ou longitude moyenne de la Lune ; elle est tabulée pour une époque de référence.

2° M' , ou anomalie moyenne de la Lune = longitude moyenne de la Lune — longitude moyenne de l'apogée de la Lune , cette dernière valeur étant tabulée ;

3° D , ou distance angulaire moyenne de la Lune au Soleil = longitude moyenne de la Lune — longitude moyenne du Soleil, cette dernière valeur étant tabulée ;

4° M ou anomalie moyenne du Soleil = longitude moyenne du Soleil — longitude de l'apogée du Soleil.

Parmi les termes périodiques entrant dans l'expression de la longitude écliptique de la Lune, λ_{C} , il convient de distinguer ceux à courte période qui contiennent M' dans leur argument (période d'environ un mois) et ceux, à plus longue période, qui ne le contiennent pas. L'orbite elliptique de base ainsi définie n'est pas fixe (Voir troisième partie, chapitre 2, **figure III.2.1**). Le plan de l'orbite de la Lune autour de la terre est animé d'un double mouvement de précession. La ligne des apsides, c'est-à-dire la ligne joignant Périogée et Apogée, accomplit une révolution dans le sens direct en environ 8 ans et 310 jours, tandis que la ligne des nœuds NN' parcourt l'écliptique dans le sens rétrograde avec une période 18 ans et 219 jours environ.

Voici par exemple une expression de la longitude écliptique moyenne de la Lune λ_{C} , limitée aux premiers termes de son développement, établie à partir des tables publiées par M. Chapront-Touzé et J. Chapront (1991)¹² :

$$\lambda_{\text{C}} = L' - 6^{\circ},288\ 773\ 83 \sin M' - 1^{\circ},274\ 010\ 64 \sin (2D-M') + 0^{\circ},658\ 309\ 43 \sin 2D + 0^{\circ},213\ 618\ 25 \sin 2M' - 0^{\circ},185\ 115\ 86 \sin M + \text{etc.}$$

Les termes du développement sont associés à des déformations non fixes de l'orbite de base que l'on appelle inégalités lunaires. Celles-ci sont nombreuses. Chaque terme ou « équation » ou

¹². Chapront-Touzé et Chapront, 1991, p. 43 : les arguments sont dans cette référence notés l , $2D-l$, $2D$, $2l$, et l' au lieu de M' , $2D-M'$, $2D$, $2M'$ et M . Pour le dernier terme, l' (ou M), anomalie moyenne géocentrique du Soleil (p. 12), le coefficient est négatif puisque le mouvement est compté actuellement depuis le périhélie et non depuis l'aphélie

« inégalité » de la Lune selon la terminologie propre au XVIII^e siècle, a une signification bien particulière¹³ :

□ $+6^{\circ},228\ 774\ \sin M'$: c'est **l'équation du centre**, de période un mois environ, et d'amplitude $6^{\circ}\ 17'\ 20''$, nommée aussi *prostaphérèse* chez Kepler (1627) ou dans la théorie de Newton (1702) publiée par Gregory (1715). Elle est aussi appelée *fonction elliptique* chez Newton. Ce terme définit l'écart entre le mouvement képlerien et le mouvement circulaire uniforme dans le problème à deux corps (Terre+Lune). Cette inégalité comporte six termes dans les tables de la Lune éditées par Ernest W. Brown (1866-1938) au début du XIX^e siècle¹⁴. Au XVIII^e siècle, trois des termes de cette inégalité semblent avoir été identifiés.

1 $+1^{\circ},274\ 010\ 64\ \sin(2D-M')$: c'est **l'évection**, de période 1 mois environ (31,812 jours), d'amplitude $1^{\circ}\ 16'\ 26''$. C'est la première des inégalités de la Lune en amplitude, qui peut l'éloigner de $1^{\circ}16'$ environ de part et d'autre de la position qu'elle occuperait sur son ellipse. Elle a été découverte par Ptolémée (87-168), mais elle était déjà connue par Hipparque (190-125 AV JC). L'évection s'accompagne d'une variation de l'excentricité de l'orbite de la Lune (de 0,0432 à 0,0666).

1 $+0^{\circ},658\ 309\ 43\ \sin 2D$: c'est la **variation**, de période d'environ 15 jours (une demi révolution synodique), d'amplitude $39'\ 30''$. Elle a été découverte par Tycho-Brahé (1546-1601) en 1582, mais remarquée semble-t-il par les astronomes arabes. Cette inégalité résulte d'une interférence périodique entre les attractions de la Terre et du Soleil sur la Lune. Elle s'annule aux syzygies (Nouvelle ou Pleine Lune) ainsi qu'aux quartiers (nommés « quadrature » au XVIII^e siècle¹⁵) de la Lune. Newton en donna la théorie¹⁶.

comme à l'époque de Clairaut. Nous avons adopté les notations de Danjon et Meeus, identiques à celles employées par Kollerstrom dans son étude des tables newtoniennes (1995).

¹³. Danjon, 1994 ; Pascoli, 1993 ; Tisserand et Andoyer, 1895, *Leçons de cosmographie*, Paris, A. Colin, pp. 320 et suiv.

¹⁴. Danjon, 1994, p. 296.

¹⁵. Lalande, 1795, art. 56 et 540.

□ $0^{\circ},213\ 618\ 25\ \sin 2M'$: il s'agit d'un autre terme de l'équation du centre, de période 15 jours également, d'amplitude $12' 49''$.

1 - $0^{\circ},185\ 115\ 86\ \sin M$: c'est l'équation annuelle, d'amplitude $11' 07''$. Elle a été découverte par Tycho-Brahé par l'observation des éclipses, et théorisée par Kepler. Elle résulte de la variation périodique du moyen mouvement de la Lune. Sa période est celle d'une année anomalistique ($365^{\text{j}},25964$ environ)¹⁷.

A ces termes s'en ajoutent d'autres d'amplitude décroissante¹⁸. Au milieu du XVIII^e siècle, les tables courantes non analytiques peuvent prendre en compte une dizaine de termes. Les tables issues de la résolution du problème des trois corps prendront en compte plus de vingt termes correctifs au mouvement de la Lune, 22 dans la théorie de Clairaut en 1754, par exemple. Les tables publiées par M. Chapront-Touzé et J. Chapront (1991, pp. 43-47), dans le but d'obtenir la position de la Lune avec une précision moyenne à diverses époques, futures ou passées, en comportent 218 pour la longitude écliptique de la Lune. Si chacune de ces inégalités périodiques sont simples, leurs combinaisons produisent les effets les plus variés et les plus compliqués.

Le second chapitre de cette quatrième partie donne quelques exemples sur la manière dont Clairaut exprime la longitude de la Lune pour construire ses tables.

Jusqu'au milieu du XVIII^e siècle, les tables de la Lune prennent en compte les inégalités exposées précédemment, plus deux autres équations. L'excentricité est généralement regardée comme variable¹⁹. Leur justesse dépend essentiellement des valeurs prises pour chacune de ces inégalités et les moyens engagés pour les ajuster à partir des observations. Il est fréquent de noter des écarts importants entre les différents auteurs, parfois de plusieurs minutes d'arc, comme sur la variation par

¹⁶. Voir Wilson, 1989b.

¹⁷. Cette période (rapportée à un équinoxe mobile) est due à la révolution de la ligne des apsides de l'orbite terrestre et est plus longue que l'année tropique ($365,2422$ jours - temps pour que la longitude moyenne du Soleil croisse de 360°) et que l'année sidérale (qui vaut $365,2564$ jours – ibid. mais rapporté à un équinoxe fixe) [Danjon, 1994, pp. 115-116].

¹⁸. On trouvera des informations complémentaires dans Danjon, 1994, pp. 295-296 notamment ; Pascoli, 1993, pp. 126 et suiv..

¹⁹. Delambre, 1827, HA 18, pp. 201, 212 et 281.

exemple : Gregory (1715)²⁰ la donne égale à 37' 25''; Le Monnier (1746) la donne égale à 40'34''. En 1795, Lalande la donne égale à 35'41''.

I.2 LES TABLES ASTRONOMIQUES DE LA LUNE JUSQU'AU DÉBUT DU XVIII^e SIÈCLE

I.2.1. En attendant Newton...

Les débuts de l'astronomie moderne sont marqués par la parution en 1543 du *De revolutionibus* de Nicolas Copernic à partir duquel le monde savant et intellectuel va peu à peu basculer dans l'héliocentrisme. Copernic (1473-1543)²¹ entreprit de réduire les écarts qui ne cessaient d'augmenter entre les prévisions des éclipses et les observations depuis Ptolémée. Le tournant historique a lieu en 1551, quand Erasme Reinhold (1511-1553), après avoir recalculé, complété et corrigé les données du *De Revolutionibus*, publie les *Tables Pruteniques* (ou Tables prussiennes), les premières à être construites sur les hypothèses de Copernic²². Connaissant un grand succès, elles seront rééditées plusieurs fois, en 1562, 1571 et 1585. Toutefois, selon Tycho Brahé (1546-1601), le calcul des éclipses d'après les tables de Copernic pouvait être erroné de plus d'une heure²³.

Les astronomes de cette époque ont à résoudre de sérieux problèmes dans le mouvement de la Lune, devant identifier les différentes inégalités ou irrégularités de son mouvement. A la fin du XVI^e siècle, Tycho Brahé (mort en 1601), découvre deux grandes inégalités du mouvement de la Lune : la variation (égale à 39' mais Tycho hésite entre 30 et 50') et l'équation annuelle (égale à 11' mais à laquelle Tycho attribue une valeur de 4',5)²⁴. Johannes Kepler (1571-1630) se préoccupa de la théorie de la Lune au début du XVII^e siècle. Se basant sur la masse de ses observations, les héritiers de Tycho publièrent des tables de la Lune corrigées : Christian Sorensen dit Longomontanus (1562-1647), ajoute à son *Astronomia danica* des *Tabulæ danicæ* (1622), suivies de près des célèbres *Tables*

²⁰. Kollerstrom, 1995, p. 363.

²¹. La littérature sur la vie et l'œuvre de Copernic est très abondante.

²². Savoie, 1996, p. 16 ; Savoie, 1997b, pp. 48-50.

²³. Marguet, 1931, p. 185.

²⁴. Marguet, 1931, p. 185.

Rudolphines publiées par Kepler à Graz en 1627²⁵. Ces dernières tables subiront des modifications de forme et de présentation dans les années suivantes²⁶.

Les tables publiées en 1645 par l'astronome français Ismael Bouillaud (1605-1694) comportent des erreurs de 30 à 56' sur la longitude et 23' sur la latitude de la Lune²⁷. L'astronome anglais Thomas Streete (1621-1689), considérant la théorie d'une nouvelle manière dans son *Astronomia Carolina*, publie en 1661 de nouvelles tables plus précises, rééditées plusieurs fois. Toutefois, John Flamsteed (1646-1719), premier astronome occupant le poste d'*Astronomer Royal* d'Angleterre à la création de l'Observatoire de Greenwich en 1675²⁸, signale en 1680 des erreurs de 11' dans la position de la Lune prévues par Streete, erreurs confirmées par Halley en 1710²⁹.

Rappelons à cette occasion quelle était la mission officielle confiée à l'*Astronomer Royal* d'Angleterre : « *L'astronome royal appliquera immédiatement tous ses soins et toute son activité à rectifier les tables des mouvements célestes et les positions des étoiles fixes, dans le but de donner les moyens de déterminer les longitudes pour le perfectionnement de l'art de la Navigation* »³⁰.

Le problème des longitudes devenant l'une des préoccupations majeures du XVIII^e siècle, les astronomes cherchent à améliorer nettement la précision de leurs tables, considérant que « *toute erreur sur la position de la Lune donne en moyenne sur la longitude une erreur 27 ou 30 fois plus grande selon qu'on la situe par rapport aux étoiles ou au Soleil* »³¹.

I.2.2. Quels sont les critères qui conditionnent, aux XVII^e et XVIII^e siècles, l'amélioration de la précision des tables ?

La précision des tables de la Lune dépend de l'identification des irrégularités de son mouvement. Ces inégalités dépendent de la précision des observations, et donc des instruments employés.

²⁵. Article « Tables astronomiques », Encyclopédie Diderot, p.798.

²⁶. Voir Gingerich, 1971.

²⁷. Marguet, 1931, p. 185.

²⁸. Débarbat et Grillot, 1976 ; Morando, 1971.

²⁹. Marguet, 1931, p. 186.

³⁰. Morando, 1971, pp. 186-187. Voir supra, introduction au chapitre I.1.

³¹. Marguet, 1931, p. 186.

Il y a donc un faisceau de convergence entre les améliorations techniques des instruments, les méthodes d'observations, et les améliorations théoriques avec la prise en compte d'un nombre croissant d'inégalités du mouvement de la Lune. Le programme de recherche des astronomes de la fin du XVII^e siècle passe par une (re)fondation de l'astronomie de position établie par l'abbé Jean Picard (1620-1682) : déterminer les ascensions droites et les déclinaisons des astres, les réfractions et les parallaxes³². Il contribue, au sein du tout nouvel Observatoire Royal de Paris, à l'amélioration des méthodes d'observations et des instruments : méthode des hauteurs correspondantes, emploi systématique du quart de cercle, observations au quart de cercle mural muni de lunettes installé en 1683 par Philippe de La Hire (le père, 1640-1718).

Son concurrent Flamsteed en fait de même à Greenwich (vers 1675). L'astronome anglais multiplie les observations comme jamais auparavant, même si Le Monnier écrit qu'à partir de 1683 et pendant 36 années, les astronomes anglais n'effectuèrent que 1200 observations lunaires³³ (sic).

En cette seconde moitié du XVII^e siècle, Flamsteed se base sur la théorie de la Lune de Jeremiah Horrocks (1619-1641)³⁴. Etablie en 1638, peu de temps avant la mort prématurée de son auteur, cette théorie ne sera redécouverte que lors de la parution posthume des *Œuvres Posthumes* de Horrocks en 1673. Dès lors, Flamsteed et Halley se baseront sur cette théorie réhabilitant curieusement les antiques épicycles, pour construire leurs tables de la Lune, comme il sera expliqué un peu plus loin dans ce chapitre. En effet, en 1670, on pourrait croire que, depuis les travaux de Kepler, toute l'astronomie ne soit basée uniquement que sur une description des mouvements des planètes employant largement les ellipses. C'est loin d'être le cas.

Flamsteed introduit l'équation annuelle empruntée aux travaux d'Horrocks selon Delambre³⁵. Ses tables sont publiées en 1673 puis en 1681 dans un ouvrage de Jones Moor, *A new system of the mathematicks*, publié à Londres en 1681 en deux volumes in-quarto³⁶. Le second tome de cet ouvrage contient une révision des tables de la Lune de Flamsteed. Selon Delambre, ce sont celles que préférera Le Monnier³⁷.

³². Marguet, 1931, p. 186.

³³. Le Monnier a publié des observations de la Lune effectuées par Picard dans son *Histoire Céleste* (Paris, 1741).

³⁴. Kollerstrom, 1995 ; Gaythorpe, 1957 ; Wilson, 1987, p. 77.

³⁵. Delambre, 1827, HA 18, pp. 115-116.

³⁶. Delisle, 1750, p. 152 et Lalande, 1803, BA, p. 296.

³⁷. Delambre, 1827, HA 18, pp.182-183 et 212.

Pourtant, les écarts entre les observations et les tables peuvent atteindre 12' : on est encore loin de leur usage nautique. Pourtant, comme l'indique Kollerstrom³⁸, Flamsteed ne désespère pas de voir un jour réglé le problème des longitudes à l'aide des tables de la Lune. C'était la principale raison de la création de sa charge d'astronome Royal et de l'Observatoire Royal de Greenwich en 1676. Mais sa foi dut être bien ébranlée devant les difficultés à surmonter : en 1683, en effet, Flamsteed recommandait l'emploi des satellites de Jupiter pour résoudre le problème des longitudes.

Dans la première moitié du XVIII^e siècle en France, les La Hire et les Cassini travaillent à l'élaboration de tables astronomiques de qualité, si l'on en croit Delambre³⁹. Mais construites elles aussi sur des systèmes complexes d'ellipses et d'épicycles, des systèmes mixtes qui, selon l'expression de Delambre, « n'ont rien de newtonien »⁴⁰ (mais les propres tables de Newton sont-elles newtoniennes ?), elles ne connaîtront toutefois ni la célébrité ni l'usage de celles élaborées par Halley. Elles seront même délaissées lorsqu'en 1749 paraîtront les tables de Halley. Proche de Newton, ce dernier est à l'origine de tables dites newtoniennes.

Il est important de préciser ce que l'on entend par cette expression.

I.3 QUE SONT LES TABLES NEWTONIENNES ?

I.3.1. Newton, la Lune et ... les épicycles ?

La célèbre théorie de la gravitation que Newton fait paraître dans ses *Principia* en 1687 puis en 1713, marque un tournant dans l'astronomie et les sciences en général. C'est Edmond Halley qui en 1686 intervient auprès de Newton pour l'inciter à publier ses travaux. Halley ira même jusqu'à en financer l'édition. L'histoire est maintenant suffisamment bien connue et il n'est pas utile d'en dire plus sur ce sujet. En revanche, il est nécessaire de rappeler ce qu'il en va de la théorie des

³⁸. Kollerstrom, 1995, pp. 357-358.

³⁹. Les plus célèbres restent celles que publient les Cassini : les *Eléments d'Astronomie*, suivis des *Tables astronomiques du Soleil, de la Lune, des planètes, des étoiles fixes et des satellites de Jupiter et de Saturne. Avec l'explication de ces mêmes tables* (Paris, 1740) de Jacques Cassini. Elles seront révisées en 1756 par son fils, le tout formant un ensemble très cohérent [Delambre, 1827, HA 18, p. 265].

⁴⁰. Delambre, 1827, HA 18, p. 265. Delambre ajoute : « on conçoit l'embarras où il a du se trouver pour représenter, par des figures compliquées d'ellipses et d'épicycles, ce qui ne peut être clair et simple que dans une formule analytique ».

mouvements de la Lune. Newton apporte-t-il de substantielles améliorations dans la connaissance des mouvements de notre satellite ?

Newton et le mouvement de la Lune

L'étude des travaux de Newton sur ce sujet est vaste et complexe, et il n'est pas dans notre propos de l'entreprendre. Des études très détaillées ont été écrites ces dernières années et nous voulons ici en exposer l'essentiel.

Discutant avec John Flamsteed à Greenwich au cours de l'automne 1694, Newton est confronté à l'insuffisance de la théorie de la Lune de Jeremiah Horrocks pour rendre compte des mouvements de la Lune⁴¹. Les tables bâties sur cette théorie donnent fréquemment des écarts de 12' dans les positions de la Lune. Cette précision est bien sûr insuffisante pour fournir une solution au problème des longitudes à la mer qui exige, rappelons-le, que la position de la Lune soit connue avec une erreur ne dépassant pas deux minutes d'arc.

Cette fameuse discussion entre Flamsteed et Newton est à l'origine de la volonté de ce dernier de rechercher une nouvelle solution au problème du mouvement de la Lune et ainsi espérer résoudre celui de la DLM. La première édition des *Principia* parue en 1687 ne contenait que très peu de choses sur la théorie de la Lune. On peut même affirmer que dans cette édition, Newton ne s'est pas soucié de fournir aux astronomes une théorie de la Lune claire et facilement exploitable. Il s'agit donc pour Newton de compléter sensiblement ses propres travaux. Pour y parvenir, il se base sur plus de 200 observations de la Lune que lui procure Flamsteed.

Selon une tradition encore assez vivante, les deux hommes se seraient querellés et Flamsteed aurait refusé de fournir à Newton ses observations de la Lune, raison pour laquelle, dans la seconde édition de ses *Principia*, Newton aurait utilisé des observations de Picard et d'autres astronomes français. Ce mythe est infirmé par les récentes études sur la théorie de la Lune de Newton : Flamsteed a bien communiqué près de 200 observations de la Lune à Newton lors de leur rencontre à Greenwich à l'automne 1694-95⁴².

⁴¹. Pour les travaux d'Horrocks et de Newton sur le mouvement de la Lune, voir Aoki, 1992; Cook, 1988, 1996; Gaythorpe, 1957; Hoskin et Whiteside, 1974-75; Kollerstrom, 1991, 1995 et surtout les deux études importantes de Whiteside 1976, et de Wilson, 1989a et 1989b.

⁴². Kollerstrom, 1995 et les études citées supra, en note 41.

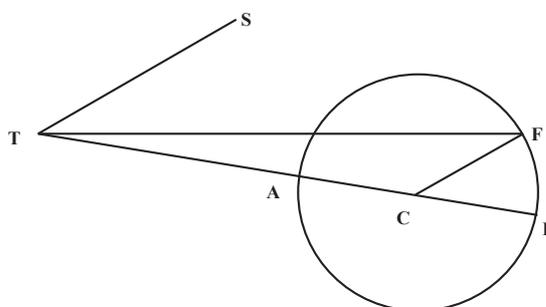
En 1695, disposant pourtant de nombreuses observations de la Lune, Newton n'est pas en mesure de fournir une explication de ses mouvements basée sur sa théorie de la gravitation universelle⁴³.

C'est en 1702 seulement qu'une théorie de la Lune de Newton est publiée, en quelques pages, sans calculs, et ayant peu de rapport avec sa théorie de la gravitation universelle. Ce n'est pas Newton — alors directeur de la Monnaie à Londres — qui est à l'origine de cette publication. Sa théorie est publiée par l'astronome et mathématicien enseignant à Oxford, David Gregory (1659-1708), dans un abrégé d'astronomie⁴⁴ paru en latin en 1702, puis traduit en anglais en 1715.

Cette « théorie newtonienne » n'est en apparence qu'une théorie empruntée à Horrocks, dans laquelle le centre de l'orbite elliptique de la Lune est fixé sur un épicycle⁴⁵. La figure IV.1.1a illustre cette disposition⁴⁶.

Figure IV.1.1a : Extrait de l'ouvrage de D. Gregory (1715) et de la théorie de la Lune de Newton en 1702 [D'après N. Kollerstrom, 1995, p. 360].

The horroxian epicycle in Newton's 1702 lunar theory, where T is Earth's centre, S that of the Sun, TB the mean apse, C the mean centre of the lunar orbit and F the 'equated' centre of the lunar orbit. TF represents the varying eccentricity and angle FTC the second apse equation. the line CF revolves once per Sun-apse line conjunction.



Afin de tenir compte de nouvelles valeurs de quelques inégalités des mouvements perturbés de la Lune, Newton complète la théorie d'Horrocks en faisant tourner le centre de l'orbite lunaire (en F sur

⁴³. Whiteside, 1976.

⁴⁴. Gregory, David, 1715, *The Elements of Astronomy, physical and Geometrical*, London, J. Nicholson and J. Morphew, vol. II, Book IV, « Sir Isaac Newton's *Theory of the Moon* », pp. 563-571 [publiée par Kollerstrom, the Newton Moon WebSite (1998)].

⁴⁵. Cook, 1996 ; Kollerstrom, 1995.

⁴⁶. Kollerstrom, 1995.

la figure IV.1.1b) autour d'un petit épicycle se déplaçant sur le cercle de rayon CB⁴⁷, idée que Newton attribue à Halley⁴⁸ :

Horroxius notre compatriote est le premier qui ait assuré que la Lune faisait sa révolution dans une ellipse autour de la Terre qui est placée dans son foyer inférieur. *Halley* a mis le centre de cette ellipse dans un épicycle dont le centre tourne uniformément autour de la Terre. Et de ce mouvement dans l'épicycle naissent les inégalités dans la progression & la régression de l'apogée, dont on a parlé, ainsi que la quantité de l'excentricité [...] ⁴⁹.

La figure résultante n'est pas une conséquence de la gravitation universelle, comme le souligne Curtis Wilson :

« Neither the exact form of this theory nor its numerical parameters are derived by Newton from his theory of gravitation. The additional lines in the diagram are introduced to take account of the annual variation in the value of the solar perturbing force. The essential result is that the centre of the Moon orbit is at F in the diagram, rotating annually in a small epicycle about D, which in turn rotates about C with twice the average angular speed of the sun from the Moon's apogee »⁵⁰.

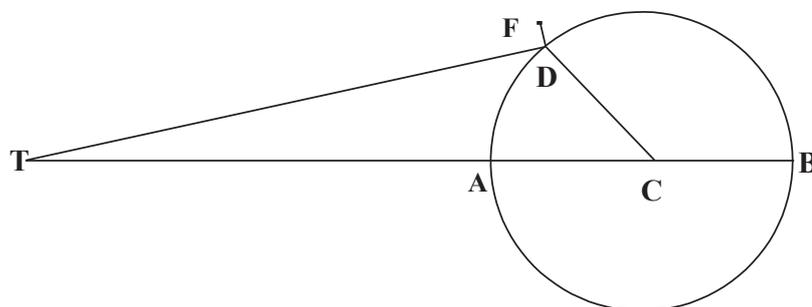
⁴⁷. Wilson, 1989b, pp. 265-266.

⁴⁸. Voir la traduction française des *Principia* par la marquise du Châtelet et Clairaut (Paris, 1759 ; rééd. 1966, A. Blanchard, Paris), tome II, Livre III, « Scholie », pp. 88-94 ; la mention des travaux de Horrocks et l'idée de Halley se trouvent aux pages 91-92. Sur cette affaire où Flamsteed et Halley ont été concurrents, voir Whiteside (1976, p. 318).

⁴⁹. *Principes mathématiques de la Philosophie Naturelle de M. Newton*, traduction de la marquise du Châtelet (Rééd. A. Blanchard, Paris, 1966), tome II, Livre III, pp. 91-92.

⁵⁰. Wilson, 1989b, p. 266.

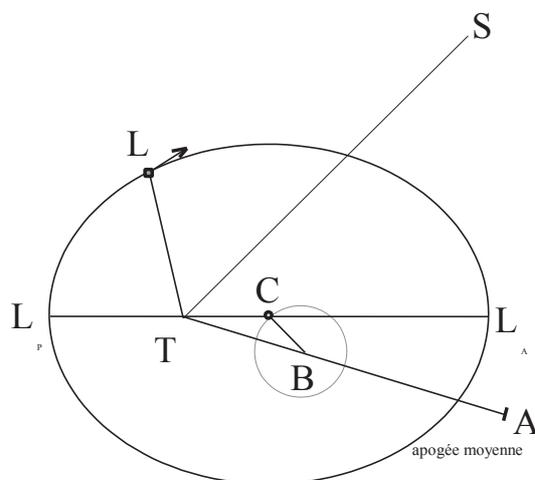
Figure IV.1.1b : Rectification de la théorie d'Horrocks par Newton [D'après C. Wilson, 1989b, p. 265, fig. 13.13 et la traduction des *Principia* par la marquise du Châtelet (Paris, 1996, rééd. A. Blanchard), fig. 14, pl. II, tome II, p. 180].



A partir de l'étude des papiers de Newton non publiés, Whiteside (1976) donne de cette hypothèse une figure qui montre bien la disposition relative des astres (Figure IV.1.1c). Newton suppose que l'orbite perturbée de la Lune est à chaque instant une ellipse képlérienne, ayant la Terre située à l'un de ses foyers, un diamètre moyen $L_A L_P$ (où L_A et L_P sont respectivement l'apogée et le périégée de la Lune) ; son centre C tourne périodiquement autour du point B, en fonction des positions respectives du Soleil et de la Lune⁵¹.

⁵¹. Whiteside, 1976, p. 320.

Figure IV.1.1c : L'orbite de la Lune dans la théorie de Newton [D'après Whiteside, 1976, p. 320, fig. 1]. Dans cette figure, BA est égal au demi-diamètre CL_A constant de l'orbite de la Lune.



Comme ses prédécesseurs, Newton doit surmonter d'énormes difficultés. Pour y parvenir, il semble avoir assemblé de nombreux éléments provenant d'une part de l'analyse des observations, et d'autre part, de justifications théoriques des arguments introduits basées sur sa théorie de la gravitation universelle. Mais la méthode qu'il a suivie reste en partie obscure, comme le remarque Whiteside (1976) :

« [Newton] loosely approximate and but shadowily justified way of deriving those inequalities which he did deduce was a retrogressive step back to an earlier kinematic tradition which he had once hoped to transcend, and to a limited Horrocksian model which was not even of his own invention. And Newton knew it full well [...] »⁵².

Ces travaux de Newton feront l'objet de commentaires et de sérieuses remises en cause dans les années 1740, pour déboucher finalement sur les recherches des mouvements perturbés de la Lune par Clairaut, Euler et d'Alembert (voir infra, chapitre IV.2).

Pour de plus amples précisions sur l'origine de la théorie de la Lune chez Newton, ses emprunts aux travaux d'Horrocks et ses développements théoriques, le lecteur est invité à se référer aux excellentes études de Whiteside (1976) et de Curtis Wilson (1989a et 1989b).

⁵². Whiteside, 1976, p. 324.

La précision des tables de la Lune de Newton

Dans un article intéressant, Nick Kollerstrom (1995) a étudié la précision de ces tables newtoniennes, en reconstruisant la théorie à l'aide d'un programme informatique. Une comparaison de la théorie de Newton de 1702 avec des méthodes modernes a, par exemple, montré que le signe de l'un des termes (le sixième) donnant la longitude écliptique de la Lune⁵³, pouvait être inversé afin de rendre compte des observations de manière satisfaisante. Ainsi, sans correction du signe de ce terme, les écarts entre observations et tables sont de 8' en moyenne, alors qu'ils ne deviennent que de 2 à 3' avec le changement de signe⁵⁴. Ces écarts divergents étaient exactement ceux autour desquels s'articulaient les discussions orageuses entre Halley et Flamsteed (Signalons que les thèses défendues par Kollerstrom dans cet article et d'autres de ses écrits ont été récemment fortement critiquées⁵⁵).

Si Newton dépasse les travaux d'Horrocks en y ajoutant des équations supplémentaires, sa théorie reste incomplète et ses tables de la Lune s'écartent de quatre à cinq minutes d'arc, voire plus, des positions de la Lune observées, ce qui donne, dans le meilleur des cas, une incertitude d'environ 3° (et le plus souvent, davantage) sur la longitude terrestre déduite par les méthodes lunaires.

I.3.2. Liste des tables dites newtoniennes, construites sur la théorie de la Lune de Newton de 1702 (avec la localisation éventuelle de ces ouvrages)

Pendant toute la première moitié du XVIII^e siècle, cette pseudo « théorie newtonienne », longtemps considérée comme la meilleure, est la base de plusieurs éditions de tables de la Lune célèbres⁵⁶ publiées par divers astronomes à cette époque. Pourtant comme l'indique Kollerstrom (1995), la plupart de ces tables accusent des erreurs en général supérieures à celles que l'utilisation de la théorie pouvait laisser prévoir. La liste suivante indique les auteurs et les titres de ces tables construites sur la théorie newtonienne de la Lune de 1702. Il faudra attendre les derniers ouvrages

⁵³. Voir infra au chapitre IV.2 pour voir les développements de la longitude de la Lune dans la théorie de Clairaut.

⁵⁴. Kollerstrom, 1995, pp. 361-363.

⁵⁵. Depuis le dépôt de cette thèse (en juin 2001), des recherches complémentaires ont conduit à discuter l'approche de la théorie de la Lune de Newton par N. Kollerstrom. Par ailleurs, Michael Nauenberg formule de sérieuses critiques sur ce point et sur l'ouvrage que vient de publier Nick Kollerstrom, 2000, *Newton's Forgotten Lunar Theory: His contribution to the Quest for Longitude*, Green Lion Press, Santa Fe, New Mexico. Selon ces critiques, Kollerstrom se serait, entre autres, laissé abuser par la ressemblance entre les figures des théories d'Horrocks et de Newton qui l'aurait conduit à un examen simpliste des travaux de ce dernier, et se serait inspiré de quelques remarques faites par Whiteside (1976), en les sortant complètement de leur contexte (Nauenberg, « Newton and the Lunar motion », J.H.A., 2001, vol. 32/2, may, n°107, pp. 162-168).

⁵⁶. Kollerstrom, 1995, p. 366 ; liste complétée et précisée avec des références bibliographiques françaises.

figurant dans cette liste pour voir une amélioration sensible de la précision des tables de la Lune. Dans les tables de Le Monnier ou dans celles de Halley (éditions anglaises et françaises) par exemple, la précision sur la position de la Lune est en effet de une à deux minutes d'arc sur la longitude écliptique. Cette précision accrue pouvait laisser espérer l'emploi de ces tables pour la détermination des longitudes en mer.

La liste suivante n'est pas une simple énumération d'ouvrages. Elle a pour but de signaler les moments importants, voire les moments-clefs de la recherche en astronomie sur les mouvements de la Lune au cours du XVIII^e siècle. Elle doit permettre aussi de faire le tri parmi l'ensemble des tables astronomiques publiées au cours du siècle, et de reconstruire ainsi les filiations.

1 ▷ **DELISLE**, J.-N, 1716 ou 1717, *Tables de la Lune selon la théorie de M. Newton*, restées manuscrites et confiées au maréchal Duc de Noailles [OP].

2 ▷ **HORREBOW**⁵⁷, Peter, 1718, *Franck Bibliothecæ novissimæ. Nova Theoria lunæ, observatio astronomica P. Horrebowii [Tabulæ lunares absque observationibus]*, Halle en Magdebourg. [exemplaire non localisé]. Ses comparaisons portent sur 30 observations selon Delisle.

3 ▷ **GRAMMATICI**⁵⁸, (le P. Nicaise ...), 1726, *Tabulæ lunares [...]*, Ingolstadt, typ. Vid. Grassianæ, 10 pp. [OP]. Petites tables abrégées de la Lune. Les comparaisons portent sur 60 observations et Grammatici discute de l'incertitude des valeurs des coefficients des équations de la théorie de Newton [Delisle, 1750, p. 153].

4 ▷ **WRIGHT**, Robert, 1732, *New and correct tables of the lunar motions, according to the Newtonian theory with a description of a new instrument for taking altitudes at sea*, Manchester, R. Whitworth, 110 pp. [OP]. Wright a établi ses tables pour concourir au prix des longitudes et a adressé une supplique aux Commissaires du Board en ce sens d'après Delisle. L'essentiel des ses comparaisons sont effectuées sur une trentaine d'éclipses de la Lune et non sur des positions de la Lune tabulées.

5 ▷ **CAPELLI**, Angelo, 1733-36, *Astrosophia numerica, sive Astronomica supputandi ratio [...]* A canonico Angelo Capello etc., Venise, A. Mora, (planches in fol.) [OP]. Cette *Astroscopie* a

⁵⁷. Lalande, 1803, BA, p. 371. Peder-Nielsen Horrebow (1679-1764), astronome danois, professeur à Copenhague, était l'élève et le successeur d'Ole Roemer, et observait depuis 1692. En 1710 il fut nommé astronome royal du Danemark [Lalande, 1803, BA, p. 367 et Masclet, 1999, p. 180].

⁵⁸. Le P. jésuite Nicaise Grammatici, né à Trente ??, mort à Ratisbonne le 28 sept. 1736. Fit de nombreuses observations à Fribourg à partir de 1718, à Ingolstadt de 1722 jusqu'en 1726, à Madrid, en 1727-28 puis à Trente en 1729 [Lalande, 1803, BA, p. 376].

fait l'objet d'une éphéméride de la Lune calculée pour l'année 1736, publiée à Nuremberg en 1735 par Adelburner. Delisle ne connaît aucun utilisateur de « *cette éphéméride à l'existence éphémère* ».

6 ▷ **LEADBETTER**, Charles, 1735, *Uranoscopia, or the Contemplation of the Heavens*, London, J. Wilcox, 590 pp. [OP]. C'est aussi l'une des principales sources de Le Monnier pour la recherche des longitudes en mer [Pingré, 1757, p. 180-181].

7 ▷ **DUNTHORNE**⁵⁹, Richard, 1739, *The practical astronomy of the Moon, or, New tables of the Moon's motion; exactly constructed from Sir Isaac Newton's theory, as published by dr. Gregory in his Astronomy : with precepts for computing the place of the Moon, and eclipses of the Luminaries*, Cambridge, John Senex; Oxford, James Fletcher (88 pp.) [OP].

8 ▷ **BRENT**, Charles, 1740, *The Compendious astronomer : containing new and correct tables for computing in a concise manner the places of the luminaries; digested from numbers founded on the latest observations [...]*, London, J. Robinson and W. and T. Payne (402 pp.) [OP].

9 ▷ **LE MONNIER**, Pierre-Charles, 1746, *Institutions Astronomiques, ou leçons élémentaires d'Astronomie pour servir d'introduction à la Physique Céleste et à la Science des Longitudes... [traduit du latin de Jean Keill, et améliorées ...]*⁶⁰, Paris, H.-L. et J. Guérin, [Nantes, 19.281*rouge, Rés.]

Une première réflexion sur les tables de la Lune et particulièrement celles de Flamsteed est due à Richard Dunthorne :

10 ▷ **DUNTHORNE**, Richard, 1748, « A letter [datée de Cambridge, le 4 nov. 1746] from Mr. Richard Dunthorne, to the Rev. Mr. Cha. Mason, F.R.S. and Woodwardian Professor of Nat. Hist. at Cambridge, concerning the Moon's Motion », Ph. Tra., vol. 44 (Londres, 1748), pp. 412-420, lue le 5 fév. 1746. Cette lettre est examinée plus loin.

⁵⁹. R. Dunthorne (1711-1775). Découvre en 1749 « l'accélération séculaire » du moyen mouvement de la Lune. Voir infra, chap. IV.2, la très longue note sur le problème de cette prétendue « accélération ».

⁶⁰. Il s'agit de la traduction du dernier ouvrage de John Keill (1671-1721), *Introductio ad veram astronomiam, sive Lectiones astronomicæ habitæ Oxonii*, (in-8°) paru à Oxford en 1718, réimprimé en anglais (in-8°) en 1721. Lalande laisse entendre que la traduction et les additions de Le Monnier représentent un progrès par rapport à l'original [Lalande, 1803, BA, p. 369; Michaud, 1843, t. ??, p. ??].

11 ▷ **HALLEY**, Edmond, 1749, *Edmundii Halleii [...] Tabulæ astronomicæ. Accedunt de usu tabularum præcepta*, London, apud G. Innys [BN V-8465]. Elles sont publiées à l'initiative de John Bevis⁶¹.

12 ▷ **HALLEY**, Edmond, 1752, *Astronomical tables with precepts, both in English and Latin, for computing the places of the Sun, Moon, planets and Comets, by Edmond Halley*, London, W. Innys [BN V-8466].

Citons la seconde lettre de Delisle sur les tables de Halley publiées à Londres :

13 ▷ **DELISLE**, Joseph-Nicolas, 1750, « Seconde lettre de M. de L'Isle [...] sur les *Tables astronomiques de M. Halley* [...] », J.D.S., mars 1750, pp. 150-163. [Editée séparément à Paris (in-12°), OP, 21589]. La lettre de Delisle sur les tables de la Lune de Halley est jugée « curieuse » par Lalande. Delisle fournit quelques indications sur les tables newtoniennes qui ont servi à compléter cette présente liste. Mais Delisle semble ignorer l'existence des tables de Leadbetter (1735), Dunthorne (1739) et de Brent (1740).

14 ▷ **CHAPPE D'AUTEROUCHE**⁶², (L'abbé) Jean, 1754, *Tables Astronomiques de M. Halleii. Première Partie qui contient aussi les observations de la Lune, avec les préceptes pour calculer les lieux du Soleil & de la Lune, & découvrir les erreurs des Tables lunaires pendant une période de 223 lunaisons; ouvrage destiné principalement à l'usage des Navigateurs & au progrès de la Phisique. Seconde édition par M. l'abbé Chappe d'Auteroche, où l'on trouvera plusieurs additions & dissertations phisiques communiquées à l'Académie Royale des Sciences*, Paris, Durand et Pissot, (328 pp.) [BN, V-20642; Nantes, 19.433(I)].

15 ▷ **LALANDE**, Jérôme, 1759, *Tables astronomiques de M. Halley pour les planètes et les comètes, réduites au nouveau style & au méridien de Paris, augmentées de plusieurs tables nouvelles de différens auteurs avec des explications détaillées et l'Histoire de la Comète de 1759, par Delalande*, 2nde édition, Paris, Durand et Pissot [BN, V-20643; Nantes, 19.433 (II)].

⁶¹. Cook, 1996, p. 350.

⁶². L'abbé Jean Chappe d'Auteroche (1728-1769). Il mourut en Californie lors de son voyage pour observer le passage de Vénus en 1769 [Masclat, 1999, p. 82-83. Voir Lalande, 1803, BA, p. 452. La biographie la plus intéressante reste celle d'A. Armitage (1954)]. Voir infra, plus loin pour des éléments biographiques plus précis.

La lettre de Richard Dunthorne du 4 novembre 1746 (publiée en 1748)

Dunthorne se propose de revenir sur le protocole de comparaison des tables de la Lune avec les observations, comparaisons poursuivies depuis la publication de ses tables en 1739, s'inspirant de la méthode indiquée par Flamsteed dans l'introduction de son *Histoire Céleste* parue en 1725⁶³.

Dunthorne souligne bien le problème. Une comparaison des tables de la Lune doit débiter par un examen des tables du Soleil, du choix de l'époque origine et des éléments de référence pour préciser sa position. Deux des angles entrant dans les équations donnant le mouvement de la Lune sont la longitude écliptique moyenne du Soleil et la distance angulaire entre le Soleil et la Lune. **La précision dépend donc bien de la précision et de l'amélioration que les astronomes sont capables d'apporter simultanément aux tables du Soleil et de la Lune.** Notons que Mayer et Lacaille travailleront quasi-simultanément à l'amélioration des tables du Soleil, le dernier emportant la palme entre 1750 et 1758 avec des mémoires très importants qui ont été étudiés dans un vaste et magnifique article écrit par Curtis Wilson (1980)⁶⁴.

Dunthorne examine chacune des équations de la théorie de Newton, émet des doutes sur la fameuse sixième équation de Newton — dont le signe doit être inversé selon Kollerstrom (1995) — et propose diverses corrections des équations de cette théorie. La suite et l'essentiel du mémoire de Dunthorne consiste en une table résumant les comparaisons entre les observations de la Lune de Flamsteed et de Halley, et la position calculée de la Lune à partir de ses propres tables pour : 1°. des observations d'éclipses réparties entre les années 1652 et 1737 (p. 416) ; 2°. des positions de la Lune observées entre 1684 et 1714, calculées par Halley. Ses résultats sont encourageants : les écarts entre les observations et ses tables sont de 3' au maximum et n'excèdent pas 2' en moyenne.

On est donc bien loin de tables construites sur une théorie de la gravitation universelle. Le mythe des tables newtoniennes, accréditant l'accord de ces tables avec cette théorie perdurera jusqu'aux travaux d'Euler, de Clairaut et de d'Alembert. En 1931, Marguet, malgré la qualité de son ouvrage et ses compétences en astronomie, commet une confusion regrettable quand il effectue un rapprochement maladroit entre la « *révélation de la loi de Newton* » en 1685 et la parution de sa

⁶³. Flamsteed, 1725, *Historiæ cœlestis Britannicæ volumina tria*, Londres, in-fol. [Lalande, 1803, BA, p. 379]. Introduction, pp. 133 et suiv.

⁶⁴. Lacaille, « Mémoire sur les élémens de la théorie du Soleil », HARS 1750 (Paris, 1754), Mém., pp. 11-27 et 166-178; HARS 1752 (Paris, 1756), Mém., pp. 520-523. Lacaille, 1758, *Tabulæ solares [...]*, Paris, Guérin et

théorie de la Lune en 1713, laissant entendre que ses tables devaient tout à la loi de la gravitation universelle⁶⁵. Et il ne semble pas certain que le mythe soit mort même encore aujourd'hui et que les esprits soient bien au clair sur ce sujet.

Notons qu'après ses travaux publiés par Gregory en 1702, Newton développe une théorie du mouvement apsidal de la Lune, au Livre I (prop. XLV) et dans les premières propositions du Livre III de ses *Principia*; les principaux éléments de ces calculs seront discutés au chapitre suivant, dans le cadre des réflexions que Clairaut entreprend sur ce sujet en 1743. La théorie newtonienne du mouvement de la Lune n'est achevée que pour la seconde édition des *Principia*, en 1713. Bien que Newton ait complété une théorie de la Lune plus aboutie non publiée, dans les années 1685-86⁶⁶, son explication de 1713 reste incomplète : il ne retrouve pas le mouvement de « l'apogée lunaire », i.e., la période de révolution de la ligne des apsides de l'orbite lunaire, et sa période de 8 ans et 310 jours environ. Cet aspect de la théorie newtonienne et les réponses apportées par Alexis Clairaut entre les années 1743-1749 est étudiée au chapitre IV.2.

II. HALLEY, LE SAROS ET LES LONGITUDES EN MER

Les années 1676-1682 marquent le début des réflexions de Edmond Halley (1656-1742) sur les moyens de déterminer les longitudes en mer à l'aide des méthodes lunaires, ainsi que sur une possible correction des tables de la Lune à l'aide du *saros*. Envoyé à l'île de Sainte-Hélène en 1677-78, Halley essaie divers moyens de déterminer les longitudes. Ses réflexions sur les méthodes lunaires pour la DLM s'enrichissent de toutes les discussions et débats qu'il aura avec Newton et Flamsteed. En 1702, avec la théorie newtonienne de la Lune publiée par Gregory, Halley dispose de plus de grain à moudre.

Il poursuivra activement son projet initial lorsqu'il deviendra astronome royal à Greenwich en 1720, succédant à Flamsteed : **observer un cycle de 223 lunaisons soit environ 18 années (18 ans et 11 jours) afin de déceler toutes les inégalités du mouvement de la Lune, et ainsi être capable**

Delatour. Taton (1978b, p. 324) précise que cet ouvrage, imprimé à compte d'auteur, n'a pas été mis dans le commerce. Voir C. Wilson, 1980, pour une étude sur les théories du Soleil de Lacaille et de Mayer.

⁶⁵. Marguet, 1931, p. 187.

de corriger le mouvement de la Lune dans le but de déterminer les longitudes à l'aide de ses mouvements.

Le projet est basé sur l'hypothèse que **les inégalités du mouvement de la Lune se répètent périodiquement et qu'il est donc possible de trouver les erreurs des tables sur un *saros* à partir des observations, ces erreurs se reproduisant périodiquement.**

Ce paragraphe se propose de faire le point sur la validité de cette hypothèse, de préciser comment Halley l'exploite et comment certains astronomes français vont s'inspirer de ses travaux.

II.1 HALLEY ET SON IDÉE DU *SAROS*

En examinant la manière dont certains astronomes français s'approprient le projet de Halley de correction des tables lunaires selon le procédé du *saros*, il nous est apparu nécessaire de répondre aux questions suivantes :

Premièrement, le cycle du *saros* est-il remarquable ? Et en quoi est-il remarquable ? Une double coïncidence entre diverses périodes est à l'origine du projet de Halley comme il sera montré ci-après.

En second lieu, cette période peut-elle répondre aux attentes des astronomes du XVIII^e siècle qui se sont fixés pour objectif de corriger les tables de la Lune en supposant que les erreurs des tables se reproduisent au bout d'un tel cycle ? On montre que le projet — qui supposait une astreinte à un type d'observations soutenues et délicates — était finalement vain.

La « bonne logique » voudrait que l'origine du nom doit être traitée en premier. Pourtant, cette question ne sera abordée que dans un troisième temps, après avoir exposé l'aspect astronomique du problème. D'où vient la dénomination *saros* ? Bien que le questionnement soit déjà ancien, les sources divergent quant à l'origine de ce nom.

Notons dès maintenant que, selon la plupart des spécialistes de l'astronomie ancienne, l'appellation *saros* est conventionnelle et moderne⁶⁷. Et à part l'astronome Legentil, il semble bien que cette appellation fut aussi conventionnelle ou pour le moins commode pour la plupart des astronomes

⁶⁶. La théorie newtonienne de la Lune a été publiée par Cohen, B.I., 1975, *Isaac Newton's Theory of the Moon's Motion (1702)*, London, Wm. Dawson (non consultée au moment de la rédaction finale de la thèse). Voir aussi Hoskin et Whiteside, 1974-75, ainsi que Whiteside, 1976.

⁶⁷. Tannery, 1893 ; Neugebauer, 1975 ; Verdet, 1990 et 1998.

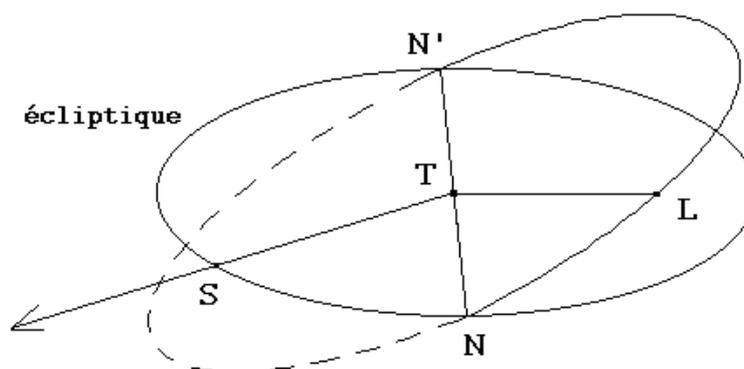
du XVIII^e siècle. Si l'on désire, en puriste, éviter l'usage du nom *saros*, on peut désigner ce cycle comme « période des éclipses de 18 années » ou encore « théorie Babylonienne des éclipses ».

II.1.1. Ce qu'est le cycle du *saros*

La période du *saros* résulte à la fois d'une combinaison et d'une coïncidence numérique entre diverses périodes de reproduction de certains phénomènes astronomiques liés, selon la tradition et la pratique, aux éclipses visibles depuis un même lieu sur la Terre⁶⁸.

Figure IV.1.2 : Le cycle du *saros*, combinaison des périodes de révolution du Soleil et de la Lune autour de la Terre, choisie comme origine du repère. [D'après Geneslay, 1960; Parisot et Suagher, 1988; Danjon, 1994, pp. 303-304;].

La ligne des nœuds NN' est l'intersection du plan de l'écliptique et du plan de l'orbite de la Lune. TS la direction dans laquelle est vu le Soleil. Le Soleil, la Lune et la ligne des nœuds NN' effectuent chacun une révolution autour de la Terre avec une période déterminée. La combinaison de ces périodes donne naissance, entre autres, au fameux cycle du *saros*.



Il y a éclipse de Lune ou éclipse de Soleil (ou plutôt occultation du Soleil par la Lune) lorsque le Soleil, la Terre et la Lune sont quasiment alignés.

Mais dans quelles conditions les éclipses se reproduisent-elles ?

⁶⁸. Voir Geneslay, 1960, pp; 329-335 et Parisot et Suagher, 1988, pp. 146-147.

Comme il a déjà été signalé, le plan de l'orbite de la Lune autour de la terre est animé d'un double mouvement de précession. La ligne des apsides (périgée-apogée) accomplit une révolution dans le sens direct en environ 8 ans et 310 jours alors que la ligne des nœuds NN' parcourt l'écliptique dans le sens rétrograde avec une période 18 ans et 219 jours environ. L'inclinaison du plan de l'orbite lunaire sur l'écliptique est elle-même variable entre 5°0' et 5°18' environ, le maximum étant atteint lors des éclipses.

On voit les complications que cela crée pour la prévision du retour des éclipses.

Les éclipses de Soleil ou de Lune se produisent lorsque les pleines Lune ou les nouvelles Lune (les *syzygies*) se produisent lorsque la Lune se trouve à proximité des nœuds N et N' (voir figure IV.1.2). Autrement dit quand :

a) le Soleil se situe à proximité du nœud N ou N';

b) la Lune est au voisinage du même nœud pour une éclipse de Soleil ou au nœud opposé pour une éclipse de Lune.

Mais il ne se produit pas une éclipse à chaque syzygie ni à chaque passage de la Lune par l'un de ses nœuds. Il y a éclipse de Soleil, par exemple, si la Nouvelle Lune se produit à proximité de l'un des nœuds de son orbite, c'est-à-dire à proximité du plan de l'écliptique. Or, les syzygies sont gouvernées par la révolution synodique et la position du nœud par la révolution draconitique, quantités lentement variables dans le temps⁶⁹. Pour tenter de prédire le retour des éclipses, il faut donc distinguer plusieurs périodes dans le mouvement de la Lune⁷⁰ :

- la révolution synodique, notée **S** : elle vaut **29,530 589 jours** environ. Cette période correspond au retour des conjonctions successives avec le Soleil, de Nouvelle Lune à Nouvelle Lune. C'est la lunaison.

- la révolution draconitique, notée **D** : elle vaut **27,212 221 jours**. Elle représente l'intervalle moyen de temps séparant deux passages de la Lune au même nœud (le nœud ascendant conventionnellement) de son orbite.

⁶⁹. Leurs expressions en fonction du temps sont données dans B.D.L., 1997, *Introduction aux éphémérides astronomiques*, p. 254.

⁷⁰. Geneslay, 1960; Pascoli, 1993, pp. 128-132; Danjon, 1994, pp. 303-330.

A partir de l'observation d'une éclipse, on peut en déduire une **période de récurrence** qui ramène presque exactement la Lune, le Soleil et la Terre dans la même configuration dans l'espace. Or on remarque que 223 fois S est sensiblement égal à 242 fois D :

$223 \times S \approx 6\,585,32135$ jours et $242 \times D \approx 6\,585,35748$ jours soit environ 18,029677 années juliennes ou encore **18 années et presque 11 jours** (10,84 jours en moyenne, selon le nombre d'années bissextiles incluses dans le cycle). Cette durée est précisément ce que de nombreux ouvrages d'astronomie, depuis Halley en 1692, définissent comme le *saros*, période de récurrence des éclipses.

Mais cette période ne serait d'aucune utilité pratique si, par une heureuse coïncidence, le *saros* ne restituait pas aussi les inégalités importantes qui affectent le mouvement de la Lune sur son orbite. Il est donc nécessaire de tenir compte aussi de la révolution anomalistique de la Lune, notée **A**, et qui vaut **27,554 550 jours**. Cette période correspond au retour de la Lune à son périégée, c'est-à-dire le temps pour que l'anomalie moyenne de la Lune ait augmenté de 360° . Or 239 révolutions anomalistiques ont sensiblement la même valeur que la précédente :

$$239 \times A \approx 6\,585,53745 \text{ jours} \approx 223 \times S \approx 242 \times D.$$

La partie décimale du *saros* ou 223 révolutions synodiques, correspond environ à 0,3214 jours, soit 8 heures ou approximativement un tiers de jour. Entre deux éclipses successives séparées par un *saros*, la Terre a donc tourné 6585 fois plus un tiers de tour environ (ce qui correspond à 120° de longitude) et l'éclipse a lieu environ 120° à l'Ouest de la précédente⁷¹. Mais ce décalage peut varier sensiblement si la Lune est proche de son apogée ou de son périégée, en raison de la variation de sa vitesse orbitale.

La discussion sur la réplique des éclipses est assez longue et nous éloignerait du sujet abordé dans ce chapitre. Divers auteurs traitent des conditions dans lesquelles les éclipses se reproduisent considérant soit les révolutions synodiques soit les révolutions draconitiques⁷². Le lecteur est invité à s'y référer.

Notons donc que le *saros* est effectivement une période remarquable et qu'une double coïncidence heureuse pouvait donner l'idée aux astronomes de l'utiliser pour la correction des tables de la Lune. Puisque l'anomalie moyenne de la Lune reprend sensiblement la même valeur à l'issue de

⁷¹. Geneslay, 1960, p. 331.

⁷². Voir Danjon, 1994, pp. 303-350; Pascoli, 1993, pp. 128-132.

ce cycle, les astronomes du début du XVIII^e siècle pouvaient espérer qu'il en aille de même pour l'ensemble des inégalités de son mouvement.

II.2.2. Les observations de la Lune de Halley et l'idée de la correction des tables à l'aide du saros

C'est à l'occasion de son premier voyage vers l'île de Sainte-Hélène en 1677-78⁷³ que Halley, alors âgé de 20 ans, forme le projet d'améliorer les tables de la Lune pour résoudre le problème des longitudes à la mer⁷⁴.

Il expose lui-même l'origine de ses idées et de ses travaux dans son mémoire paru en 1733, dans le volume des *Philosophical Transactions pour les années 1731-1732*⁷⁵. Il reproduit dans ce mémoire, l'intégralité des additions qu'il avait insérées en 1710 dans l'édition des *Tables Carolines* de Thomas Streete⁷⁶, jugeant ces tables de la Lune, jusqu'à cette époque, comme les meilleures. De larges extraits de ces additions sont également reproduits dans HARS pour l'année 1759, dans un mémoire où l'historien de l'Académie présente le *Mémoire sur l'observation des longitudes en mer par le moyen de la Lune* de l'abbé Lacaille⁷⁷.

Halley débute ses premières observations suivies de la Lune, entre octobre 1682 et juin 1683. Il manifeste déjà le projet d'observer la Lune sur tout un saros, afin d'observer les vrais lieux de la Lune, annonce faite dans un appendice à sa troisième édition des tables de la Lune de Streete (*Astronomia Carolina*). Durant l'année 1682, Halley pense que le mouvement rapide de la Lune constitue sans doute le meilleur moyen de déterminer les Longitudes en mer. Il semble qu'il n'ait pas encore à cette époque véritablement traité ses observations. La théorie de la Lune était encore en devenir, et le seul modèle auquel Halley pouvait comparer ses observations était celui de Jeremiah Horrocks⁷⁸. Comme il a été indiqué plus haut, Horrocks avait développé pour la Lune un modèle d'ellipse en rotation

⁷³. Halley est en voyage à Sainte-Hélène de la fin 1676 à la mi-1678. Il y reste 8 mois et effectue de nombreuses observations astronomiques. Il en résultera un catalogue des étoiles australes publié à son retour. Il obtient une reconnaissance à la hauteur de la qualité de ses travaux puisqu'il est élu à la Royal Society le 30 nov. 1678 à l'âge de 22 ans et est diplômé d'Oxford le 3 déc. 1678 sans avoir passé les examens.

⁷⁴. Cook, 1996; 1998, pp. 130-131.

⁷⁵. Halley, 1731, pp. 185 et 188-190.

⁷⁶. Streete, Thomas, 1710, *Astronomia Carolina, editio altera*, London, in-4°, en anglais [Lalande, 1803, BA, p. 356]. Une édition latine avait été donnée en 1705 à Nuremberg par Johann Gabriel Doppelmayr (1671-1750), mathématicien et astronome allemand [Lalande, 1803, BA, p. 351].

⁷⁷. HARS, 1759, Hist., pp. 166-180, notamment, pp. 172-175.

⁷⁸. Wilson, 1987 et 1995b.

autour de la Terre, avec une excentricité variable⁷⁹. Halley et Flamsteed considéraient que ce modèle était alors le meilleur disponible pour traiter les observations de la Lune.

Lorsque Newton bute sur la théorie de la Lune en 1702 et pour la seconde édition de ses *Principia*, Halley est déjà engagé dans son projet d'observer la Lune sur un cycle de 223 lunaisons ou de 18 ans et 11 jours. Il se sert de son hypothèse du retour des inégalités de la Lune à l'issue d'un *saros* pour prévoir des éclipses de la Lune, en allant rechercher les éclipses correspondantes qui se sont produites 18 années plus tôt. C'est le cas pour les éclipses du 2 juin 1684 correspondant à celle du 22 juin 1666, pour celle du 19 septembre 1689 répondant à celle du 8 septembre 1671. En 1694, il détermine la longitude du cap de Bonne-Espérance à partir de l'éclipse de Lune qu'il avait observée en 1676.

C'est donc une vieille idée tenace que Halley exploite bien avant de devenir astronome royal en 1720, à la mort de Flamsteed. Mais ses observations de la Lune sont encore trop discontinues pour pouvoir répondre aux espoirs que l'astronome anglais fonde sur elles. Lorsqu'il reçoit la charge de directeur de l'Observatoire de Greenwich, sa mission est claire. Son poste d'*Astronomer Royal* lui commande de corriger les tables des mouvements des planètes afin de résoudre le problème des longitudes :

[...] the post of *Astronomical Observer* expressly commanding me to apply myself with the utmost Care and Diligence to the rectifying the Tables of the Motions of the Heavens, and the Places of the Fix'd Stars, in order to find out the so much desired Longitude at Sea, for the perfecting the Art of Navigation⁸⁰.

Halley équipe l'Observatoire de Greenwich avec les instruments requis par cette tâche, en particulier un instrument méridien ou instrument des passages. A l'aide de celui-ci, il entreprend un suivi systématique de la Lune, l'observant lors de son passage au méridien et mesurant son ascension droite. Il fournira dans ses tables cette coordonnée, l'argument annuel et la distance angulaire de la Lune au Soleil à l'apogée de la Lune.

L'année 1731 offre enfin l'espoir de voir le problème des longitudes trouver sa solution. Lorsque Halley écrit son mémoire en 1731, il n'est qu'à la moitié du premier *saros* observé de manière continue. Les écarts constatés sont avantageux et encourageants puisqu'ils n'excèdent pas 5', et sont souvent de l'ordre de 2', précision requise pour déterminer la longitude terrestre à l'aide des

⁷⁹. Cook, 1998, p. 357.

⁸⁰. Halley, 1731, p. 192.

mouvements lunaires. Halley n'est toutefois pas dupe de la précision extraordinaire de ses tables : les observations ont été effectuées par un astronome entraîné, sur terre, dans un observatoire fixe. En mer, il en va tout autrement : la précision des observations effectuées sur un navire en mouvement, faute d'instrument adéquat, n'est encore pas suffisante pour employer de telles tables. Mais Halley fonde de grands espoirs dans le nouveau modèle d'octant que le vice-président de la Royal Society, John Hadley, vient juste de soumettre à la Royal Society⁸¹.

A la fin des années 1730, les écarts des tables seront de l'ordre de 8' sur le cycle entier. A. Cook (1996) identifie les possibles sources d'erreurs présentes dans les tables de la Lune de Halley. Ce dernier fournit la longitude du centre de la Lune lors de son passage au méridien. Ceci implique une bonne connaissance du diamètre angulaire de la Lune et donc de son demi-diamètre, valeur en général donnée dans les tables astronomiques ou dans les tables des manuels de navigation. Cette observation implique aussi des corrections de réfraction et de parallaxe lunaire, données sur lesquelles les tables de l'époque sont loin d'être satisfaisantes.

En amassant ainsi un nombre considérable d'observations de la Lune, les comparaisons des lieux observés de la Lune aux valeurs tabulées deviennent significatives et Halley obtient la confirmation de son hypothèse de correction des tables à l'aide du *saros*. Lorsque John Bevis (1695-1771) éditera en 1749 de manière posthume les tables astronomiques de Halley, il joindra la comparaison de toutes les observations effectuées entre 1721 et 1739, soit un cycle ou *saros* complet, avec les valeurs de la longitude de la Lune prédites par les tables. Ainsi, un astronome a la possibilité d'aller rechercher une observation correspondante à la sienne, effectuée un *saros* ou 18 années plus tôt.

Nous verrons plus loin comment cette méthode sera pratiquée par Le Monnier ou par le marquis de Chabert.

⁸¹. Hadley, 1731. Voir aussi Stimson, 1996, pp. 81-82.

Une traduction française du mémoire de Halley aux Archives de la Marine

Les textes de Halley des années 1730 éveillent un vif intérêt de la part du département de la Marine française. On trouve quelques échos de cet intérêt dans des traductions ou des mémoires conservés aux Archives Nationales, notamment dans la série Marine 3 JJ : *Astronomie et navigation, observations ou opérations diverses (1736)*. Extrait des mémoires de l'Académie Royale des Sciences pour l'année 1736 [AN, MAR, 3 JJ 13 (12)], notamment :

* Extrait de la traduction des Transactions Philosophiques par Mons de Brémond, année 1731, Num 420 : *Description d'un nouvel instrument pour mesurer des angles, donnée à la Société Royale le 13 may 1731, par M. Hadley, Vice président de la Société royale (5 ff.) ;*

* idem, 1731, num 421 : *Méthode pour trouver en mer la longitude a un degré ou vingt lieues près, annoncée par le docteur Halley astronome du Roy & vice président de la société Royale avec les avantages qu'il a retirés pour perfectionner cette méthode d'une longue suite d'observations exactes du mouvement de la lune faites par luy meme à l'observatoire royal de Greenwich. (6 ff.).*

II.2.3. Le saros pouvait-il répondre aux attentes de Halley ?

Si son utilité pour la prédiction des éclipses est certaine, quoique délicate⁸², son emploi pour la prédiction des erreurs des tables de la Lune paraît plus aléatoire en regard de l'incertitude sur les différentes équations ou inégalités permettant de calculer la longitude de la Lune.

La différence entre la durée des cycles $223 \times S$ et $239 \times A$ vaut environ 0,216 jours, soit environ $5^h 11^{\text{min}}$. Or cette durée est le temps nécessaire pour que l'anomalie moyenne de la Lune augmente de $2^\circ 49'$ environ⁸³. Le *saros* n'est donc qu'une période approchée. **Le cycle du saros de 18 ans et 11 jours ne peut donc prédire que le retour moyen des éclipses, puisque qu'aucune des inégalités du mouvement de la Lune sur son orbite ne suivent cette période.**

⁸². L'astronome autrichien Theodor Ritter von Oppolzer (1841-1886) est resté célèbre pour son célèbre *Canon des éclipses* paru après sa mort en 1887, dans lequel il avait rassemblé les éléments de 13 200 éclipses de Soleil et de Lune, de 1207 AV JC à l'an 2161 [*Kanon des Finsternisse*, 1887, Wien]. Selon Danjon (1994, p. 326), le Canon d'Oppolzer compte en moyenne 42,8 éclipses de Soleil par *saros* dont 15,1 partielles, 11,9 annulaires, etc. Mais le nombre total d'éclipses par *saros* est variable entre 39 et 47.

⁸³. La variation anomalistique s'établit à : $360^\circ/A = 13^\circ,065$ degré par jour environ ou encore $0^\circ,544$ degré par heure. En $5^h 11^{\text{min}}$, l'anomalie varie de $2^\circ 49'$ environ.

Comme le montre le texte figurant dans la planche IV.1.1, dans lequel Legentil (1756a) examine l'hypothèse de Halley de retour des erreurs des tables, la discussion technique n'est pas simple. Legentil conclut d'ailleurs que :

Si M. Halley a dit que les éclipses reviennent au bout de dix-huit ans accompagnées des mêmes circonstances, & que les erreurs des Tables sont aussi les mêmes, c'est sans doute parce qu'il n'a pas comparé des observations éloignées entr'elles de plusieurs périodes. Or comme il est très-difficile [...] de s'assurer d'une demi-minute de plus ou de moins dans deux lieux de la Lune éloignés entr'eux de l'intervalle de la période de Pline⁸⁴, on voit sans peine ce qui peut avoir fait illusion à ce célèbre Astronome⁸⁵.

Dans le troisième tome de ses *Recherches sur différens poins importans du système du Monde* (Paris, 1756), d'Alembert commente l'usage de cette période pour la correction des tables de la Lune dans son article « De la période de M. Halley. Réflexions sur l'usage de cette période »⁸⁶. Comparant les inégalités du mouvement de la Lune extraites des *Institutions astronomiques* de Le Monnier (1746) et de l'édition des *Tables Astronomiques* par Chappe (1754), d'Alembert écrit :

il est aisé de voir qu'elles ne sont pas exactement les mêmes à la fin & au commencement de la période, à l'exception peut-être de la distance [angulaire] de la Lune au Soleil qui est sensiblement la même à 17" près⁸⁷.

Examinant ce qu'il advient des valeurs de la distance angulaire de la Lune au Soleil, de la distance de la Lune à son apogée et de celle de la Lune à son nœud, au bout d'un cycle de 18 années et 11 jours (en moyenne), d'Alembert conclut :

Ainsi les équations qui dépendent de ces trois argumens, ne seront pas exactement les mêmes à la fin de la période qu'au commencement, sans parler des autres inégalités qui dépendent de l'anomalie du Soleil, de la distance de cet astre au nœud, & à l'apogée de la Lune, & de la distance de l'apogée de la Lune au nœud⁸⁸.

⁸⁴. Voir infra, plus loin. La principale occurrence du nom *saros* se trouve dans un « passage vicieux » de l'*Histoire Naturelle* de Pline, selon Legentil (1756a).

⁸⁵. Legentil, 1756a, p. 64.

⁸⁶. D'Alembert, 1756, pp. 63-69.

⁸⁷. D'Alembert, 1756, p. 64.

⁸⁸. D'Alembert, 1756, p. 65.

Après avoir tenté d'établir comment ces arguments sont modifiés après un *saros*, d'Alembert estime qu'il

est aisé de voir qu'on ne peut déterminer par l'erreur connue des Tables au commencement de la période, ce qu'elle doit être exactement à la fin⁸⁹.

Mais d'Alembert n'est pas opposé à cette procédure. En fait, on peut estimer que d'Alembert est, à cette époque, enfermé dans une position de principe affirmée dès le début de son ouvrage, puisqu'il écrit dès les premières lignes de ses *Nouvelles observations sur les Tables de la Lune*, « que pour faire le calcul des lieux de la Lune, il valoit mieux s'en tenir à la forme ordinaire des Tables astronomiques qu'à toute autre, parce que les Astronomes sont accoutumés à cette forme, & que d'ailleurs elle simplifie le travail »⁹⁰.

N'ayant pas mis en forme ses propres tables de la Lune, ne pouvant répondre au défi et à la concurrence que lui imposent Clairaut, Euler et Mayer, d'Alembert n'a d'autres ressources que de développer les tables de la Lune que Le Monnier a publié dans ses *Institutions Astronomiques* en 1746. Aussi ne doit-on pas être surpris de lire, à la suite des critiques qu'il formule à l'égard du projet de Halley, que d'Alembert va s'attacher à dresser des tables destinées à faciliter la recherche des erreurs des tables de la Lune de Le Monnier⁹¹.

II.2. LE SAROS ? UNE ERREUR HISTORIQUE SELON LEGENTIL ET LACAILLE

Après avoir rappelé en quoi le *saros* était un cycle assez remarquable et l'utilité que l'on pouvait en espérer pour la correction des tables de la Lune, le troisième point que l'on se propose d'examiner concerne l'origine du nom *saros*. Il semblait important de rassembler les diverses versions et les éventuelles contestations qu'elles ont suscitées.

II.2.1. Legentil : Halley aurait dû vérifier ses sources

Malgré le succès de la publication posthume de ses tables, Halley voit son autorité contestée. Une première fois, en 1756, par l'astronome Guillaume Legentil de la Galaisière (1725-1792) qui dans les *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences* pose le double problème de l'origine du nom *saros*

⁸⁹. D'Alembert, 1756, p. 67.

⁹⁰. D'Alembert, 1756, pp. 1-2.

et de la validité de l'hypothèse de base de Halley (voir l'introduction à ce paragraphe) dans deux longs mémoires, le principal étant intitulé *Remarques sur un mémoire de M. Halley [...] dans lequel M. Halley parle du saros des Chaldéens*. Selon Legentil, c'est Halley seul qui mentionne ce nom, l'attribuant abusivement aux Chaldéens : il a tort et « *M. Halley auroit dû ne pas tant s'avancer sur la bonté de cette période* »⁹². Lacaille assure une seconde critique plus virulente dans son *Mémoire sur l'observation des longitudes sur mer* lu à Paris en mars et avril 1759 : Halley a choisi un parti « *qu'on peut bien regarder comme la dernière ressource d'une cause presque désespérée* »⁹³.

Après avoir présenté succinctement le fond d'un mémoire que Halley écrit en 1692⁹⁴, le « justicier Legentil »⁹⁵ montre dans une première partie comment, selon lui, l'hypothèse formulée par l'astronome anglais et qui consiste à postuler que les inégalités du mouvement de la Lune se reproduisent de manière identique au bout d'un *saros*, ou, selon l'expression de l'époque, que les erreurs des tables de la Lune se répètent au bout de ce cycle, est erronée⁹⁶.

Dans une seconde partie⁹⁷, Legentil examine les sources à partir desquelles Halley attribue aux Chaldéens la découverte d'un cycle qu'ils auraient nommé *saros*, montre qu'il ne s'agit que d'une légende, que personne n'a dénoncée depuis. Comme le souligne D. Savoie, le *saros* est une erreur historique et comme l'écrit Legentil, Halley aura été trompé par quelque compilateur et est coupable de n'avoir pas vérifié ses sources⁹⁸.

Halley se trompe en supposant que les erreurs des tables se répètent tous les 18 ans⁹⁹

Nous ne savons pas si Legentil a pris connaissance des remarques que d'Alembert avait formulées dans son ouvrage paru en 1756 et dont nous nous sommes fait l'écho plus haut dans cette étude. Legentil lit son mémoire au cours de l'année 1757 (le second est lu le 3 septembre de cette même année). Ses deux textes ne paraissent qu'avec la livraison des Mémoires de l'Académie pour

⁹¹. D'Alembert, 1756, pp. 68-81.

⁹². Legentil, 1756a, p. 64 (et 1756b). Ces mémoires ont été en partie étudiés par Savoie, 1997, pp. 16-17.

⁹³. Lacaille, 1759, p. 65.

⁹⁴. Je n'ai pas encore pu avoir accès au texte original.

⁹⁵. Legentil, 1756a et 1756b. L'expression est de Denis Savoie, 1997, p. 16.

⁹⁶. Legentil, 1756a, pp. 56-64.

⁹⁷. Legentil, 1756a, pp. 64-69.

⁹⁸. Legentil, 1756b, p. 77 ; Savoie, 1997, p. 17.

⁹⁹. Legentil, 1756a, pp. 60-64.

1756, en 1762. Les discussions sont assez différentes sur le fond. Si d'Alembert traite le problème du point de vue théorique et analytique, en examinant les valeurs des différentes inégalités de la Lune, Legentil l'aborde du point de vue de l'astronomie pratique, approche étrangère à d'Alembert.

Après avoir montré que si le cycle du *saros* a pu présenter une utilité certaine dans l'Antiquité pour prédire le retour des éclipses, Legentil remarque que des astronomes, depuis Hipparque, « *s'étoient aperçus que les éclipses ne revenoient pas au bout de dix-huit ans accompagnées exactement des mêmes circonstances, & que par conséquent la période chaldéenne étoit imparfaite* »¹⁰⁰.

Legentil démontre à l'aide de quelques exemples que l'hypothèse de Halley du retour des erreurs des tables de la Lune est un « *point plus difficile à éclaircir* »¹⁰¹. Legentil estime qu'au bout d'un *saros*, puisque les éléments moyens de la Lune changent, les erreurs des tables doivent aussi changer, et que « *par conséquent, la différence des erreurs s'accumule tous les dix-huit ans* »¹⁰². Se basant sur l'examen des observations de plusieurs éclipses, Legentil essaie de montrer pourquoi Halley se trompe. La planche ci-après (Planche IV.1.1) reproduit quelques pages extraites du mémoire de Legentil et de ses considérations sur les éclipses homologues (i.e., les éclipses se produisant en un même lieu et séparées par un *saros*).

Montrant que l'erreur des tables supposée revenir tous les 18 ans est environ du même ordre de grandeur que l'incertitude sur les observations du lieu de la Lune (environ une demi-minute d'arc), Legentil conclut que « *[l']on voit sans peine ce qui peut avoir fait illusion à ce célèbre astronome* »¹⁰³. Puis, Legentil précise ses arguments :

[...] nous avons remarqué que long-temps avant M. Halley, Hipparque, Ptolémée & Bouillaud s'étoient aperçus que les éclipses ne revenoient pas au bout de dix-huit ans accompagnées exactement des mêmes circonstances, & que par conséquent la période Chaldéenne étoit imparfaite. Ces autorités ne semblent-elles pas démontrer que M. Halley auroit dû ne pas tant s'avancer sur la bonté de cette période ?¹⁰⁴

¹⁰⁰. Legentil, 1756a, p. 64.

¹⁰¹. Legentil, 1756a, p. 60.

¹⁰². Legentil, 1756a, pp. 60-61.

¹⁰³. Legentil, 1756a, p. 64.

Les Chaldéens et le *saros* : une erreur historique !?

Legentil soulève un certain nombre de problèmes concernant l'origine du nom *saros* et son attribution qui lui semble abusive aux Chaldéens. Tout d'abord, explique-t-il, si Halley parle du *saros* comme aussi de la *période de Pline*, semblant se référer à quelques passages de l'*Histoire Naturelle* de Pline l'Ancien (23-79), il ne précise pas ses sources. Or Halley prétend corriger un passage du « Lexicon grec de Suidas¹⁰⁵ » — emprunté au texte de Pline, explique-t-il — où il est indiqué que les éclipses se reproduisent toutes les 222 lunaisons. L'astronome anglais modifie sans raison apparente ce nombre en 223, et précise que ce cycle portait le nom *saros* chez les Chaldéens (les Babyloniens), attribuant de fait à cette civilisation la reconnaissance et la capacité à prédire le retour des éclipses tous les 18 ans environ (18 ans et 10 à 11 jours). Ayant ainsi fait le tour des avis des philologues, des historiens, des chronologistes et de toutes les sources et références dont il pouvait disposer, et n'ayant pu confirmer les propos de son confrère anglais, Legentil se prononce sur la pertinence des sources sur lesquelles Halley se fonde pour établir l'origine du *saros* :

[...] ceux qui se sont appliqués & qui s'appliquent aujourd'hui à l'étude des Antiquités & des Belles-Lettres, ont trouvé & trouvent presque toujours Suidas en faute. On ne peut donc pas s'appuyer avec trop de sûreté du sentiment de cet auteur pour savoir ce que les Chaldéens entendoient par leur *Saros*, d'autant mieux que Suidas ne cite point d'où il a tiré ce mot¹⁰⁶.

Après avoir longuement disserté sur le sens du mot *saros* qui désigne chez Bérosee — prêtre qui vécut à Babylone au III^e siècle avant notre ère — comme dans certaines traditions hébraïques, un cycle de 3600 ans, Legentil conclut « *qu'il suffit d'avoir fait voir que nous ignorons presque entièrement ce que c'étoit que le saros chez les Chaldéens* »¹⁰⁷.

¹⁰⁴. Legentil, 1756a, p. 64.

¹⁰⁵. Jusqu'à une époque assez récente, on pensait que Suidas était un encyclopédiste byzantin. Il semble aujourd'hui que *Suidas* désigne plutôt une encyclopédie-dictionnaire composée au X^e-XI^e siècles ap. JC [Savoie, 1997, p. 16]. Voir aussi A. Pichot, 1991, *La naissance de la Science. 2. La Grèce présocratique*, Paris, Gallimard, coll. Folio Essais, pp. 57 et 79 où Pichot note que Suidas constitue une source peu sûre.

¹⁰⁶. Legentil, 1756a, p. 64.

¹⁰⁷. Legentil, 1756a, p. 69.

A la suite de ce mémoire, Legentil subit les critiques de quelques académiciens, dont Cassini de Thury autre admirateur des idées de Halley¹⁰⁸. Legentil répond à ces attaques dans un second mémoire, inséré à la suite du précédent (Legentil, 1756b). Legentil remarque premièrement « *l'ignorance des Chaldéens sur la prédiction des éclipses de Soleil* »¹⁰⁹, et deuxièmement « *une chose [...] qui peut servir à l'histoire du progrès de l'astronomie, c'est que le mot éclipse du temps d'Hérodote étoit aussi peu connu que l'écliptique. Les Chaldéens & les Egyptiens rapportoient tous les astres à l'Equateur* »¹¹⁰.

Confirmant son opinion que Halley n'a pas effectué lui-même les recherches bibliographiques, et qu'il n'a pas pris la peine de vérifier ses sources, Legentil peut émettre cet avis si juste :

L'exactitude dans les citations est de la dernière importance ; un grand nombre de Livres, même de nom, ne sont que trop pleins de fausses citations¹¹¹.

Legentil oublié : le saros des Chaldéens, une légende tenace

D. Savoie (1997)¹¹² souligne bien l'oubli dans lequel sont tombées les remarques de Legentil, écrites en 1756-57.

Peut-on expliquer les raisons de cet oubli ? Ces mémoires sont présentés par Legentil à l'Académie durant l'année 1757 ; le premier n'est pas daté (et je n'ai encore pu retrouver la date de lecture dans les procès-verbaux), le second est lu le 3 septembre 1757. En raison des délais normaux d'impression des volumes HARS, celui pour 1756 dans lequel se trouvent les deux mémoires de Legentil paraît à Paris seulement en 1762 ! Or, les années 1757 à 1759 voient l'effervescence et l'intérêt grandissant du « grand public » de l'époque, pour le premier retour d'une comète, annoncé par Halley. Cette comète, à l'initiative de Lacaille, portera éternellement le nom de Halley. Si Clairaut, avec l'aide de Lalande et de M^{me} Lepaute, réussit en 1758, puis en 1759, à prévoir à un mois près

¹⁰⁸. « Sur une addition à faire aux Tables Astronomiques de M. Cassini », HARS 1755 (Paris, 1761), Hist., pp. 107-108 : « *Il seroit donc à souhaiter qu'on pût conserver aux Tables de la Lune leur première simplicité, & cependant éviter les erreurs auxquelles elles pourroient être sujettes ; c'est ce que M. de Thury a entrepris de faire à l'égard des Tables de M. son père, en employant le principe de M. Halley* ».

¹⁰⁹. Legentil, 1756b, p. 77.

¹¹⁰. Legentil, 1756b, p. 78.

¹¹¹. Legentil, 1756b, p. 77.

¹¹². Il est dommage que Denis Savoie ne fasse qu'une lecture partielle et superficielle de ces mémoires et oublie les enjeux qui président à l'écriture ces textes : astronomie nautique, longitudes en mer, suprématie des tables de la Lune et règlements de comptes académiques.

environ le retour de la comète de Halley qui passe au périhélie le 13 mars 1759, le succès de la prévision est presque entièrement attribué à Halley dans la plupart des esprits¹¹³. Le Monnier entretiendra d'ailleurs une polémique avec Clairaut et ses défenseurs à ce sujet dans quelques articles de journaux et gazettes¹¹⁴. La question étymologique du mot *saros* n'intéressant alors que bien peu les astronomes, et étant bien moins spectaculaire que le retour de la comète de Halley, les remarques de Legentil ne pouvaient alors que passer inaperçues dans le contexte et tomber rapidement dans l'oubli.

Par ailleurs, lorsque paraissent ses mémoires, Legentil est absent de France. Parti de Lorient en mars 1760 pour se rendre à Pondichéry pour observer le passage de Vénus devant le Soleil en juin 1761, Legentil ne peut débarquer en raison de la guerre entre la France et l'Angleterre et manque ainsi son observation¹¹⁵. Il décide alors de rester dans les parages jusqu'au prochain passage prévu en 1769, qu'il manque de nouveau. Legentil ne rentrera en France qu'en 1771 ; ses héritiers, le croyant mort, se disputait alors ses biens, et l'Académie avait déclaré sa place vacante ! Halley et son *saros* étaient alors bien loin de ses préoccupations...¹¹⁶

Que reste-t-il de ses réflexions dans la littérature ? Sans avoir à effectuer de recherches très poussées, un petit sondage dans quelques ouvrages d'astronomie donne une idée de la puissance de la légende du *saros* Chaldéen de Halley.

Lalande ne met pas le nom *saros* dans la table des matières de son *Abrégé d'Astronomie* (1795). Ayant sans aucun doute entendu Legentil en 1757 et lu son mémoire, Lalande feint d'ignorer les écrits de Legentil, ou peut-être les a-t-il oubliés :

Halley appelle cet intervalle *saros*, période *c[h]aldaique*, ou période de *Pline*. Il est probable que si les anciens parvinrent à prédire des éclipses, comme celle de Thalès, 603 ans avant notre ère, ce ne pouvoit être que par le moyen de cette période¹¹⁷.

¹¹³. Voir Wilson, 1995c par exemple.

¹¹⁴. Voir Taton, 1986a et 1986b ; Boistel, 1995 pour une discussion plus approfondie sur ces querelles et polémiques. Une étude plus approfondie sur ces querelles reste encore à faire, ainsi que divers aspects des travaux sur les comètes.

¹¹⁵. Signalons que Legentil ne s'en tint pas à ces seules critiques de Halley et de son *saros*. A l'occasion du passage de Vénus devant le Soleil et de l'importance que revêtait cette observation pour la détermination de la parallaxe du Soleil, Legentil critiquait vertement l'annonce faite par Halley, soulignant encore ses contradictions et ses prévisions erronées, dans un mémoire paru dans le *Journal des Sçavans* du mois de mars 1760.

¹¹⁶. Delambre, 1827, HA 18, pp. 688-690.

¹¹⁷. Lalande, 1795, p. 223.

Dans le reste de son ouvrage, Lalande reste très discret sur l'emploi du mot *saros*. Il parle plutôt d'intervalle de 223 lunaisons ou de période de 18 années.

De même, dans son célèbre *Traité de mécanique céleste* (Paris, 1825), Pierre-Simon Laplace (1749-1827) lui-même, parle sans se soucier de (pseudo-)vérité historique, de la période chaldéenne, leur attribuant la reconnaissance du retour des éclipses tous les 6585 jours un tiers¹¹⁸.

Fait connu en 1756-57 de Legentil et de quelques autres, il a été confirmé au début du XX^e siècle que les Chaldéens ne savaient pas prédire les éclipses¹¹⁹.

Halley détourné : le *saros* comme appellation conventionnelle

Les spécialistes de l'astronomie ancienne tels que Paul Tannery (1893) et surtout Otto Neugebauer (1969, 1975), ont récemment apporté des précisions sur l'origine du nom *saros*.

Dans ses *Recherches sur l'histoire de l'astronomie* ancienne (Bordeaux, 1893), Tannery discourt abondamment d'un cycle de 600 ans, connu sous le nom de *ner* qu'employaient les Chaldéens pour la prédiction des éclipses. S'interrogeant sur les occurrences du nom *saros* dans la littérature ancienne, Tannery remarque comme Legentil l'avait fait avant lui, que toute l'affaire repose sur une interprétation erronée d'un fragment du texte de Suidas : « *Sares* [σαροζ], mesure et nombre chez les Chaldéens. Les 120 sares font, en effet, 2 222 ans selon le calcul des Chaldéens, si toutefois le sare vaut 222 mois lunaires, ce qui fait 18 ans et 6 mois »¹²⁰. Comme Legentil — que Tannery ne semble pas avoir lu ou ne se donne pas la peine de citer —, il note que le texte de Suidas est le seul sur lequel « on s'appuie pour donner le nom de *saros* à la petite période écliptique de 223 (et non 222) lunaisons. »¹²¹ Mais il a été précisé plus haut en note, combien Suidas représentait une source peu sûre.

L'explication la plus récente revient à O. Neugebauer qui, en 1969, a clairement démontré que le *saros* Chaldéen était réellement une invention de Halley. Neugebauer a aussi montré que les Babyloniens n'employaient pas de cycles pour prédire les éclipses mais qu'ils les calculaient à partir d'observations de la latitude de la Lune effectuées peu de temps avant les syzygies attendues :

¹¹⁸. Laplace, 1825, tome V, livre XVI, p. 349.

¹¹⁹. Voir Savoie (1997), p. 17.

¹²⁰. Tannery, 1893, p. 317.

¹²¹. Tannery, 1893, p. 317.

[...] there exists no cycle for solar eclipses visible at a given place; all modern cycles concern the earth as a whole. No Babylonian theory for predicting a solar eclipse existed at 600 B.C., as one can see from the very unsatisfactory situation 400 years later, nor did the Babylonian ever develop any theory which took the influence of geographical latitude into account¹²².

Remarquons que Neugebauer ne semble pas non plus avoir lu les deux mémoires de Legentil concernant le traitement du *saros* par Halley ; ces deux textes ne figurent pas dans la bibliographie de son vaste ouvrage *A History of Ancient Mathematical Astronomy* (1975), bien que Neugebauer traite de ce cycle à quelques reprises.

Reprenant ses anciens travaux, Neugebauer précise que le nom *saros*, bien qu'erroné dans sa définition et sa destination, se fige dans les textes et ouvrages d'astronomie, à la fin du XIX^e siècle, en tant que « période chaldéenne de récurrence des éclipses ». Neugebauer attribue à Simon Newcomb (1835-1909)¹²³ l'origine de ce détournement historique : en 1879, Newcomb avait fait paraître une étude intitulée « *On the recurrence of solar eclipses with tables of eclipses from B.C. 700 to A.D. 2300* », parue dans les *Astronomical papers prepared for the use of the American Ephemeris and Nautical Almanac*¹²⁴.

J.-P. Verdet note que « ceux qui tiennent absolument à ce que l'on ait su prédire les éclipses de Soleil dès les temps les plus anciens [...] se raccrochent à la connaissance d'un cycle hypothétique [...] le Saros, période de six mille cinq cent quatre-vingt-cinq jours un tiers »¹²⁵. Adopter le *saros* relèverait-il donc d'une profession de foi ? Les travaux de Neugebauer ont montré que si les Chaldéens employaient un cycle long, d'une durée d'environ 19756 jours, soit trois *saros*, aucun document connu à ce jour n'en porte la trace.

Sources primaires absentes, sources secondaires peu sûres, interprétations hasardeuses et recoupements farfelus sont donc à l'origine de l'attribution abusive aux Chaldéens, par Halley et par de nombreux auteurs, la possibilité de prédire le retour des éclipses à l'aide d'un cycle nommé *saros*,

¹²². Neugebauer, 1969, *The Exact Sciences in Antiquity*, New York, Dover, pp. 141-142. Cité dans la notice sur Thalès, par James Longrigg, *D.S.B.*, t. XIII (1976), pp. 295-296.

¹²³. Mathématicien et astronome américain, Newcomb fut calculateur au *Nautical Almanac Office* de 1857 à 1877, puis surintendant de l'*American Ephemeris and Nautical Almanac* de 1877 à 1897.

¹²⁴. Volume 1, Washington, 1882, pp. 1-55. [Neugebauer, 1975, t. III, p. 1189].

¹²⁵. Verdet, 1998, pp. 10-11.

d'une durée 18 années et 10 à 11 jours. Relayé par Newcomb à la fin du XIX^e siècle, les auteurs de traités ou manuels d'astronomie, peu attentifs aux vraisemblances historiques, ont reproduit cette erreur qui, depuis, est devenue une **appellation conventionnelle**. Ainsi, faut-il entendre actuellement par *saros*, une période de récurrence des éclipses qui peut se révéler utile dans certains cas. La dérive n'a lieu que lorsque l'auteur attribue la découverte de ce cycle aux Babyloniens.

II.2.2. Lacaille : le *saros* de Halley est aussi incommode qu'inutile

Déjà étudié et abondamment cité dans la troisième partie de cette thèse, le mémoire que Lacaille lit en 1759 est décidément très riche. Lacaille y formule de virulentes critiques à l'égard du projet de Halley¹²⁶. Et l'on peut encore s'étonner de l'absence de ce mémoire dans la bibliographie des actes du colloque de Harvard qui s'est tenu en 1993 (Andrewes, 1996), ouvrage par ailleurs excellent. Cela prouve qu'il reste encore de nombreux travaux à mener sur ce sujet.

S'il ne cite pas Legentil, Lacaille en reprend les principales conclusions sans toutefois se positionner par rapport au problème de l'étymologie du nom *saros*. Ce qui peut confirmer ce que nous pressentions auparavant, à savoir que ce problème n'intéresse que peu les astronomes à cette époque-là. Lacaille est pragmatique ; pour lors, seuls les progrès de l'astronomie nautique le préoccupent.

Dans ses attaques à l'encontre de l'emploi que fait Halley du *saros*, Lacaille prépare la suite de son propos, à savoir, fixer des critères de définition de ce qu'est une bonne méthode de DLM et plaider pour que les astronomes disposent de bonnes tables de la Lune. Dans l'esprit de Lacaille, ces tables ne peuvent être que les tables analytiques construites par « *l'infatigable Clairaut* »¹²⁷. Par ailleurs, Lacaille précise les inconvénients de la méthode : nécessité d'effectuer de très nombreuses et régulières observations de la Lune, extrêmement bien suivies de manière à presque toujours être capable de disposer des observations correspondantes d'un cycle à l'autre (de manière à les relier entre elles pour déterminer l'erreur des tables), sans compter que des tables uniquement basées sur cette méthode s'avéreraient insuffisantes et incommodes. Au surplus, juge-t-il, les progrès des Géomètres font que « *tout cet appareil de périodes ou de saros est devenu un échafaudage inutile* »¹²⁸.

¹²⁶. Lacaille, 1759, pp. 65-67.

¹²⁷. Lacaille, 1759, p. 67.

¹²⁸. Lacaille, 1759, p. 67.

Ces trois mémoires, à savoir les deux écrits par Legentil et celui de Lacaille, sonnent comme des règlements de comptes académiques où les adversaires sont désignés. Au-delà de Halley, ce sont les astronomes de l'Académie qui, refusant les progrès de l'astronomie nouvelle, continuent à travailler selon des procédés qui sont présentés comme dépassés, rétrogrades et/ou erronés. A travers les attaques de Lacaille et de Legentil à l'encontre de la méthode du *saros* de Halley, c'est bien Le Monnier, Delisle et Cassini de Thury qui sont visés. Lacaille est le chef de file des astronomes qui intègrent les progrès du calcul différentiel. On verra comment, dans les chapitres suivants, il défend durant toutes ces années, entre 1752 et 1761, les travaux de Clairaut, entraînant derrière lui le jeune Lalande, et attisant par là même, la haine de Le Monnier à son égard.

II.2.3. Autres regards sur le *saros*

Sans surprise, la légende est colportée par Camille Flammarion¹²⁹ qui écrit « *cette méthode de prédiction des éclipses était déjà connue il y a plus de deux mille ans par les chaldéens et désignée sous le nom de saros* ». Camille Flammarion donne une liste (1890, pp. 230-231) des éclipses qui se sont produites de 1842 à 1870 et qui ont leur homologue après un *saros*. Il indique toutefois l'insuffisance de la méthode, soulignant les écarts et les erreurs possibles (p. 233).

La plupart des ouvrages modernes citent tous ce cycle du *saros*, sans faire aucune allusion au problème soulevé par Legentil en 1756-57. L'histoire de l'astronomie a encore des progrès à faire et les historiens de l'astronomie, de beaux jours devant eux !

II.3 LES ÉDITIONS FRANÇAISES DES TABLES ASTRONOMIQUES DE HALLEY

La parution posthume à Londres en 1749 des *Tabulæ astronomicæ* de Halley, souleva l'enthousiasme des astronomes et éveilla leur intérêt. En témoigne cet extrait des registres de la Société royale des Sciences de Montpellier où Etienne de Ratte, son secrétaire perpétuel, lit le 15 novembre 1753 un mémoire dans lequel il évoque le *saros*,

¹²⁹. Flammarion, 1890, *Astronomie populaire*, p. 232. Notons, pour l'anecdote, qu'il en va de même avec la légende selon laquelle Legentil, toujours lui, aurait nommé *hortensia* une variété de fleur ramenée des Indes orientales, en hommage à Mme Lepaute (*Astronomie Populaire*, 1890, p. 619). L'erreur porte sur le prénom ; celui de Mme Lepaute était Nicole-Reine et non Hortense. Voir ma notice biographique de Nicole-Reine Lepaute, à paraître dans le *Dictionnaire de Biographie Française* où je tente de rectifier un peu cette histoire.

ou période de 223 lunaisons qui ramène au bout de ce tems-là des éclipses à peu près semblables. Cette période découverte par les anciens Chaldéens est l'objet des observations de plusieurs astronomes de ce siècle¹³⁰.

Voyons la nature des éditions parisiennes des tables astronomiques au cours des années 1750. Publiées en Latin et en anglais, il fallait les traduire.

Delisle se chargea d'informer la communauté des astronomes de leur contenu et de ses contributions personnelles aux travaux de Halley et de Newton (sic). Le Monnier les fit traduire par l'abbé Chappe d'Auteroche, en mettant l'accent sur leur utilité nautique et le règlement du problème des longitudes. Lalande en proposa une version enrichie sur le problème des mouvements des comètes après avoir participé au succès de la prévision du retour de la comète de Halley. Voici comment chacun tire la couverture à soi et s'attribue les mérites des autres !

II.3.1. La seconde lettre de DELISLE sur les *tables astronomiques* de Halley publiées à Londres en 1749 [JDS, mars 1750, pp. 150-163]

La première partie de cette « Seconde lettre sur les tables astronomiques de M. Halley », est un exposé historique des travaux de Flamsteed, de Newton et de Halley sur la correction des tables de la Lune à partir du *saros*. Delisle recense et commente toutes les tables construites sur la théorie de Newton de 1702 et publiées jusqu'à l'année 1749, année de parution des tables de Halley à Londres, apportant ainsi quelques éclaircissements sur les tables que nous avons listées plus haut.

Dans cette lettre, Delisle affirme avoir été le premier à calculer des tables exactes de la Lune sur la théorie de Newton en 1716 ou 1717, tables restées manuscrites et confiées à la Bibliothèque de M. le Maréchal Duc de Noailles¹³¹. Delisle manifeste sa foi dans la méthode initiée par l'astronome anglais, se rangeant dans le clan des astronomes disciples de Halley, comme l'est Le Monnier depuis 1737¹³² :

[...] il semble qu'il n'y aura pas de meilleur parti à prendre que de suivre le projet de M. Halley, qui consistoit à constater par la suite des observations, si les erreurs des tables reviennent exactement les mêmes après la période de 18 ans, avec

¹³⁰. AD H, D. 120, année 1753, fol. 78, au 15 novembre 1753 après la Saint-Martin.

¹³¹. Delisle, 1750, p. 152. Ces tables semblent être conservées dans les manuscrits de la Bibliothèque de l'Observatoire de Paris. Mais je n'ai encore pas eu l'occasion de retrouver leur trace.

¹³². Voir supra, chap. III.2.

la seule différence qui doit résulter de la diverse situation de la Lune & du Soleil entr'eux, & à l'égard de leurs apogées & du nœud de la Lune, à la fin d'une ou deux périodes de 18 ans; car les erreurs des tables étant par ce moyen certainement connues dans tous les points du cours de la Lune, pendant la durée d'une ou de plusieurs périodes, il ne restera plus qu'à rechercher la cause de ces différences qui ne pourra provenir que du défaut de la théorie ou de celui des tables¹³³.

Ce projet est celui qui permet à l'époque d'espérer compléter la connaissance des mouvements de la Lune :

[...] En s'appliquant à perfectionner de la manière que je viens de dire, la théorie de la Lune par les observations, l'on pourra peut-être y découvrir de nouvelles inégalités, & déterminer la quantité de quelques moindres équations que M. Newton a laissé à trouver par les observations ; M. Halley n'a point eu égard à quelques-unes de ces petites équations dans la construction de ses tables; s'étant réservé, à ce qu'il m'a dit [sic] à les ajouter à ses tables lorsqu'il en auroit reconnu, par les observations, la nécessité & déterminé la quantité¹³⁴.

Si Lalande juge curieuse cette lettre, c'est sans doute que Delisle — comme l'indique le précédent extrait— l'a rédigée comme si Halley était toujours vivant (Halley est mort en 1742). Par ailleurs, Delisle s'attribue exagérément un rôle décisif et moteur dans l'avancement des travaux de Newton et de Halley.

¹³³. Delisle, 1750, p. 154.

¹³⁴. Delisle, 1750, p. 154.

II.3.2. La première édition française des tables de Halley par l'abbé Chappe d'Auteroche (Paris, 1754), avec des additions de Le Monnier sur le cycle du saros

La première édition française des tables astronomiques de Halley est due à l'abbé Jean Chappe d'Auteroche (1728-1769), alors jeune astronome employé des Cassini à l'Observatoire royal.

a - L'abbé Chappe d'Auteroche : une carrière d'astronome bien courte¹³⁵

Né à Mauriac le 2 mars 1728, Jean Chappe d'Auteroche fait ses études au Collège des Jésuites de cette même ville, puis les poursuit à Paris au Collège Louis-le-Grand, tenu par la Compagnie de Jésus. Il y passe une thèse générale. Remarqué pour ses dons pour les mathématiques, le clan Cassini l'engage à travailler à la carte de France et aux travaux géodésiques entrepris par les astronomes de l'Observatoire royal. Logé à l'Observatoire, Chappe partage toutes les séances d'observations de Cassini et de Maraldi. C'est dans ces circonstances que Chappe va être chargé de la traduction des *Tables astronomiques* de Halley.

Lorsque Lalande est promu associé astronome en décembre 1758 (voir supra, chap. II.2), Chappe d'Auteroche est choisi par le roi pour occuper le poste vacant d'adjoint astronome, le 14 janvier 1759.

Il quitte Paris en novembre 1760, pour se rendre à Saint-Pétersbourg puis en Sibérie, à Tobolsk, pour observer le passage de Vénus devant le Soleil prévu le 5 juin 1761. Rentré à Paris en août 1762, il occupe tout son temps à préparer un vaste ouvrage muni de cartes et descriptions de son voyage en Russie¹³⁶. Il quitte à nouveau la France en 1768 pour le prochain passage de Vénus devant le disque du Soleil du 3 juin 1769. Il meurt peu de temps après l'observation effectuée au cap San Lucar en Californie, le 1^{er} août 1769.

b - Qui est à l'origine de la première édition française des *Tables astronomiques* de Halley en 1754 ?

¹³⁵. Voir Grandjean de Fouchy, 1769 ; Lalande, 1803, BA, p. 452; Delambre, 1827, HA 18, pp. 621-623. Fouchy et Delambre sont les seules sources étendues sur sa vie et son œuvre.

¹³⁶. Chappe d'Auteroche, 1768, *Voyage en Sibérie, fait par ordre du roi en 1761, contenant les mœurs, les usages des Russes [...] la description géographique et le nivellement de la route de Paris à Tobolsk*, Paris, in-4° (3 vols. et un vol. de planches) [Lalande, 1803, BA, p. 500].

L'ouvrage de Chappe est dédié « *au comte d'Argenson pour les progrès des sciences et de la navigation* ». Son titre annonce clairement une orientation nautique de l'ouvrage (Voir Chappe, 1754). Cette édition est soumise à l'approbation de l'Académie le 5 septembre 1753, soulignons-le, le jour même où Clairaut dépose ses premières tables analytiques de la Lune¹³⁷. Les commissaires désignés pour l'examen de ces deux ouvrages sont d'ailleurs les mêmes que pour l'ouvrage de Clairaut : Cassini de Thury, Le Monnier (juge et partie en ce qui concerne les tables de Halley !), et d'Alembert qui ne participera toutefois pas au rapport sur les tables de Clairaut. Les commissaires rendent leurs avis, favorables et assez enthousiastes sur les deux ouvrages, le même jour, le 22 décembre 1753.

Il est utile ici de préciser les rôles respectifs de Cassini et de Le Monnier car, dans son « *Eloge de M. l'abbé Chappe* », Grandjean de Fouchy laisse très curieusement entendre que c'est Jacques Cassini (« *feu M. Cassini* »¹³⁸) qui prit l'initiative de faire traduire l'ouvrage de Halley par Chappe, afin de mettre le talent du jeune astronome à l'épreuve. Il semble effectivement très curieux que Cassini se soit empressé de faire traduire, par un jeune astronome, une œuvre d'inspiration newtonienne, plutôt en opposition avec les idées défendues par le clan Cassini depuis longtemps. Par ailleurs, le fils, Cassini de Thury, est alors engagé dans une promotion des tables de son père¹³⁹. En effet, en 1756, il publiera des *Additions aux Tables astronomiques de M. Cassini*. On le voit alors mal le clan défendre et promouvoir des tables qui s'avèreront meilleures que les siennes. En outre, cet ouvrage est largement complété par des additions de Le Monnier et ce dernier n'est pas homme à se laisser voler ses mérites. L'ouvrage est si proche de l'œuvre de Le Monnier qu'il est difficile d'y voir la marque des Cassini.

Quoi qu'il en soit, les circonstances dans lesquelles il fut demandé à Chappe d'Auteroche d'entreprendre cette édition des tables de Halley sont encore bien mystérieuses. L'empreinte de Le Monnier paraît si évidente que nous lui attribuons cette édition jusqu'à preuve du contraire.

Le Monnier précède Lalande dans la manière d'insérer des œuvres personnelles dans les ouvrages des autres. Ses additions consistent en un exposé des observations de la Lune qu'il effectua au cours de l'expédition académique en Laponie avec Maupertuis en 1736-1737, afin de compléter

¹³⁷. PV ARS, 1753, séance du 22 décembre 1753, fol. 673-675. Voir infra, le chapitre IV.2 pour de plus amples développements sur les circonstances dans lesquelles Clairaut publie ses tables de la Lune.

¹³⁸. Fouchy, 1769, Hist., p. 163.

¹³⁹. Voir Cassini, 1755, 1756, 1764a.

celles de Halley. Le Monnier donne aussi un exemple du calcul de l'erreur des tables appliqué à la détermination de la longitude de l'Abbaye bénédictine à la pointe Saint-Mathieu, ainsi qu'un mémoire sur les *Moyens que l'on met en usage aujourd'hui pour corriger les tables lunaires, et l'usage de cette méthode pour trouver les longitudes en mer*¹⁴⁰.

Avec ces additions qui collent au projet de Halley de trouver les erreurs des tables à partir des observations et de l'hypothèse que ces erreurs se reproduisent périodiquement, Le Monnier (ré)affirme ici sa foi dans la méthode de Halley, déjà exposée dans les *Institutions Astronomiques* de Le Monnier (Paris, 1746). La planche IV.1.3 donne un extrait de ces tables avec leur correction d'après le *saros*.

Le Monnier plaide pour que les astronomes observent les passages du centre de la Lune au méridien et l'emploi à grande échelle des hauteurs correspondantes. C'est aussi ce que l'on pourra lire dans le *Traité de navigation* de Pierre Bouguer, publié à Paris la même année en 1753. D'ailleurs Le Monnier fait explicitement référence à ce manuel de navigation en exposant la manière d'observer les longitudes en mer :

[...] Dans l'observation faite à la mer, il faudra 1. tenir compte du mouvement de la Lune en déclinaison pendant l'intervalle des hauteurs correspondantes, ce que l'on trouvera par les tables : on pourra se servir lorsque la déclinaison change fort peu, des formules de Cotes, en tirant des Ephemerides, la variation de la Lune en déclinaison. En second lieu, il faudra corriger les hauteurs occidentales de la Lune que l'on aura observées par la route estimée du vaisseau depuis les premières hauteurs orientales : cette correction faite, l'on aura le passage de la Lune au méridien du lieu, auquel s'est trouvé le vaisseau au milieu du tems écoulé¹⁴¹.

Ces dispositions seront critiquées par Lacaille dans son mémoire sur les longitudes en mer en 1759¹⁴², dans un passage déjà cité par ailleurs¹⁴³.

Il apparaît clairement que le mémoire de Lacaille est diamétralement opposé aux convictions de Le Monnier. Il faut lire et relire le mémoire sur les longitudes en mer de Lacaille avec à l'esprit la rivalité entre ces deux hommes. Elle sourd à chaque page, entre chaque ligne de ce mémoire. Lacaille

¹⁴⁰. Chappe, 1754, chap. IX, pp.xlij-xlv.

¹⁴¹. Chappe d'Auteroche, 1754, chap. IX, p. xlvij.

¹⁴². Lacaille, 1759, « Remarques sur la méthode expliquée par M. Bouguer », pp. 82-84. Voir supra, chap. III.1, III.2 sur la rivalité entre Lacaille et Le Monnier. Cet extrait est encore un élément qui montre que ce mémoire doit être lu à la lumière de cette rivalité puisque Lacaille s'attaque encore à l'une des méthodes défendues par Le Monnier.

y dénonce le projet de Halley que Le Monnier s'est approprié, la méthode de Bouguer défendue par Le Monnier dans l'édition des tables de Halley en 1754, la méthode de l'angle horaire pour laquelle Le Monnier a engagé Pingré à calculer l'*Etat du Ciel*, méthode dont Lacaille dénonce l'inutilité et les grandes incertitudes, tout en fustigeant Pingré. Lacaille règle-t-il ses comptes avec ceux qui lui ont « volé » son projet d'almanach nautique ?

II.3.3. La seconde édition des *Tables astronomiques de Halley par Lalande (1759)*

L'ouvrage est examiné favorablement par Clairaut et Lacaille qui remettent leur rapport le 28 juillet 1759¹⁴⁴.

Cette édition sera l'objet d'une longue présentation dans le *Journal des Sçavans* du mois de février 1760¹⁴⁵. Si le journaliste reconnaît la supériorité des tables de Halley pour les planètes, la parution des tables analytiques de la Lune de Clairaut et de Mayer ont rendu, selon lui, « *moins nécessaires* » celles de Halley et dispensent les astronomes de la correction des tables selon le cycle du *saros* ou cycle de 18 années :

La collection précieuse des Tables Astronomiques de M. Halley parut à Londres en 1749 [...] l'Auteur en avoit différé la publication pour être à portée d'y joindre 18 années d'observations sur la Lune, & de corriger ainsi les Tables de cette planète. Aujourd'hui que la solution du problème des trois corps fournit immédiatement des Tables pour la Lune dont l'exactitude sera indépendante de la période de 18 ans, celles de M. Halley seront moins nécessaires à l'Astronomie [...]¹⁴⁶.

Cet ouvrage nous donne un joli exemple de ce que Lalande fera avec les ouvrages d'autres auteurs dont il se chargera de l'édition : un prétexte pour insérer de nombreuses additions personnelles et en faire ainsi une œuvre qui lui sera attribuée. Dans cette édition, c'est précisément le cas. S'il n'y figure rien de nouveau sur la Lune, c'est principalement la théorie des comètes qui intéresse ici Lalande. Il profite de l'exposé de la théorie des comètes de Halley pour insérer le récit des travaux auxquels il a participé aux côtés de Clairaut, à l'occasion du premier retour calculé de la

¹⁴³. Voir supra, chap. III.3, § II.2.3.

¹⁴⁴. PV ARS, 1759, au 28 juillet 1759.

¹⁴⁵. JDS, 1760, février 1760, pp. 79-89.

¹⁴⁶. JDS, février 1760, p. 79.

comète de Halley en 1759¹⁴⁷. Mais on y trouve aussi de longues considérations sur les tables des étoiles avec les recherches sur l'aberration de Bradley, sur la réfraction de Bradley et Lacaille, sur le catalogue des étoiles par Lacaille, etc.

Avec cette édition, Lalande nous donne ici un aperçu de ce que va devenir la CDT et anticipe sur ce que seront son *Exposition du calcul astronomique* (Paris, 1762) et son *Astronomie* (Paris, 1764) quelques années après. Le journaliste du JDS ne le sait pas encore quand il écrit ces mots prémonitoires :

C'est ainsi que M. de la Lande a réuni dans son ouvrage la partie Historique & les fondemens des Tables, avec les Tables mêmes & leur usage. L'Astronomie n'a peut-être jamais eu un recueil aussi complet & aussi intéressant de tables, d'explications, & de préceptes pour les calculs Astronomiques¹⁴⁸.

Avec cette édition des tables de Halley par Lalande, les travaux des géomètres sur la théorie de la Lune et les critiques que Lacaille formule dans son mémoire sur les longitudes en mer en 1759 à l'égard de toutes les méthodes défendues par Le Monnier depuis 1754, l'édition de Chappe et de Le Monnier devient un ouvrage de second ordre. Voilà bien de quoi attiser la rancœur de l'un comme de l'autre à l'égard de Lacaille si l'on en croit Delambre¹⁴⁹.

III. LA QUÊTE VAINNE ET OBSTINÉE DE LE MONNIER

III.1 LES ASTRONOMES DE L'ACADÉMIE ET LE SAROS DE HALLEY

L'autorité de Halley fait que ses travaux exercent une indéniable influence sur ceux des astronomes français Le Monnier, Cassini de Thury (Cassini III, 1714-1784), Delisle, et ceux de Bradley en Angleterre. Tous ces astronomes entreprennent l'observation de la Lune pendant un cycle entier, un *saros*, entre 1737 et 1755. En ce qui concerne Delisle, de nombreuses recherches restent à faire en ce sens, son œuvre astronomique étant relativement mal connue. Le paragraphe précédent nous montrait un aspect de son activité à l'occasion de sa présentation en 1750, des tables astronomiques de Halley dans le *Journal des sçavans*.

¹⁴⁷. Lalande, 1759, pp. 26-129.

¹⁴⁸. JDS, février 1760, p. 89.

¹⁴⁹. Delambre, 1827, HA 18, p. 303.

Ces observations seront littéralement « démolies » par Delambre dans son *Histoire de l'astronomie au XVIII^e siècle*¹⁵⁰, Cassini III étant particulièrement visé. A cette occasion, Delambre donne des précisions intéressantes sur la validité de l'hypothèse de Halley. Constatant la relative imperfection des tables de la Lune de Halley, insuffisantes pour donner la longitude de la Lune à une minute d'arc près, relativisant ainsi leur importance pour un usage nautique à une époque où paraissent les tables de Tobias Mayer (voir le chapitre suivant), Delambre souligne les hypothèses sous-jacentes à la méthode du *saros* et oubliées par Halley. Elle suppose en effet :

1°. que les tables soient construites sur les mêmes formules et de la même manière ;

2°. que les erreurs doivent être les mêmes lorsque les circonstances (éclipses ou positions de la Lune) sont les mêmes.

Ainsi, remarque Delambre, toute l'erreur recherchée dépend des équations ou inégalités de la Lune employées, le plus souvent, des équations négligées, et en grande partie des équations mal connues¹⁵¹ ! Dans notre introduction au paragraphe I, nous avons mentionné les écarts importants que l'on rencontre dans les ouvrages du XVIII^e siècle dans les valeurs des inégalités de la Lune. Delambre conclut sur le projet de Halley :

On n'est donc sûr de rien. On prend une peine qui ne peut être qu'inutile. Cette manière de suppléer aux imperfections des tables est une idée assez malheureuse de Halley, qui, dans un âge assez avancé, avait eu la constance d'observer et de calculer deux révolutions entières de la Lune¹⁵².

Il est intéressant de s'arrêter sur un très long mémoire de Cassini III, dans lequel il discute (trop ?) longuement de la qualité des observations de la Lune de Lacaille, ou plus exactement, des observations de la Lune effectuées par Lacaille et dont ce dernier s'est servi pour calculer ses éphémérides. Cassini le critique pour ses erreurs sur les réfractions, l'accusant en filigrane d'avoir plagié des observations et pillé son ami Maraldi II (voir chap. II.2), et défendant finalement la qualité des observations de son père, Jacques Cassini, dont la postérité commence à s'étioler¹⁵³. Au cours de ce long mémoire, Cassini dresse une des premières comparaisons des tables de la Lune à grande échelle, principalement les siennes, celles de Lacaille et celles de Mayer. Delambre consacre une

¹⁵⁰. Delambre, 1827, HA 18, pp. 281-303.

¹⁵¹. Delambre, 1827, HA 18, pp. 281-282.

¹⁵². Delambre, 1827, HA 18, p. 282.

¹⁵³. Cassini de Thury, 1764a.

relation assez longue à ce mémoire parfois confus et maladroit¹⁵⁴. Cette confusion agace Delambre, à tel point que lorsque Cassini conclut finalement à la supériorité des tables de Mayer, qu'il « *regarde comme aussi exactes qu'elles puissent être ; mais non pas plus exactes que celles des autres astronomes* »¹⁵⁵, Delambre ne peut s'empêcher d'écrire :

Ce n'était pas la peine de faire un mémoire tout exprès pour arriver à cette conclusion [...]. Ce qu'il y a de bon, ce sont deux pages d'observations comparées aux premières tables de Mayer. Voilà ce qu'il fallait publier et jeter tout le reste au feu¹⁵⁶.

Se moquant ainsi des « *critiques injustes, maladroites et imprudentes qu[e Cassini de Thury] s'était permises en un temps si mal choisi* » à l'encontre de Lacaille, Delambre apporte aussi un jugement sur la querelle entre Le Monnier et Lacaille qui, à la lumière de la remarque formulée plus haut, prend une plus grande dimension. En effet, Delambre écrit :

Nous les aurions plus aisément pardonnées à Le Monnier, en faveur de l'habitude qu'il avait contractée depuis quinze années de harceler Lacaille en toute occasion, [...], le redoutable adversaire qu'il s'était donné si étourdiment¹⁵⁷.

Dans une remarque que rien pour l'instant, ne nous permet de vérifier, Delambre laisse par ailleurs entendre que Chappe d'Auteroche, « *plus recommandable par son zèle et son activité que par ses connaissances* », aurait pu être l'auteur de la critique et avoir prêté sa plume à Cassini III. Ayant fait paraître sa traduction des tables de Halley — sous la direction de Le Monnier —, l'abbé Chappe n'aurait pas supporté de les voir mises à mal par Lacaille peu de temps après¹⁵⁸ comme il a déjà été précisé plus haut.

Au contraire de Le Monnier, Cassini III ne joue pas un rôle important dans le développement de l'astronomie nautique. Etudions l'omniprésence du *saros* dans l'œuvre de Le Monnier.

¹⁵⁴. Delambre, 1827, HA 18, pp. 294-302.

¹⁵⁵. Cassini, 1764a.

¹⁵⁶. Delambre, 1827, HA 18, p. 302.

¹⁵⁷. Delambre, 1827, HA 18, p. 302.

¹⁵⁸. Delambre, 1827, HA 18, p. 303.

III.2 LE SAROS, SAINT-GRAAL DE LE MONNIER

L'influence la plus importante des travaux de Halley est sensible dans l'œuvre scientifique de Le Monnier. S'engouffrant tête baissée dans la voie ouverte par Halley, celui-ci entreprend d'observer la Lune sur un premier cycle de 18 années, débutant ses observations en 1732, les poursuivant lors de l'expédition de Maupertuis en Laponie et jusque dans les années 1750. Une grande partie de ces observations seront publiées en 1751 dans ses *Observations du Soleil et de la Lune* (Paris, 1751). Dès lors, il entreprend l'observation d'un second cycle, entraînant d'autres observateurs tel que le navigateur Chabert (voir plus bas) dans l'aventure qui ne sera pas menée jusqu'à son terme.

L'année 1746 est marquée par la parution de son œuvre la plus célèbre, la traduction et la révision de l'ouvrage de John Keill, intitulé, en français, *Institutions astronomiques*. Le problème de la Lune est traité au chapitre X (pp. 129-192), dans lequel il donne de nouvelles tables de la Lune selon la théorie de Newton (1702) (pp. 155-187). Le Monnier est très avancé dans son projet d'observer un *saros*. Mais ce n'est qu'en note à sa traduction qu'il affirme sa préférence :

Quand on observe en Mer la distance de la Lune au Soleil ou aux Etoiles fixes, si l'on se sert du nouveau quartier de réflexion inventé par M. Newton, [...] on peut déterminer à mieux qu'à une minute près [...] le vrai lieu de la Lune [...]. On aura tout ce qu'on peut désirer pour déterminer les longitudes [...] si les Astronomes nous donnent une suite complète d'observations du mouvement de la Lune pendant une période entière de 18 ans, & supposé qu'ils en publient tout le détail, ou qu'ils nous apprennent seulement, après avoir comparé les Tables aux observations pendant une ou plusieurs périodes, quelles sont les erreurs de ces mêmes tables, dans chaque point de l'orbite lunaire, pendant deux révolutions de l'Apogée ou une révolution des nœuds [...] ¹⁵⁹.

Dans cet ouvrage, Le Monnier semble encore adepte de la méthode des distances lunaires¹⁶⁰. A cet égard, le *saros* lui apparaît comme la meilleure méthode de correction des tables de la Lune destinées à un usage nautique. Mais j'ai signalé par ailleurs (chapitre III.2) comment en 1746, Le Monnier affirme ses préférences pour la méthode de l'angle horaire afin de déterminer les longitudes sur mer. En cette année 1746, Le Monnier affirme en fait son rejet clair et net des distances lunaires. Le choix de Le Monnier est à son tour sensible dans les travaux de deux autres académiciens : Pingré et d'Alembert.

¹⁵⁹. Le Monnier, 1746, note de bas de page, p. 320.

III.2.1. Pingré : un disciple émancipé

Après avoir passé quelques dures années à calculer l'*Etat du ciel*, Pingré interrompt ses activités de calculateur dévoué au tout début de l'année 1757¹⁶¹. Tâche trop dure ? Amertume ? Désillusion ? Refus du libraire de poursuivre l'édition d'un ouvrage qui se vend mal ou pas du tout ? Découragement (Lacaille a-t-il persuadé Pingré de l'inutilité relative de ses calculs) ? Les raisons pour lesquelles l'*Etat du Ciel* cesse de paraître ne sont pas vraiment connues (voir les chapitres II.1 et III.2).

Avant de basculer du côté adverse en se livrant aux distances lunaires au cours des années 1760, comme je l'ai montré au chapitre III.2, Pingré va défendre à de multiples occasions les idées de son mentor. Ainsi, dans un mémoire sur l'observation de l'éclipse de Lune du 17 mars 1755, paru dans le tome III des « Savants Etrangers » (Paris, 1760)¹⁶², Pingré tente encore de défendre la méthode de correction et de recherche des erreurs dans les tables de la Lune déjà menacée. Malgré le cas défavorable — un écart significatif de 3'30" est observé lors de l'éclipse du 27 mars 1755 : les tables sont en retard sur l'observation (du milieu de l'éclipse) —, Pingré juge qu'il n'est pas à propos d'abandonner la méthode de Halley de correction des tables :

Donc l'observation de la dernière éclipse ne fournit pas un motif absolument décisif pour abandonner le système du retour périodique des erreurs des tables. Au moment du milieu de l'éclipse, l'erreur des Tables des Institutions ne montoit pas à une demi-minute en excès, quant à la longitude. La latitude que donnent les Tables étoit aussi-bien qu'en 1701, d'une minute & demi ou de 2 minutes environ trop fortes¹⁶³.

Mais Pingré, devenu astronome de la Marine¹⁶⁴, va progressivement passer d'une pratique à une autre (voir chapitre III.2), se familiarisant avec les distances lunaires lors de ses voyages d'essais en mer pour tester les montres marines de Leroy, le plus important étant celui effectué à bord de *La Flore* en 1771-72 en compagnie de Borda. Le Monnier tentera bien vainement en février 1775, de

¹⁶⁰. Le Monnier, 1746, p. 396.

¹⁶¹. Voir supra, chap. II.1 : Pingré présente son dernier volume à l'Académie à la séance du 7 décembre 1756 [PV ARS 1756, p. 566].

¹⁶². Pingré, 1760, pp. 86-89.

¹⁶³. Pingré, 1760, p. 89.

¹⁶⁴. Voir supra, chap. I.2, III.2 et infra, annexes.

convaincre son ami que des observations de la Lune effectuées en 1774 montrent des écarts de 2' en moyenne avec les tables de Halley, rendant caduque selon lui, l'emploi des distances lunaires en mer (sic)¹⁶⁵.

III.2.2. Le Monnier, aveuglement ou obstination ?

Mis à mal par Lacaille, remis en cause par l'élaboration de tables de la Lune analytiques ou semi-analytiques construites sur des solutions au problème des trois corps, au début des années 1760 le projet de Halley apparaît à la communauté des astronomes comme complètement dépassé. Si avant 1750, cette manière de corriger les tables de la Lune pouvait incontestablement apporter une solution provisoire et relativement efficace à l'amélioration des tables, son usage presque exclusif, tel que continue à le proposer Le Monnier dans les années 1760, ne se justifie plus. Au début des années 1770, quand son influence au sein du groupe des astronomes de l'Académie va commencer à décliner, Le Monnier, alors incapable de suivre les progrès de l'astronomie théorique, va s'emmurer dans un entêtement duquel il ne sortira plus. Même après la parution des tables de Mayer — les meilleures, récompensées par l'Amirauté britannique en 1765, pour leur précision qui autorise enfin l'usage des distances lunaires en mer¹⁶⁶ —, Le Monnier continuera à préférer les tables de Flamsteed¹⁶⁷.

Voyons, pour terminer sur ce sujet, quelques mémoires dans lesquels Le Monnier affiche son obstination.

Divers mémoires sur les longitudes (1769 et 1770)

Le Monnier multiplie les petits mémoires de promotion de sa méthode de correction des tables de la Lune, espérant ainsi montrer qu'elle est toujours digne d'être employée. C'est le cas par exemple, avec deux mémoires parus dans HARS 1771, lus le 13 décembre 1769 pour le premier (1771b), le 21 mars 1770 (1771c) pour le second.

Dans le premier (1771b), Le Monnier expose le calcul complet de l'erreur des tables à partir d'une observation et déduit la longitude de la ville de Ponoï (en Laponie) à partir d'un calcul d'angle horaire.

¹⁶⁵. B.S.G., Ms 2335, pièce 3, lettre de Le Monnier à Pingré, datée de février 1775. Voir supra, chapitre III.2.

¹⁶⁶. Voir infra, chapitre IV.2 pour un exposé détaillé sur cette affaire.

¹⁶⁷. Delambre, 1827, HA 18, pp. 182-183 et 212.

Dans le second (1771c), exploitant une observation de la dernière éclipse de Soleil effectuée par Verdun de la Crenne et Chabert, deux officiers de la Marine, Le Monnier se plaît à comparer le mouvement horaire de la Lune calculé à partir des tables de ses *Institutions* et celui déduit des tables de Clairaut. Le Monnier les estime identiques à deux secondes d'arc près.

Quel sens Le Monnier accorde-t-il à cette comparaison ? Le chapitre suivant nous montrera que les tables du mouvement horaire constituent justement le point faible de la théorie de Clairaut. L'astronome Achille-Pierre Dionis Duséjour (1734-1794) le montrera clairement dans un mémoire contemporain (Duséjour, 1771b)¹⁶⁸, en accordant sa préférence aux tables de Mayer pour le calcul du mouvement horaire de la Lune¹⁶⁹. Aussi, sans s'en douter, Le Monnier déprécie-t-il son propre travail !

Deux mémoires de Le Monnier sur deux éclipses (HARS 1781)

Voici quelques détails sur deux mémoires que Le Monnier lut au cours de l'année 1781 :

* *Observations de l'éclipse du Soleil du 23 avril 1781 etc.*, (pp. 284-286), lu le 25 avril 1781;

* *Mémoire sur l'éclipse de Soleil du 17 octobre 1781 [...] avec des réflexions sur la relation des Tables lunaires à la théorie & aux autres observations physiques*, (pp. 287-291), lu le 21 novembre 1781.

Les écarts de ses tables avec les observations ne sont pas si catastrophiques : l'erreur de ses tables donne un écart de 2'35" en longitude et de seulement une minute d'arc en latitude, du même ordre que celles de Mayer ou de Clairaut.

Le Monnier est obligé de défendre les tables de ses *Institutions* devant celles issues de la nouvelle théorie d'Euler dans un plaidoyer au caractère quelque peu pathétique :

Il ne s'agit plus en astronomie, d'y déguiser les faits à la manière de ceux qui ont essayé de donner trop de vogue à leurs tables, quoique fondés à la vérité sur une partie de ces mêmes principes; mais il s'agit en effet de soumettre le calcul, ainsi que

¹⁶⁸. Duséjour, 1771b, « Remarques sur les mouvemens horaires que l'on déduit des Tables de Mrs. Clairaut & Mayer ».

¹⁶⁹. Voir infra, chap. IV.2 pour un exposé précis sur ce sujet.

les observations les mieux choisies, à l'évidence, & de les exposer dans le plus grand jour, si on veut tendre nécessairement à la perfection de ces tables lunaires¹⁷⁰.

Conjonction de la Lune aux pléiades, observée le 13 décembre 1785 [HARS 1785, pp. 367-370]

Dans ce mémoire, c'est un Le Monnier âgé — il a 70 ans — et déjà diminué qui défend ses tables. En effet, les écarts entre les observations et les « *Tables Newtoniennes des Institutions* » atteignent 3'13" en longitude. Le Monnier cherche des observations correspondantes dans ses catalogues afin d'identifier les erreurs des tables. Mais il est maintenant confronté aux limitations de la méthode du *saros* : il éprouve les pires difficultés à trouver de telles observations et à déterminer les fameuses « erreurs des tables ». Moyennant quelques hypothèses sur le mouvement de la Lune, notamment en 1767 et en 1731, il finit par « arranger » des observations correspondantes sur deux *saros* consécutifs.

Le Monnier se lance alors dans un long discours pour éviter de dire que finalement, ses tables s'éloignent des observations et masquer sa « défaite ».

III.2.3. D'Alembert, les tables de la Lune et le *saros*, ou comment ne pas passer à la postérité

Ce paragraphe a été motivé par la découverte, dans les mémoires d'astronomie nautique conservés dans le fonds Marine aux Archives Nationales, d'un extrait de ses *Recherches sur différens points importans du système du Monde*, portant justement sur le *saros*. Il nous a semblé que la présence de ce mémoire dans les archives de la Marine n'était pas anodine¹⁷¹.

Il n'est pas dans mon propos ici de traiter de la théorie de la Lune de d'Alembert¹⁷², savant bien peu impliqué dans les progrès de l'astronomie nautique. Une étude détaillé de ses tables de la Lune, qui n'a d'ailleurs jamais été menée, ferait littéralement exploser la thèse, tout en l'éloignant de l'objectif poursuivi. Toutefois, je donne ici quelques éléments permettant de se faire une idée de la

¹⁷⁰. Le Monnier, 1781, p. 288.

¹⁷¹. AN, MAR, 3 JJ 15, pièce 28 (1756) : « Réflexions de M. d'Alembert sur la période lunaire de M. Halley ». C'est un extrait des *Recherches sur différens points [...]*, III, section III, chap. XXX, p. 63 et suiv.

¹⁷². Voir d'Alembert, 1754, 1756, 1761 et 1768.

manière dont opèrent les relations entre Le Monnier et d'Alembert sur la suite des débats entre ce dernier et Clairaut autour des mouvements de la Lune. Les principaux textes de d'Alembert sur la théorie de la Lune ont été publiés dans ses *Recherches sur différens points importans du système du Monde* publiés à Paris en 1754 et 1756, puis dans deux volumes de ses tardifs et méconnus *Opuscules mathématiques*, second (Paris, 1761) et quatrième (Paris, 1768) volumes.

Vers 1746-47, étranger à l'astronomie, d'Alembert s'était rapproché de Le Monnier, trouvant dans les *Institutions Astronomiques* les éléments qui lui manquaient pour compléter ses recherches purement théoriques sur le problème des trois corps et comprendre sur un plan astronomique le mouvement de la Lune. De cette manière, il lui était impossible de ne pas s'accorder sur la manière dont Le Monnier avait construit ses tables.

Dans un article paru dans le *Journal des sçavans* en février 1758, sur lequel nous reviendrons dans le second chapitre de cette quatrième partie (chap. IV.2), à l'occasion de la polémique entre Clairaut et d'Alembert, ce dernier fournit de précieuses informations sur les relations qu'il entretient avec les travaux de Le Monnier¹⁷³. En effet, d'Alembert, s'étant inspiré du principe de correction des tables à l'aide du *saros*, dit avoir publié des tables de corrections de celles des *Institutions*, afin que les astronomes et curieux désireux de les employer, puissent le faire le plus facilement¹⁷⁴, en affirmant de manière péremptoire :

Je crois aussi, avec M. Le Monnier (p. 188 des *Inst. Astr.*), qu'au lieu de publier de nouvelles Tables de la Lune, il vaut bien mieux se borner à corriger les anciennes, comme à fait Flamsteed pour celles d'Horroxius [...] C'est ce que j'ai crû pouvoir faire, par rapport aux Tables des *Institutions astronomiques* ; comme on l'a vû dans ma Théorie de la Lune¹⁷⁵.

Ou encore,

Il me semble donc que le moyen le plus efficace & le plus prompt de contribuer à la perfection des Tables de la Lune, c'est de s'attacher à corriger, soit par la Théorie, soit par l'observation, les Tables des *Institutions astronomiques* [...] ¹⁷⁶.

¹⁷³. JDS, 1758, février 1758, pp. 72-74.

¹⁷⁴. D'Alembert, 1756, tome III, livre quatrième, pp. 1 et suiv.

¹⁷⁵. D'Alembert, 1756, III, p. 2.

¹⁷⁶. D'Alembert, 1756, III, préface, p. v.

Pour résumer quelques éléments de la grille de lecture des travaux de d'Alembert sur la Lune, précisons que les théories de d'Alembert et Clairaut (et la première théorie d'Euler) sont similaires dans leurs principes et développements théoriques : elles reposent sur l'intégration de quatre équations différentielles donnant le rayon vecteur (dans le plan de l'orbite ou en projection sur l'écliptique, selon les cas), le temps en fonction de la longitude écliptique ou de la longitude vraie, la longitude du nœud ascendant et l'inclinaison. Les tables de la Lune de d'Alembert¹⁷⁷ sont donc différentes des tables de la Lune de Newton. Mais elles sont toutefois présentées comme corrections aux tables de Le Monnier, ou plus exactement, pour être comparées aux « C-O » (valeur calculée – valeur observée)¹⁷⁸, issus de la comparaison des tables de Le Monnier aux observations (Soulignons que pourtant bâties sur des éléments qui lui sont propres, Le Monnier n'emploiera jamais les tables de d'Alembert ; il n'en est jamais question dans ses écrits...). Pour cette raison, elles n'eurent que peu de succès, sans doute aussi pour des questions de présentation. L'usage en est peu pratique pour le calcul d'éphémérides puisqu'il faut en premier lieu calculer les éphémérides d'après les tables des *Institutions astronomiques*, puis, en second lieu, calculer les corrections d'après les tables de d'Alembert. Plus proches de celles de Tobias Mayer¹⁷⁹, elles s'éloignent de la manière habituelle dont les astronomes travaillent sur les tables. Il nous semble ici que la manière de corriger les coefficients des équations est en complète contradiction avec les propos et les positions que d'Alembert est censé défendre lors de ses querelles avec Clairaut¹⁸⁰. Il calque ses équations sur celles de Mayer, corrige les valeurs numériques des inégalités de la Lune *a priori*, comme cela l'arrange, en calculant par exemple des valeurs moyennes de coefficients empruntés à d'autres théories. On est ici bien loin du mathématicien demandant tout à la seule théorie : finalement, la manipulation d'observations astronomiques n'est pas chose aisée pour un d'Alembert.

D'Alembert échouera là où précisément Clairaut réussira, ce dernier tenant compte des avis des astronomes, Lacaille et Delisle principalement comme je vais le montrer dans le chapitre suivant.

La réaction de d'Alembert sera tardive. Ses troisièmes tables, publiées dans le deuxième tome de ses *Opuscules mathématiques* (1761), marquent une évolution notable. D'Alembert s'est rapproché

¹⁷⁷. Il existe trois versions des tables de la Lune de d'Alembert : les premières paraissent dans ses *Recherches sur différens points [...]*, 1754, tome I, pp. (1)-196-260 (éléments, tables et remarques) ; les secondes sont publiées à part, en 1756, sous le titre *Nova tabularum lunarum emendatio* (non consultées au moment de la rédaction finale de cette thèse). Les troisièmes paraissent dans les *Opuscules mathématiques*, 1761, tome II, pp. 283-312 en particulier.

¹⁷⁸. J'ai déjà précisé ailleurs dans cette thèse, qu'au XVIII^e siècle, on présente souvent les résidus sous forme de C-O alors qu'actuellement on donne, en astronomie, les O-C.

¹⁷⁹. Voir d'Alembert, 1761, pp. 281-312.

de ses concurrents et présente de meilleures tables, plus conformes à l'usage habituel des astronomes. Il connaîtra même un certain succès lors de l'éclipse de Soleil du 1^{er} avril 1764¹⁸¹ : les tables de d'Alembert et celles de Clairaut, contrairement à celles de leur rival Tobias Mayer, prévoient en effet l'éclipse annulaire à Paris, prévision confirmée par l'observation (voir infra, chapitre IV.3).

Si la théorie de d'Alembert est moderne à bien des égards et va plus loin que celle de Clairaut dans certains développements théoriques, elle semble accuser quelque retard en ce qui concerne le fond astronomique et les considérations pratiques.

D'Alembert n'est pas un astronome, il ne s'intéresse que peu à l'astronomie. Colette Lelay (1997) a montré que le goût de la polémique l'emportait, chez d'Alembert, sur l'esprit scientifique, et que Clairaut en faisait les frais dans l'article LUNE de l'*Encyclopédie*. Auparavant, Pierre Humbert (1951) avait souligné la relative pauvreté des articles d'astronomie descriptive dans l'*Encyclopédie*, en concluant que « *d'Alembert, excellent mathématicien et mécanicien, était très peu astronome, et que cette science ne l'intéressait que médiocrement* »¹⁸². Il reste que cette explication me semble un peu trop faible et qu'une étude approfondie doit permettre d'identifier les raisons des contradictions internes de d'Alembert. Ayant probablement fait son éducation astronomique dans les *Institutions astronomiques* de Le Monnier, l'attachement de d'Alembert à quelques-uns de ses principes fournissent déjà des pistes importantes de réflexion. La théorie de la Lune de d'Alembert est, à l'égale de ses concurrentes, complexe et riche, et de surcroît méconnue¹⁸³.

Nous réservons ces sujets à une étude ultérieure.

IV. EXEMPLES D'UNE PRATIQUE : CHABERT ET VAUSENVILLE ET LES ERREURS DES TABLES

Le Monnier a échangé avec des navigateurs ou des particuliers, les incitant à poursuivre en mer les même recherches que lui. L'un des principaux correspondants de Le Monnier est le marquis de

¹⁸⁰. Voir le chapitre IV.2 ; voir la polémique entre Clairaut et d'Alembert, JDS, 1758, février 1758, pp. 72-74 et d'Alembert, 1756, III, pp. 1 et suiv. ; d'Alembert, 1761, pp. 239-312.

¹⁸¹. Les conditions d'observation de cette éclipse sont étudiées infra, chapitre IV.3.

¹⁸². Humbert, 1951, p. 254.

¹⁸³. Nous attendons avec impatience les travaux de Mme Michelle Chapront sur la théorie de la Lune de d'Alembert, à l'occasion de l'édition des *Œuvres Complètes* de ce géomètre des Lumières.

Chabert, officier de la Marine qui occupa un poste important au Bureau des cartes et plans¹⁸⁴. Guillaume de Vausenville est l'exemple type d'un astronome amateur de province reconnu par Le Monnier et l'Académie pour ses travaux sur les tables de la Lune. Leurs courts mémoires fournissent de bons exemples des procédures de correction des tables de la Lune. Ils illustrent aussi comment Le Monnier tente d'influencer et de contrôler toutes les personnes susceptibles d'employer ses méthodes et de les diffuser, lui permettant de maintenir une certaine crédibilité auprès de ses pairs et des protecteurs de l'Académie.

IV.1 L'EXPÉRIENCE SCIENTIFIQUE DU MARQUIS DE CHABERT

Le marquis de Chabert a déjà fait l'objet d'une petite notice dans notre chapitre sur les premiers marins à avoir employé les distances lunaires (cf. supra, chap. III.1). L'objet de ce paragraphe est d'examiner la manière dont Chabert suit les préceptes de Le Monnier sur la correction des tables de la Lune d'après les observations.

IV.1.1. Éléments biographiques: ses expéditions hydrographiques et ses essais sur la DLM

Le premier chapitre de la troisième partie (chap. III.1) nous avait déjà permis de signaler Chabert comme l'un des premiers officiers de la Marine, avec d'Après de Mannevillette, à effectuer des observations astronomiques dans le but d'améliorer la cartographie des côtes abordées lors de longs voyages. Le lecteur est renvoyé à ce chapitre pour se remémorer quelques éléments biographiques.

Débutant ses activités astronomiques à la fin des années 1740, Chabert présente en février 1748, l'un de ses premiers travaux académiques connus, son mémoire sur la détermination de la longitude de Buenos-Aires qui n'avait été que partiellement discuté au chapitre III.1. Or, ce mémoire contient de nombreuses références au procédé de correction des tables de la Lune à l'aide du *saros*. C'est la raison pour laquelle son étude plus détaillée a été différée et trouve ici sa place.

¹⁸⁴. Voir infra, chap. I.2 et annexe III.

IV.1.2. Le mémoire de Chabert de 1748 sur la longitude de Buenos Aires : la rectification des tables de la Lune de Halley à l'aide des observations

Le mémoire est déposé à l'ARS le 7 février 1748¹⁸⁵. Pierre Bouguer, qui débute dans sa charge de préposé au perfectionnement de la Navigation, La Condamine et Le Monnier sont désignés commissaires. Le rapport est rendu le 24 février 1748 : l'approbation est positive¹⁸⁶. Le mémoire est donné à l'impression pour la parution du premier tome du recueil des mémoires des savants étrangers (c'est-à-dire des correspondants de l'ARS), publié en 1750. Il fait l'objet d'une courte notice dans la partie histoire de HARS pour 1748 (Paris, 1752, p. 122).

A l'aide de ses observations d'occultations d'étoiles par la Lune, de celles qui lui ont été communiquées et de la méthode de Halley, Chabert examine les moyens de corriger les tables de la Lune ainsi que les positions de certaines étoiles de divers catalogues. Reprenant les observations et les calculs effectués par le P. La Feuillée en 1708, examinés par Delisle, Chabert rectifie la longitude de Buenos-Aires de 3° 15'. Il s'agit d'observations effectuées à Terre.

Chabert témoigne des relations privilégiées qui l'unissent à Le Monnier. Celui-ci lui communique tous les éléments dont il a besoin pour ses calculs. Chabert emploie les seules tables de la Lune satisfaisantes à cette époque, celles des *Institutions astronomiques* de Le Monnier.

Cet exemple nous donne un bon témoignage des compétences astronomiques de quelques-uns des officiers de la Marine royale. Avec d'Après de Mannevillette, La Galissonnière, Bory et Chabert, la marine dispose là d'officiers aptes à juger, à employer et à développer des méthodes astronomiques et les instruments nautiques adéquats. Ils ont les connaissances suffisantes pour dialoguer d'égal à égal avec la plupart des astronomes de l'Académie des Sciences. Il faudra pourtant attendre les années 1770, vingt années plus tard, pour voir leurs compétences un peu plus exploitées, lorsqu'ils seront engagés au Dépôt de la Marine.

Quoi qu'il en soit, en 1748, Chabert est sans doute avec Mannevillette l'un des premiers officiers savants, maîtrisant les calculs astronomiques, capables d'apporter des précision importantes aux conditions d'emploi des méthodes lunaires pour la détermination des longitudes à terre ou à la mer. Le mémoire est intégralement donné en planche IV.1.4. J'ai cru bon de souligner les passages qui me

¹⁸⁵. SAV ETR, 1750, t. I, pp. 411-419, mémoire daté du 15 février 1748.

¹⁸⁶. PV ARS, t. 67, 1748, p. 60, séance du 24 février 1748.

semblaient importants dans ce texte, du point de vue des pratiques, des méthodes, des influences et des relations entre marins et astronomes.

Notons que Chabert trouve une différence de longitude entre Paris et Buenos-Aires de $4^{\text{h}} 3' 34''$ (page 416), ce qui donne (en multipliant par 15°), une longitude Ouest de Paris, de $60^{\circ} 53' 30''$ pour ce port. Deux autres déterminations conduisent aux valeurs de $60^{\circ} 45'$ (p. 418) et $60^{\circ} 51' 15''$ (page 419).

A titre de comparaison, en 1820, 70 années plus tard, Ducom indique $60^{\circ} 43' 59''$ (aux incertitudes près — la source est inconnue) pour cette même longitude, soit une différence de 2 à $10'$ environ. La valeur moyenne des déterminations de Chabert vaut $60^{\circ} 49' 55''$, soit un écart d'environ $6'$ avec celle de Ducom, presque un dixième de degré d'erreur, correspondant finalement à une erreur assez faible sur la position de la Lune. Ceci permet de juger de la qualité des observations et du travail heureux de Chabert, qui dépendaient de la précision des tables employées et d'un certain nombre de données sujettes à des erreurs importantes : demi-diamètre de la Lune, parallaxe lunaire, longitude et latitude de la Lune (dont l'incertitude est généralement délicate à calculer)¹⁸⁷.

IV.2 VAUSENVILLE ET LES ERREURS DES TABLES DE HALLEY

IV.2.1. Éléments biographiques

On dispose d'assez peu de renseignements sur Guillaume le Rohbergher de Vausenville¹⁸⁸. L'orthographe même de son nom est d'ailleurs source de difficultés ; ceci explique sans doute les problèmes que l'on rencontre dans la collecte d'éléments bio-bibliographique sur ce personnage. Dans les catalogues des imprimés de la Bibliothèque Nationale de France, il faut par exemple chercher à l'entrée « Le Roberger » ; ailleurs, c'est à Vausenville.

Originaire de Rouen (il est originaire de Vire selon Doneaud¹⁸⁹) et habitant cette ville une grande partie de sa vie, on sait qu'il fut astronome, historiographe du roi¹⁹⁰, selon Quérard. Sans titre

¹⁸⁷. La valeur actuelle de la longitude de Buenos Aires est de $60^{\circ}47'$ à l'Ouest de Paris. Notons que les déterminations de Chabert ne sont pas si éloignées de la valeur correcte.

¹⁸⁸. Quérard, 1833, V, p. 206.

¹⁸⁹. Doneaud, 1881, LXVIII, p. 146.

¹⁹⁰. On ne sait pas vraiment ce que recouvre cette appellation. Littré explique que l'on nomme communément en France historiographe, l'homme de lettres pensionné et appointé pour écrire l'histoire [Littré, 1993, t. 3, p. 3000]. Dans

particulier, il fut élu correspondant de l'ARS et de Le Monnier le 22 décembre 1753¹⁹¹. En 1774-1778, il fut l'auteur de vains travaux sur la quadrature du cercle, qu'il regardait comme un lemme pour la recherche d'une solution au problème de la détermination des longitudes. D'Alembert sanctionna durement ses travaux et Vausenville s'en trouva fâché au point de déclencher quelques discussions orageuses que l'on peut lire dans les procès-verbaux de l'ARS. Devant le refus de d'Alembert d'examiner ses travaux sur la quadrature du cercle, Vausenville intenta un procès à l'ARS, d'autant plus fâcheux que Vausenville était correspondant de l'Académie, lui reprochant de ne pas vouloir lui attribuer le prix Rouillé de Meslay de 125 000 Livres auquel il pensait avoir légitimement droit, ayant, selon lui, résolu le problème de la longitude en mer¹⁹². Vausenville jugeait la position de l'Académie illégale et la dénonça publiquement. R. Hahn relate dans son ouvrage sur l'Académie des sciences de Paris comment l'affaire dérapa, dura cinq années entre 1774 et 1779, et impliqua plusieurs académiciens¹⁹³.

Cette campagne anti-académique ne profita pas à Vausenville, qui ne réussit pas plus auprès de l'Académie de Marine. L'académie brestoise lui répondit poliment mais fermement que ses travaux étaient trop éloignés des études examinées par ses membres¹⁹⁴. Cette pénible affaire contraignit l'Académie des Sciences le 3 mai 1775, suite à une proposition de d'Alembert, à ne plus examiner désormais de mémoires traitant de la Quadrature du Cercle, bientôt suivie en cela par la Royal Society¹⁹⁵.

C'est pour son mémoire sur la correction des tables de la Lune de Halley, écrit bien avant ses travaux sur la quadrature du cercle, que Vausenville nous intéresse ici.

l'usage, l'historiographe remplit une charge et rassemble les matériaux, l'historien compose un ouvrage en les mettant en œuvre. On trouve, pour le P. Pezenas, ce titre sur la page de titre de l'ouvrage qu'il compose dès 1766, intitulé *Histoire critique de la découverte des longitudes* (Avignon, 1775).

¹⁹¹. Grandjean de Fouchy, (s.l.n.d.), *Tableaux des membres et correspondants de l'Académie Royale des Sciences* [A.A.R.S., usuels].

¹⁹². Voir supra, chap. I.1 sur les malentendus autour de la destination du Prix Rouillé de Meslay.

¹⁹³. Hahn, 1993, pp. 205-207, n.102, p. 207 : Lalande et Dionis Duséjour sont obligés d'intervenir pour défendre la position des astronomes attaqués publiquement par Vausenville.

¹⁹⁴. Hahn, 1993, p. 205. En 1785, l'*Encyclopédie Méthodique Mathématique* consacre un long article, écrit par Panckouke, expliquant longuement pourquoi la recherche de la quadrature est vaine [*Enc. Méth. math.*, 1785, II, pp. 690-693]. Cet article est une version remaniée de celui écrit par Panckouke et publié dans le JDS de décembre 1765. En 1754, Montucla avait écrit une *Histoire des Recherches sur la quadrature du cercle*, dans laquelle il expliquait les écueils d'une telle quête. [Jacob, 2000, pp. 16-19]. La position de Vausenville n'était pas si illégitime puisqu'à cette époque, aucun mathématicien de l'Académie n'était en mesure de démontrer l'impossibilité de la quadrature du cercle. Voir supra, chap. I.1, note 118 pour la démonstration tardive par Lindemann, en 1881, de l'impossibilité de la quadrature du cercle.

¹⁹⁵. Doneaud, 1881, LXVIII, p. 146-147. Voir Hahn, 1993, pp. 203-207. Voir notre chapitre I.1 pour les malentendus autour de la destination du prix Rouillé de Meslay.

IV.2.2. Le mémoire de Vausenville de 1753 [SAV ETR t. III, pp. 25-28]

Il n'est pas indifférent que Vausenville ait été élu correspondant de Le Monnier. Son mémoire sur la correction des tables de la Lune en est la cause. Cette élection peut être regardée comme une récompense et une reconnaissance académique de ce travail.

Ce texte donne un bon exemple du type de calcul astronomique courant au XVIII^e siècle et qui ne figure pas parmi les plus ardues. Le chapitre sur les distances lunaires (chap. III.1) nous en fournissait de bien plus difficiles. Vausenville cite ses sources pour que ses lecteurs puissent reprendre ses calculs. Il se propose de compléter la liste des lieux de la Lune publiée par Halley en calculant la position de la Lune à partir d'une observation d'éclipse de Soleil que lui a fourni Cassini de Thury.

CONCLUSION

Si l'idée d'employer le *saros* ne pouvait pas longtemps fournir les éléments espérés par certains astronomes (Halley, Bradley, Le Monnier, Delisle, Cassini II et Cassini III, Chappe d'Auteroche, Maraldi II ?) et répondre ainsi à leur attente de voir la théorie du mouvement de la Lune complétée avec l'aide de leurs seules observations, au moins mit-elle à la disposition des mathématiciens et astronomes plus théoriciens, un grand nombre d'observations de bonne qualité sur lesquelles les nouvelles théories analytiques de la Lune ont pu être bâties, comme ce sera le cas par exemple, pour Clairaut en 1750-51. Les chapitres suivants donnent de plus amples détails sur les comparaisons des tables de la Lune aux observations entreprises dans les années 1760. La correction des tables à l'aide de la période de 223 lunaisons, ou le pseudo « *saros*-des-Chaldéens », constitua toutefois un moyen temporairement efficace pour l'amélioration des tables de la Lune et l'un des arguments pour la promotion des méthodes lunaires de DLM, en entretenant l'espoir de les voir employées un jour en mer.

Cette étude montre aussi que le mémoire de Lacaille de 1759 ne peut être réduit à une simple lecture scientifique. Il est presque entièrement consacré à un règlement de compte avec Le Monnier, le rival désigné à abattre. Lacaille s'oppose à tout ce que Le Monnier défend. Lacaille souligne l'inutilité de la méthode du *saros*, la dangereuse imprécision de la méthode de l'angle horaire, l'inutilité de calculer un almanach basé sur cette dernière méthode, le danger de tous ces principes pour la navigation. Avec les travaux de Lacaille, les années 1749 à 1759 s'annonçaient riches pour la navigation astronomique française, et la Marine de France avait les moyens intellectuels de prendre une avance décisive sur la navigation astronomique anglaise. La querelle Lacaille-Le Monnier joue un rôle central dans le retard que prend l'astronomie nautique française à la même époque.

Si les tables de la Lune de Le Monnier figurent parmi les plus précises au début des années 1750, elles sont vite remplacées par les tables issues des théories analytiques du mouvement de la Lune, principalement celles de Tobias Mayer (1753), mais aussi celles de Clairaut (1752-1754). Comment ces tables sont-elles construites ? Pourquoi l'histoire n'a-t-elle retenu que l'impact et l'importance des tables de Mayer et non celles de Clairaut ou celles de d'Alembert ? Si j'ai apporté quelques éléments de réponses en ce qui concerne d'Alembert, il reste à aborder les travaux de Clairaut sur le mouvement de la Lune. C'est l'objet des deux chapitres à venir.

PARTIE IV - CHAPITRE 2

IV.2

PARALLAXE HORIZONTALE ET TABLES ANALYTIQUES DE LA LUNE : LES TRAVAUX D'ALEXIS CLAIRAUT (1713-1765) SUR LA THÉORIE DE LA LUNE

PLAN

PRÉAMBULE : UNE PETITE CHRONOLOGIE DES TRAVAUX DE CLAIRAUT SUR LA THÉORIE DE LA LUNE.

Quelques commentaires à la chronologie des travaux de Clairaut sur la théorie de la Lune.

I. LA RÉPONSE DE CLAIRAUT AUX INSUFFISANCES DE LA THÉORIE NEWTONNIENNE DU MOUVEMENT DES APSIDES DE L'ORBITE DE LA LUNE

I.1 Insuffisances du traitement newtonien du mouvement des apsides de la Lune.

I.2 La compétition sur le problème des trois corps. Les hésitations de Clairaut et leurs conséquences.

II. LES TABLES DE LA LUNE DE CLAIRAUT

II.1 Les premières tables de la Lune de Clairaut : une édition mouvementée, ou pourquoi et comment les tables de Clairaut sont publiées avec un an de retard sur celles de Mayer.

II.1.1 Clairaut lauréat du prix de Saint-Pétersbourg pour 1751.

II.1.2 L'édition de *Tables abrégées de la Lune* à Saint-Pétersbourg : promesses non tenues.

II.1.3 L'édition des *Tables de la Lune* à Paris. Le regard de quelques astronomes et géomètres sur le travail de Clairaut.

II.2 Les tables de la Lune de Clairaut (1752-1754).

II.2.1 Construction et forme des tables.

II.2.2 Sur quelles observations Clairaut construit-il ses tables ?

II.2.3 Diffusion des *Tables de la Lune*.

II.3 Lumières et polémiques : théorie contre empirisme.

II.3.1 Euler et Clairaut : différence de fond ou de forme ?

II.3.2 Clairaut, d’Alembert et Mayer : théorie contre empirisme

II.3.3 Condorcet, Euler, Jeurat et les autres...

III. LES TABLES DE LA PARALLAXE HORIZONTALE DE LA LUNE

III.1 Le problème de la parallaxe horizontale de la Lune avant 1751.

III.1.1 (Enjeux de) La connaissance de la parallaxe de la Lune

III.1.2 Les astronomes et la mesure de la parallaxe horizontale de la Lune.

III.2 La parallaxe de la Lune après 1751 : les travaux de Lalande, Lacaille et Clairaut.

III.2.1 Lacaille au cap de Bonne-Espérance et Lalande à Berlin : résultats d’une entreprise scientifique Européenne.

III.2.2 Clairaut et les tables de la parallaxe horizontale de la Lune.

IV. LE DIFFICILE PROBLÈME DU CALCUL DU MOUVEMENT HORAIRE DE LA LUNE

IV.1 En quoi réside la difficulté ?

IV.1.1 Pourquoi entreprendre le calcul du mouvement horaire de la Lune ?

IV.1.2 Illustrations.

IV.2 Les tables du mouvement horaire de Clairaut (avril 1755).

IV.2.1 Les travaux théoriques : des tables de la Lune au mouvement horaire.

IV.2.2 Le devenir des tables du mouvement horaire de Clairaut dans la CDT.

IV.2.3 Deux regards critiques tardifs sur le mouvement horaire de la Lune chez Clairaut.

Qua causa argentæ Phœbe

Passibus haud æquis graditur, cur Subdita nulli

Hactenus Astronomo, numerorum fræna recuset :

Cur remeant nodi, curque auges progenduntur

*(Voilà pour quelle raison la Lune argentée se meut irrégulièrement;
pourquoi elle s'est montrée rebelle jusqu'ici à tous les astronomes
en refusant de se soumettre au joug du calcul;
pourquoi les nœuds se déplacent dans le sens rétrograde,
et pourquoi les apsides tournent dans le sens direct¹)*

¹. Extrait du poème latin inséré par Halley en tête des premières éditions des *Principia* de Newton, utilisé par Clairaut comme dédicace de sa théorie de la Lune de 1751 [Lettre du 10 février 1751 à K.G. Razumovskij, OO IV A, 5, pp. 227-228], [Clairaut, 1765, *Théorie de la Lune* (SHM Brest, R. 2928)]. Le texte complet en latin est donné par Cook, 1998, appendix 6, *Halley's Ode to Newton*, pp. 442-443.

INTRODUCTION

La compétition qui oppose, dans les années 1744-1756, Euler, d'Alembert et Clairaut au sujet de la résolution du problème des trois corps et de la théorie de la Lune, commence à être connue dans ses grandes lignes². Seuls quelques écrits en langue anglaise³ reprennent souvent dans le détail un exposé du contenu analytique des grands traités publiés dans leur forme définitive par les trois grands géomètres⁴. Mon mémoire de DEA⁵, soutenu en 1995, avait pour objectif la reconstruction des prémisses de la théorie de Clairaut dans ses premières notations, restituées dans leur contexte et selon les premiers mémoires publiés entre 1744 et 1749.

Il existe une restitution "moderne" de ces théories de la Lune par François-Félix Tisserand⁶. Ecrite à la fin du XIX^e siècle, elle a pour objet de retrouver ces théories par les méthodes de l'analyse mathématique contemporaines de l'auteur. Avant lui, A. Gautier avait, en 1817, soutenu une thèse à caractère historique, sur les premières théories issues du problème des trois corps de la Lune de Clairaut, d'Alembert et Euler et notamment, sur leurs théories de la Lune. Quoique ces quelques pages soient précieuses et éclairantes, de tels exposés masquent la démarche suivie réellement par Clairaut et l'historien préférera toujours lire la théorie de la Lune de Clairaut dans le texte et avec ses notations originales.

Ces études se sont souvent aussi restreintes aux seules solutions analytiques apportées par les géomètres au problème des trois corps, et à la manière dont ils ont développé et employé de nouveaux outils mathématiques pour résoudre les problèmes d'approximations posés lorsqu'ils tentaient d'établir les équations donnant l'orbite de la Lune. Ce faisant, elles se sont souvent déconnectées de la nécessité pour les astronomes et les navigateurs de disposer d'une bonne théorie de la Lune afin d'employer les méthodes lunaires de DLM. Aucun auteur n'a jamais traité de l'ensemble de la théorie de la Lune de Clairaut : établissement des équations, établissement des tables de la Lune, de la parallaxe horizontale et

². Les références des études sur ce sujet sont : Boistel, 1995 ; Taton, 1982a, 1983 ; Waff, 1973, 1975, 1976, 1995 ; Wilson, 1980, 1995a, 1995b.

³. Waff, 1975, 1995; Cook, 1988. La thèse de Craig B. Waff devrait selon nous faire l'objet d'une traduction française et être publiée.

⁴. Tisserand, 1874; Waff, 1975, 1995; Cook, 1988.

⁵. Boistel, 1995.

⁶. Tisserand, 1894, III, pp. 46-60.

du mouvement horaire de la Lune. La cohérence de la théorie en vue d'une utilisation nautique n'a jamais été discutée et c'est là notre ambition.

En quoi réside la cohérence d'une théorie de la Lune au XVIII^e siècle ? Elle ne peut se borner à la seule résolution du problème des trois corps et du mouvement apsidal de son orbite. La promotion des méthodes lunaires de DLM exige la résolution de trois grands problèmes :

1°. Obtenir des **tables de positions de la Lune** les plus précises possibles afin que les calculs des distances lunaires (luni-astroales ou luni-solaires) pour le méridien de référence, qui seront confrontés aux observations, soient les plus justes possibles.

2°. Avoir des valeurs de la **parallaxe de hauteur** et donc de la **parallaxe horizontale** les plus précises possibles de manière à ce que les corrections apportées aux observations de la Lune effectuées en mer, combinées aux corrections de la réfraction atmosphérique, soient les plus justes possibles afin d'en déduire la longitude terrestre.

3°. Certaines méthodes (comme celle de l'angle horaire ou des distances lunaires) exigent des observations quasi-simultanées qu'un observateur seul ne peut effectuer; il lui est alors nécessaire de pouvoir calculer le déplacement effectué par la Lune pendant une certaine durée, ce qui revient à calculer le **mouvement horaire de la Lune**.

Une théorie complète développée pour les besoins de la navigation et son utilisation dans un almanach nautique par exemple, se doit de débattre et traiter de ces trois points. C'est évidemment le cas chez Clairaut, de manière plus discutable et plus floue chez Euler⁷, il n'en va pas de même pour d'Alembert qui ne s'occupera des besoins de la navigation que très artificiellement et de manière opportuniste. D'Alembert ne proposera de tables d'usages pratiques que sous la pression de la concurrence acharnée à laquelle se livrent ces trois hommes entre 1747 et 1765 (année du décès de Clairaut). On peut même ajouter que les tables de la Lune de d'Alembert ne seront jamais employées, celui-ci ne s'étant jamais attardé sur les longs calculs numériques qu'il aurait dû mener pour établir les tables nécessaires à la navigation, exploitables par les astronomes et les marins, et finalement pour

⁷. Voir Saisset, 1843, *Lettres à une Princesse d'Allemagne sur divers sujets de Physique et de Philosophie* : lettres datées de l'année 1761 sur une vulgarisation du problème des longitudes, lettres n° XXVIII à XXXVI, pp. 407-430. Dans sa théorie, et à travers sa correspondance, Euler ne manifeste pas un intérêt remarquable pour la navigation.

assurer la promotion de sa théorie de la Lune⁸. Par ailleurs, trop liées aux *Institutions Astronomiques* de Le Monnier, les tables de la Lune de d'Alembert n'ont pas recueilli la faveur des astronomes, jugeant les procédés de Le Monnier dépassés et peu pratiques⁹.

Par ses contacts avec Lalande et Lacaille, Clairaut manifeste clairement le projet de fournir des résultats concrets à l'astronomie pratique, de rendre sa théorie accessible et utilisable.

E. Forbes a longuement étudié la manière dont Tobias Mayer s'est approprié les premiers résultats d'Euler et les a développés en vue d'établir sa propre théorie de la Lune¹⁰. Les travaux de Clairaut n'ont jamais été examinés sous l'angle de leurs rapports avec les besoins de l'astronomie nautique et pratique, leur intégration dans la CDT, leur succès d'estime auprès des astronomes et leur pérennité.

C'est l'ambition des deux chapitres suivants : examiner comment Clairaut développe sa théorie de la Lune, comment celle-ci répond ou non aux besoins de l'astronomie nautique, des astronomes et/ou des marins, examiner sa diffusion et la réception de sa théorie par les astronomes.

Il n'est pas dans notre propos de reprendre ici toute l'histoire de la grande compétition dans ses détails ; C. Waff nous en a fourni d'importantes clefs de lecture¹¹. Mais afin d'éclairer le contexte dans lequel les tables de la Lune de Clairaut voient le jour, de préciser leur emploi par les astronomes de l'époque et leur diffusion en vue d'une utilisation nautique, il nous a semblé important d'en rappeler les grandes lignes.

⁸. Voir par exemple Humbert (1951) sur les articles d'Astronomie rédigés par d'Alembert dans l'*Encyclopédie*. P. Humbert souligne les énormes lacunes concernant l'Astronomie descriptive dont le développement ne constituait pas le premier souci de d'Alembert. Celui-ci donne des tables de la Lune dans le tome III de ses *Recherches sur différens points importans du système du Monde* (Paris, 1756), pp. 1-84, et dans le tome II de ses *Opuscules mathématiques* (Paris, 1761), pp. 239-312.

⁹. Voir par exemple, pour comparaison, les deux mémoires de Lalande sur la parallaxe de la Lune (1752 et 1753), et supra, chapitre IV.1.

¹⁰. Voir notamment la correspondance Euler-Mayer, éditée par Forbes (1971a).

¹¹. Waff, 1975; notamment, chapter II « Euler, Clairaut and d'Alembert : an anomaly in Newton's system of the world », pp. 50-93.

PRÉAMBULE : UNE PETITE CHRONOLOGIE DES TRAVAUX DE CLAIRAUT SUR LA THÉORIE DE LA LUNE

Pour plus de clarté dans l'exposé qui va suivre, voici quelques repères chronologiques des travaux et études autour de la théorie et des tables de la Lune de Clairaut.

Table IV.2.1 : Petite chronologie des travaux autour de la théorie de la lune de Clairaut : *de la théorie aux tables* - Chronologie établie sur les dates effectives de présentation à l'ARS et prenant en compte les recherches sur la parallaxe et le mouvement horaire de Clairaut.

1743-1748 Premières réflexions sur la Théorie de la Lune. “ De l'orbite de la Lune dans le système de M. Newton ”, HARS, 1743 (Paris, 1746) : mémoire rédigé entre septembre et novembre 1743, déposé à l'Académie le 20 décembre 1743. Lecture les 13 juin, 18 et 22 juillet, 5 décembre 1744. Lettres avec G. Cramer, échanges avec J.L. Calandrini de Genève, les PP. Minimes F. Jacquier et T. Le Seur, commentateurs et éditeurs des *Principia* de Newton en Suisse. Calandrini est l'auteur d'un commentaire faisant office de théorie du mouvement des apsides de la Lune.

1744-46 Rédaction et relecture des *Principia* de Newton traduits par Mme Du Châtelet. Commentaires sur le système du Monde de Newton : Clairaut est l'auteur de l'« Exposition abrégée du système du Monde ... ». L'« Approbation » est signée par Clairaut le 20 décembre 1745.

1747 Dépôts de plis cachetés de Clairaut et d'Alembert sur la théorie de la Lune. 7 janvier, 15 mars et 14 juin 1747 : plis cachetés de Clairaut sur la théorie de la Lune; lecture à l'Académie entre le 28 juin et le 2 sept. 1747. Nouveau pli cacheté déposé le 6 sept. 1747.

Le 15 novembre 1747 : Assemblée Publique - Lecture du mémoire « Du système du Monde dans les principes de la Gravitation universelle » : Clairaut propose de modifier la loi de l'attraction universelle en lui ajoutant un terme correctif. (HARS 1745 (Paris, 1749), pp. 329-364). Relecture devant l'Académie les 22 et 29 novembre 1747. Euler et d'Alembert sont dans le même embarras que Clairaut.

- 1748-1749 Le 20 janvier 1748 première attaque de Buffon sur la modification de la loi de la gravitation : débat autour de la simplicité et l'universalité de la loi. Les pièces de la polémique avec Buffon sont publiées en 1749 (HARS 1745 (Paris, 1749), pp. 329, 493; 529; 551; 577-583). Les mémoires sont insérés au dernier moment lors de l'impression du volume de HARS pour 1745 à Paris dans le courant de l'année 1749.
- 1748 Le 20 décembre 1748 « De l'orbite de la Lune en ne négligeant pas les quarrés [...] », (publié dans HARS 1748 (Paris, 1752), pp. 421-440), mémoire déposé le 21 janvier 1749 et lu les 15, 18 et 22 mars 1752 seulement. Clairaut rectifie ses calculs et tient compte de petits termes dans les développements en série donnant la perturbation du mouvement képlerien de la Lune.
- 1749 Le 17 mai 1749 : « rétractation » de Clairaut. Il a trouvé la solution et prenant en compte certains coefficients jusque-là négligés, il réussit à accorder la théorie newtonienne et sa théorie du mouvement des apsides de la Lune (HARS 1745, pp. 577-586 (Paris, 1749)). Présent à Paris depuis 1747, N. Grischow assiste à cette séance et en fait part indirectement à Euler. Les pièces de la polémique Clairaut-Buffon sont insérées dans le volume HARS 1745 (Paris 1749). A Saint-Pétersbourg, débats autour de la nécessité et de l'intitulé du prix qui sera proposé pour 1751 sur la théorie de la Lune. Euler suggère le texte du prix proposé par Saint-Pétersbourg pour l'amélioration de la Théorie de la Lune.
- 1750 14 janvier 1750 : l'Académie et Clairaut prennent connaissance du sujet du prix proposé par l'Académie Impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg. Le 6 décembre 1750, Clairaut envoie le manuscrit de la partie principale de sa *Théorie de la Lune*.
- 1751 Clairaut est déclaré lauréat du prix de Pétersbourg le 22 juin 1751 avec un prix de 100 ducats; il en est informé le 7 septembre 1751.
- En octobre, Euler reconnaît publiquement l'avancée que représente la *Théorie de la Lune* de Clairaut et son influence sur ses propres travaux (Phil. Trans., vol. XLVII (Londres, 1753), pp. 263-264).
- 1752 *Théorie de la Lune déduite du seul principe de l'attraction universelle*, imprimée à Saint-Pétersbourg en 1752. Les remarques et additions sont envoyées par Clairaut à Schumacher le 2 janvier 1752. Le 13 août 1752, Clairaut répond à Schumacher qu'il a reçu un exemplaire de son ouvrage.

- 1753 En octobre, Clairaut et Delisle testent les nouvelles tables de la Lune [OP, B 1.7, fol. 212]. Le 5 septembre 1753, Clairaut dépose à l'ARS son mémoire « Tables de la Lune calculées suivant la théorie de la Gravitation universelle ». Rapport. le 22 décembre 1753 par Cassini III et Le Monnier.
- 1754 les 16 et 23 janvier 1754, lecture du mémoire « Construction des tables de la parallaxe horizontale de la Lune », publié dans HARS, 1752 (Paris, 1756).
- Publication à Paris des *Tables de la Lune calculées suivant la Théorie de la Gravitation Universelle*.
- 1754-55 Troisième mémoire de Lalande sur la parallaxe de la Lune (HARS 1756, pp. 364-379, lu entre sept. 1754 et janv. 1755) : Lalande a révisé tous ses calculs sur les tables de la Lune et de la parallaxe de la Lune de Clairaut. Lalande est désormais rallié au clan Lacaille-Clairaut.
- 1755 le 30 avril 1755, « Construction des tables du mouvement horaire de la Lune », mémoire imprimé dans HARS 1752 (Paris, 1756).
- 1759 Première comparaison des tables de la Lune de Mayer et de Clairaut effectuée en juin 1759 par Jeurat (publiée dans SAV ETR, t. IV (1763), pp. 187-189).
- Paris, CDT pour 1761 : les tables de la parallaxe horizontale de Clairaut sont insérées et expliquées par Lalande.
- 1761 Les 15 et 18 avril et le 23 juin 1761 : « Mémoire sur la parallaxe de la Lune » par Lacaille qui présente les réductions de ses observations effectuées au cap de Bonne-Espérance : calculs des lieux de la Lune sur les tables de Clairaut de 1753 modifiées par Clairaut. Corrections des tables de la parallaxe horizontale ; les observations sont plus grandes de 30" que celles des tables de Clairaut. Une méthode de Clairaut pour le calcul des parallaxes. Lacaille établit une formule de son cru pour le mouvement horaire, le point le plus délicat des calculs, à partir des tables de la Lune de Clairaut.
- 1763 Paris CDT pour 1765. Lalande emploie les tables de Clairaut pour les tables de la parallaxe horizontale et du mouvement horaire de la Lune, dans une version améliorée des mémoires de 1752 et 1754. Lalande envisage de publier les nouvelles tables de la Lune dans la CDT à la place des tables de Mayer. Le manuscrit de la seconde édition est déjà prêt.
- Publication de la première comparaison des tables de la Lune de Clairaut et Mayer par Jeurat (voir 1759).

1764 Utilisations de tables de la Lune manuscrites de Clairaut pour l'observation de l'éclipse du 1er avril 1764 (Bailly, Jaurat, Cassini comparent les tables). Succès des tables de Clairaut qui prévoient l'éclipse annulaire à Paris au contraire des tables de Mayer. Seconde comparaison des tables de Mayer et de Clairaut par Jaurat (HARS, 1764, Hist. 116-121, Mém., pp. 273-276, 277-283). Eloges des tables de Clairaut par Cassini III et Bailly à cette occasion.

Le 11 avril 1764, Clairaut demande des commissaires pour l'examen de ses nouvelles tables de la Lune; Lalande et Bailly sont désignés mais Pingré remplacera Lalande en août.

Le 5 septembre 1764, Bailly et Pingré font un rapport favorable et suggèrent que les nouvelles tables de la Lune de Clairaut soient désormais intégrées à la CDT.

1765 Mars 1765, *Théorie de la Lune* de Clairaut, seconde édition, Paris. Elle reprend l'édition de 1752 (pp. 1-93), suivie des additions et des nouvelles tables de 1764-65 (pp. 94-161).

11 avril 1765 : un mois avant son décès, Clairaut écrit à John Bevis pour réclamer une part du prix britannique des Longitudes après avoir appris le succès de Tobias Mayer et la remise d'une récompense à L. Euler. [Lettre du 11 avril 1765 à J. Bevis, *Gentleman's magazine*, vol. 35, p. 208]

Le 17 mai 1765 : décès de Clairaut.

Lalande ne persévère pas dans son intention de publier les tables de Clairaut dans la CDT.

1771 Mémoire de Dionis Duséjour (HARS 1771, pp. 163-168) sur les mouvements horaires de la Lune comparés de Clairaut et de Mayer. Il conclut que les tables de Clairaut sont à employer avec circonspection, et en appelle à une vérification à long terme de ces tables.

1775 Le 1^{er} avril 1775 : troisième comparaison des tables par Jaurat (HARS 1777, pp. 487-490) à l'occasion de l'éclipse du 17 mars 1775. Jaurat est chargé depuis 1774 de la rédaction de la CDT et occupera la charge jusqu'en 1783.

1776 Le 14 août 1776 : quatrième comparaison des tables par Jaurat (HARS, 1776, 268-272) à l'occasion des observations du 25 au 28 juillet 1776. Bonne tenue des tables de Clairaut face aux tables de Mayer.

1780 Lémery et Jaurat entreprennent de longs calculs de lieux de la Lune sur les tables de Clairaut et leur comparaison avec les observations de Bradley, pour les publier dans la CDT. Publication partielle des comparaisons dans la CDT pour 1783 (pp. 352-371).

- 1781 Le 21 nov. 1781 : cinquième comparaison des tables par Jeaurat (HARS, 1781, pp. 9-20) à l'occasion de l'éclipse de Soleil du 17 octobre 1781. Résultat très négatif pour la tenue des tables de Clairaut.
- 1782 Lémery remet son manuscrit du calcul des 526 lieux de la Lune sur les tables de Clairaut à l'Académie le 7 juillet 1782 [Bib. Institut Ms 2384].
- 1783 Comparaisons des tables de Clairaut, de Mayer corrigées par Mason, et des nouvelles tables d'Euler avec les observations de Bradley publiées dans la CDT pour 1786 (p. 387). Les tables de Clairaut s'écartent le plus des observations.
- Méchain remplace Jeaurat à la CDT et ne poursuit pas les investigations ; les tables de Clairaut s'écartent notablement des observations et ne soutiennent pas la comparaison avec les nouvelles tables de la Lune.
- 1788-1791 Dernier examen des tables du mouvement horaire de la Lune de Clairaut et comparaison avec celles de Mayer par l'abbé de Lambre [AD H, D.128, fol. 209-214; CDT, 1791 (Paris, 1789), pp. 255-278].

Quelques commentaires à la chronologie des travaux de Clairaut sur la théorie de la Lune

Il est possible d'articuler et de regrouper les travaux de Clairaut sur la Lune et la contribution de certains astronomes autour de quelques idées générales :

a) La maturation de la théorie : des années 1743 à 1751. Clairaut travaille seul, en concurrence avec Euler et d'Alembert sur le problème des trois corps. De par ses annonces et ses prises de positions parfois maladroites, il est engagé dans de rageuses polémiques avec Buffon et d'Alembert.

b) L'élaboration et l'utilisation ponctuelle des tables des positions, de la parallaxe horizontale et du mouvement horaire de la Lune : des années 1752 à 1761. Clairaut bénéficie du soutien de Lacaille puis de Lalande, ce dernier se ralliant assez vite au clan Clairaut-Lacaille durant l'été 1754. On note la curiosité de certains astronomes comme Delisle ou Jeaurat. La communauté des astronomes est assez partagée au sujet du choix du meilleur type de tables de la Lune : tables « théoriques » ou tables corrigées sur les observations à l'image des tables de Halley et de Mayer ?

c) La révision de la théorie et l'amélioration des tables en concurrence avec celles de Mayer : des années 1761 à 1765. Clairaut travaille de nouveau seul à l'amélioration de ses tables, Lacaille étant décédé, et Lalande occupé à d'autres activités (rédaction de la CDT et autres ouvrages d'astronomie).

d) Les comparaisons posthumes des tables de Clairaut et l'action de fervents admirateurs et continuateurs de son œuvre : des années 1765 à 1783. Les actions de Duséjour, puis de Jeurat et de Lémery sont déterminantes ; elles contribuent à prolonger la durée de vie de ces tables d'une trentaine d'années.

I. LA RÉPONSE DE CLAIRAUT AUX INSUFFISANCES DE LA THÉORIE NEWTONIENNE DU MOUVEMENT DES APSIDES DE L'ORBITE DE LA LUNE¹²

I.1 INSUFFISANCES DU TRAITEMENT NEWTONIEN DU MOUVEMENT DES APSIDES DE LA LUNE

Dans le cinquième tome de son *Traité de Mécanique Céleste*, Pierre-Simon Laplace expose de manière très claire et très simple les insuffisances de la théorie newtonienne de la Lune¹³, sans toutefois s'exprimer sur le problème du mouvement de l'apogée. Récemment, P. Chandler et C. Waff ont effectué une étude plus fine des problèmes rencontrés par Newton dans la résolution du mouvement de la Lune¹⁴.

Newton eut comme projet d'appliquer la loi de l'attraction universelle au mouvement de la Lune, en essayant de retrouver par la théorie les principales inégalités de son mouvement découvertes par Ptolémée — l'évection — et Tycho-Brahé — la variation. Les recherches de Newton font l'objet du troisième livre des *Principia* (traduction et contribution de Clairaut). Tentant de retrouver, à l'aide d'une force perturbatrice le mouvement de l'apogée qui s'établit à environ 3° par lunaison¹⁵, Newton emploie une relation mathématique liant le mouvement des apsides et une force centrale le produisant, dans le corollaire II de la proposition XLV du Livre I¹⁶. Supposant le rapport de la force solaire perturbatrice à la force centrale terrestre s'exerçant sur la Lune égal à $\frac{1}{357.45} \approx 0.002798$, il ne trouve que la moitié du

¹². Il s'agit bien sûr du mouvement de précession de la ligne des apsides de l'orbite lunaire, dit mouvement apsidal. Au XVIII^e siècle, on parle indifféremment du mouvement de l'apogée ou du périhélie de la Lune.

¹³. Laplace, 1825, *Traité de mécanique céleste*, T. V, Livre XVI « Du mouvement de la Lune », Chap. I^{er}, « Notice historique des travaux des Géomètres et des Astronomes sur cet objet », pp. 349-354.

¹⁴. Waff, 1975, 1976 et 1995.

¹⁵. Voir notre annexe sur la théorie de la Lune de Clairaut. On peut estimer la rotation "théorique" de la ligne des apsides de l'orbite lunaire, à la manière des ouvrages du XVIII^e siècle. La période de révolution sidérale de ligne des apsides de la Lune est de 8 ans et 311 jours environ : soit $360^\circ/3232,6054 \text{ jours} \approx 0,11136528 \text{ }^\circ/\text{jour}$ moyen ou encore ($\times 3600''$), égal à $400'',915$ par jour moyen. En en une révolution sidérale de 27,321661547 jours, et compte tenu de la valeur précédente la ligne des apsides de l'orbite de la Lune décrit donc environ un angle de : $27,321661547 \times 0,11136528 \text{ }^\circ/\text{j} \approx 3^\circ,0426845$ [B.D.L., 1997, *Introduction aux éphémérides astronomiques*, pp. 235-255 et p. 254 ; valeurs pour l'équinoxe J2000].

¹⁶. Newton, 1756, Livre I, Proposition XLV : « On demande le mouvement des apsides dans des orbes qui approchent beaucoup des orbes circulaires », Cor. 1, pp. 144-151 de la traduction de la marquise du Châtelet.

mouvement apsidal lunaire réel, 1° 31' 28" ¹⁷. Dans la proposition III du Livre III, Newton modifie sans explications ce rapport, le double, lui donnant la valeur $\frac{1}{178\frac{29}{40}} \approx \frac{1}{178.725} \approx 0.005595$, retrouvant ainsi

comme par miracle la valeur observée pour le mouvement de l'apogée lunaire¹⁸.

Dans l'aide qu'il apporte à la marquise de Châtelet dans la traduction des *Principia*, Clairaut ne ménage pas ses efforts¹⁹. Outre la révision de la traduction des calculs de Newton par la marquise du Châtelet, sa contribution la plus importante réside dans les commentaires sur le système du monde de Newton au Livre III²⁰. René Taton a très bien mis « *en lumière les interférences qui apparaissent entre le travail de commentaire entrepris par Clairaut pour cette édition à la demande de Mme du Châtelet, et les recherches qu'il mène au même moment sur la théorie de la Lune* »²¹. Il est difficile de ne pas attribuer à Clairaut la paternité du commentaire sur la théorie de Newton, tant le ton est proche de ce qu'il écrit à la même époque.

Dans son essai « *Comment M. Newton explique les Phénomènes des planètes secondaires, & principalement ceux de la Lune* »²², le duo Châtelet-Clairaut résume les contributions de Newton à l'identification des nouvelles ou anciennes inégalités, expliquées ou non, qu'autorise la loi de la gravitation universelle²³. Les commentaires sur les insuffisances de traitement de l'apogée sont discrets mais laissent paraître les doutes de Clairaut quant à la validité du calcul newtonien :

On ne trouve dans la Proposition du premier livre que je viens de citer, que l'exposition générale de cette manière d'estimer les forces perturbatrices du Soleil sur la Lune : mais dans le troisième on trouve le calcul qui mesure leur quantité ; on y apprend que la partie de la force du Soleil qui pousse la Lune vers la Terre, est dans sa

¹⁷. Ibid., p. 151 : le rapport est donné comme 100 à 35745.

¹⁸. Chandler, 1977, 405-410. Waff, 1995, pp. 35-36. Voir la note de Clairaut dans son mémoire « Du système du Monde dans les principes de la gravitation universelle », HARS 1745 (Paris, 1749), pp. 353-354 [Clairaut, 1745a, pp. 353-354] dans laquelle il discute des imprécisions de l'exposé de Newton.

¹⁹. Voir Cohen, 1968.

²⁰. « Exposition abrégée du système du Monde, et explications des principaux phénomènes astronomiques tirée des principes de M. Newton », attribuée à A. Clairaut, *Principia* (1756), tome II, pp. 1-110.

²¹. Taton, 1969, p. 210; Taton, 1970.

²². Ibid., article VI, pp. 95-110.

²³. Newton, 1756, tome II, pp. 95-110.

médiocre²⁴ quantité, la $\frac{1}{178\frac{29}{40}}$ de celle par laquelle la terre agit sur elle dans ses moyennes distances²⁵.

La perplexité des géomètres devant ce traitement newtonien de l'apogée n'est exprimée que vers la fin de l'exposé de la théorie de la Lune :

[...] mais comment M. *Newton* a-t'il employé ces altérations de la force centrale, & quels principes a-t'il suivi pour éviter ou pour vaincre la complication extrême, & les difficultés du calcul que présente cette recherche ? C'est ce qu'on n'a pas encore pû découvrir du moins d'une manière satisfaisante. On trouve je l'avoue, dans le premier Livre des Principes, une proposition sur le mouvement des Apsides en général, qui promet d'abord de grands usages pour la théories des apsides de la Lune, mais quand on vient à s'en servir, on voit bientôt qu'elle ne mene pas fort avant dans cette recherche²⁶.

Clairaut ayant entrepris dans sa compétition avec Euler et d'Alembert de résoudre le problème des trois corps et le problème du mouvement apsidal de la Lune, Emilie du Châtelet peut alors écrire vers 1747²⁷ :

[...] la méthode analytique qu'ils [i.e. ces trois géomètres] suivent, paroît la seule qui puisse vraiment satisfaire dans une recherche de cette nature²⁸.

C. Waff a très bien montré comment Clairaut réinterprète les *Principia* lors de ses échanges avec, d'une part, les PP. minimes François Jacquier et Thomas Le Seur, éditeurs de l'œuvre de Newton à

²⁴. *Médiocre* est ici à prendre au sens "moyenne" du terme.

²⁵. Newton, 1756, tome II, « Exposition abrégée [...] », p. 97.

²⁶. Newton, 1756, tome II, « Exposition abrégée [...] », pp. 108-109.

²⁷. Sur le problème des dates des éditions françaises de *Principia*, voir Cohen, 1968, pp. 261 et suiv., Taton, 1969 et 1970. L'« Approbation [de l'Académie Royale des Sciences] » se trouvant à la fin du vol. II de toutes les copies est daté du 20 décembre 1745, signé par Clairaut, tandis que le Privilège du Roi est daté du 7 mars 1746. En mars 1746, Clairaut signale au P. Jacquier que le commentaire n'est pas achevé [Jovy, 1922, p. 43].

²⁸. Newton, 1756, tome II, « Exposition abrégée [...] », p. 110.

Genève en 1742 et, d'autre part, un ami genevois de Gabriel Cramer, Jean-Louis Calandrini²⁹. Calandrini est l'auteur anonyme d'une très longue note au Scholie suivant la proposition 35 du livre III, éditée par les minimes genevois et dans laquelle il donne sa propre solution au mouvement de l'apogée lunaire. Cette méthode, estime Clairaut³⁰, est au moins discutable et peut être erronée dans le sens où Calandrini accorde une trop grande importance à l'influence de l'excentricité de l'orbite de la Lune sur la valeur du mouvement des apsides lunaires. Clairaut insiste alors sur la décomposition des forces principales et perturbatrices, et sur la prise en compte des composantes respectives de chacune de ces forces³¹. A la suite de ces échanges, Calandrini resta sur ses positions, n'acceptant pas l'idée de Clairaut selon laquelle Newton pouvait se convaincre que les calculs développés tout au long de la proposition 45 du Livre I ne pouvaient rendre compte entièrement du véritable mouvement des apsides de la Lune. D'un autre côté, ces échanges auront sans doute forcé Clairaut à préciser ses idées et nous croyons à une influence bénéfique de cette amicale polémique sur l'avancement des travaux de Clairaut sur la Lune. Il suffit de lire ou relire la très longue note ajoutée au mémoire imprimé en 1749 dans laquelle Clairaut s'exprime sur les critiques qui lui ont été formulées par Calandrini et ses autres adversaires³².

I.2 LA COMPÉTITION SUR LE PROBLÈME DES TROIS CORPS

Si Clairaut débuta ses recherches sur le mouvement de la Lune en 1743, la compétition entre Euler, d'Alembert et Clairaut s'engagea ouvertement dès 1746 dans leur entreprise de résoudre le difficile problème des trois corps³³.

²⁹. Waff, 1995, pp. 40-41. Pour les discussions entre Clairaut et Calandrini, voir Waff, 1975, pp. 202-208; Boistel, 1995, pp. 10-16.

³⁰. Lettre de Calandrini à Clairaut du 19 février 1748 [Speziali, 1955, lettre n°19, p. 225-226]. Lettre de Clairaut à Calandrini, du 6 mars 1748 [Speziali, 1955, lettre n°27, pp. 233-237].

³¹. Voir notre annexe sur l'exposé des grandes lignes de la théorie de la Lune de Clairaut.

³². Clairaut, 1745a, pp. 353-355. Voir aussi Waff, 1975 et Boistel, 1995. Le 20 déc. 1747, Clairaut, achevant ses « Remarques sur les articles... », écrit à propos de ses détracteurs qui lui reprochent d'avoir emprunté chez Calandrini ou chez Jacquier ses critiques du traitement newtonien du mouvement de l'apogée lunaire : « [...] s'ils restent dans quelque doute à l'égard de M. Newton, on voit bien qu'il ne peut pas tomber sur la vérité de la loi du Quarré, mais sur la méthode de M. Newton pour calculer le mouvement de l'Apogée. Je ne vois donc pas qu'on puisse penser que je doive à personne la remarque que j'ai faite de l'insuffisance de la loi d'attraction établie par M. Newton, ainsi que les moyens d'y suppléer » [A.A.S., pochette de séance du 20 déc. 1747; PV ARS, 1747, t. 66, p. 559].

³³. Voir Boistel, 1995. Taton, 1982a.

En 1746, à la suite de la publication de ses tables de la Lune et de ses *Institutions astronomiques*, qui font une large place au mouvement de la Lune³⁴, Le Monnier présente à l'Académie un mémoire sur les inégalités du mouvement de Saturne causées par l'action de Jupiter³⁵. Il réussit à persuader l'Académie de proposer comme sujet pour le prix de 1748, l'élaboration d'une théorie satisfaisante pour expliquer les irrégularités observées. Euler, déjà auteur d'une théorie des comètes³⁶, entre dans la compétition à laquelle Clairaut et d'Alembert, membres de l'Académie, ne pouvaient participer, et gagne le prix en mars 1748, en utilisant les données de Le Monnier. Ce mémoire d'Euler, *Recherches sur la question des inégalités du mouvement de Saturne et de Jupiter*³⁷, constitue un point de départ très important pour la théorie de la Lune puisqu'Euler propose une explication des perturbations du mouvement de Saturne à l'aide d'un traitement du problème des trois corps.

Clairaut³⁸ et d'Alembert rivalisent alors d'efforts pour tenter de résoudre les problèmes analogues posés par la détermination de l'orbite de la Lune : il s'agit de réduire les divergences entre les observations du mouvement réel de la Lune et son orbite dans la théorie newtonienne, et ainsi de permettre l'établissement de tables plus satisfaisantes que celles existantes alors (les tables cassiniennes, les tables newtoniennes de Halley, et de Le Monnier - Voir le chapitre IV.1 précédent).

Les discussions que vont occasionner les interventions successives et les revirements de Clairaut au sujet de la loi de l'attraction en 1747 et 1749, déboucheront sur la publication au début des années 1750, de trois œuvres majeures pour la mécanique céleste, chacune ayant pour auteur l'un des trois protagonistes.

Les "hésitations" de Clairaut et leurs conséquences

Tout au long de l'année 1747, Clairaut et d'Alembert présentent une suite quasi-ininterrompue de mémoires, de notes et de plis cachetés sur le progrès de leurs travaux, tout en évitant de révéler le détail

³⁴. Voir supra, chap. IV.1.

³⁵. Le Monnier, « Sur le mouvement de Saturne et sur l'inégalité de ses révolutions périodiques qui dépendent de ses diverses configurations à l'égard de Jupiter », H.A.R.S., 1746 (Paris, 1751), Mém., pp. 209-222; 689-710.

³⁶. Euler, L., 1744, *Theoria motuum planetarum et cometarum...*, O.O. II, 28.

³⁷. O.O., II, 25. Cette pièce sera publiée à Paris en 1749.

³⁸. Les recherches de Clairaut sur les inégalités de Saturne menées en parallèle avec celles d'Euler pour ce prix de 1748, seront publiées sous le titre « Mémoire sur les mouvemens des corps célestes... », J.D.S., décembre 1760, Vol. I, pp. 751-775, décembre 1760, Vol. II, pp. 815-832, janvier 1761, pp. 3-20.

de leurs méthodes et des résultats obtenus. Les deux savants correspondent avec Euler, au sommet de sa gloire et qu'ils apprécient et respectent tous deux. Si Euler reconnaît la virtuosité mathématique de d'Alembert (élu membre de l'Académie de Berlin en juin 1746), il juge l'orientation de son travail trop théorique et moins préparée que la sienne ou celle de Clairaut, à un usage pratique permettant de calculer des tables utilisables. Ce passage de la lettre qu'Euler adresse à d'Alembert le 15 avril 1747, illustre cette divergence de points de vues dans l'approche du problème :

Votre pièce sur le mouvement de la Lune est sans doute de la première profondeur et votre supériorité dans les calculs difficiles y éclate partout. La remarque que j'ai pris la liberté de vous écrire ne regardait que l'application de votre analyse à l'usage des tables astronomiques. Il s'agit pour cet effet des approximations faciles pour le calcul et il me semblait que la manière dont vous traitez ce problème n'est pas trop propre par rapport à ces approximations. Car ayant manié cette question de quantités de manières différentes, je n'ai trouvé qu'un seul chemin qui fut propre pour l'usage astronomique duquel j'ai aussi calculé mes tables de la Lune. Je suis donc d'autant plus curieux de voir la suite de vos recherches sur cette matière³⁹.

D'Alembert convient de ces difficultés dans sa réponse du 26 avril 1747⁴⁰.

Lors de la séance de l'Assemblée publique du 15 novembre 1747, Clairaut lit un mémoire intitulé *Du système du Monde dans les principes de la gravitation Universelle*, dans lequel il indique que ses calculs l'amènent à penser que la loi de Newton ne suffit pas à expliquer tous les phénomènes et qu'il envisage d'ajouter un terme correctif en $1/r^4$ ou $1/r^3$ à la formule classique⁴¹ :

[...] je pense en attendant mieux que l'accord général du système demande que la loi soit par toute la nature comme $1/\text{dist}^2$ + une petite fonction des distances assez

³⁹. O.O., IV A, 5, lettre 7, p. 266.

⁴⁰. O.O., IV A, 5, lettre 8, pp. 267-269.

⁴¹. Contrairement à ce que pourrait laisser deviner la plupart des relations de cette affaire, la proposition de Clairaut ne lui est pas totalement originale; elle est un peu dans l'air du temps. Clairaut dans son « Exposition abrégée [...] » (Newton, 1756, t. II, p. 109 de la seconde pagination) laisse entendre que Newton n'a pas lui-même écarté cette possibilité. Waff (1975, pp. 142-147) montre comment Bouguer envisage différents types de lois de l'attraction dans de nouvelles additions à ses *Entretiens sur la cause de l'inclinaison des orbites des planètes* (Paris, 1734). Dans la seconde édition (Paris, 1748), contemporaine des réflexions de Clairaut, Bouguer a ajouté une section intitulée « Sur l'institution des lois de l'attraction », pp. 48-61. Jean-Sylvain Bailly se fait aussi l'écho des réflexions de Bouguer dans une note de bas de page lors de la discussion de ces polémiques [Bailly, 1785, III, note (b), p. 153].

sensible à de petites distances comme la Lune et presque nulle dans les grands éloignements⁴².

La longue note ajoutée et complétée par Clairaut lors de l'impression de ce mémoire⁴³ indique qu'Euler, dans l'incapacité de concilier les observations avec sa théorie et encore inspiré par les tourbillons de Descartes⁴⁴, se rallia volontiers à la position de Clairaut. D'Alembert, plus hésitant, chercha des explications dans la forme et la structure de la Lune ou dans une sorte d'attraction magnétique de celle-ci, et s'en ouvrit à Euler⁴⁵. Il rassembla dans un mémoire qui ne sera imprimé qu'en 1749, l'essentiel de ses recherches, « Méthode générale pour déterminer les orbites... »⁴⁶, mémoire qui élude certaines des difficultés essentielles, qui ne résout pas le vrai problème posé par Clairaut, « le vrai mouvement de l'apogée lunaire », et qui rejette toute application numérique. Lassé par les difficultés et la compétition qui l'oppose à Clairaut et Euler (R. Taton le dit plus conscient qu'il ne l'avoue, du demi échec de sa tentative), d'Alembert se tourne vers un autre problème de mécanique céleste, la théorie de la précession des équinoxes. Le manuscrit de son travail sera présenté le 17 mai 1749, et publié moins de deux mois plus tard.

Le 27 avril 1748, Clairaut écrit à Euler pour lui annoncer son succès au concours de l'Académie de Paris sur la question des inégalités de Saturne et l'informe que l'Académie repropose ce même sujet pour 1750 à cause de « *l'importance de la matière qui mérite réellement bien d'être encore remaniée ; elle est belle et riche.* » Puis il ajoute une phrase qui révèle son souci d'approfondir également la théorie de la Lune :

⁴². O.O., IV A, 5, lettre 35, de Clairaut à Euler, du 11 septembre 1747, pp. 173-175.

⁴³. H.A.R.S., 1745 (Paris, 1749), pp. 353-355.

⁴⁴. Voir la lettre d'Euler à Clairaut, O.O., IV A, 5, lettre 36, du 30 septembre 1747, p. 176 : « [...] Ainsi, je soupçonne que la force du Soleil sur la Lune est altérée considérablement dans les oppositions, parce que alors elle passe par le tourbillon de la Terre » (sic). Cette prise en compte des tourbillons cartésiens par Euler a visiblement surpris Clairaut qui répond : « Et si vous empruntés le secours des tourbillons pour remédier à la Loy de Newton, vous pensés donc que leur effet n'est autre chose que de produire un mouvement d'apside ce qui me paroît singulier » [OO IV A, 5, lettre de Clairaut à Euler du 7 déc. 1747, pp. 178]. Pourtant, le 29 avril 1747, Daniel Bernoulli encourageait Euler à éviter les spéculations métaphysiques et à mettre moins d'assurance dans ses annonces et ses découvertes [Fuss, 1843, t. II, lettre XLVII de D. Bernoulli à L. Euler, de Bâle, pp. 619-621].

⁴⁵. Voir la lettre de d'Alembert à Euler du 20 janvier 1748, O.O., IV A, 5, lettre 12, pp. 276-279.

⁴⁶. H.A.R.S., 1745, (Paris, 1749), Mém., pp. 365-390.

J'ai encore repris celle de la Lune et j'ai trouvé de nouvelles choses dont je vous parlerai quand j'aurai trouvé de temps de tout rédiger⁴⁷.

Est-ce la lecture de la pièce d'Euler qui orienta Clairaut vers une modification de la loi de l'attraction ? On pourrait le croire à la lumière de cet extrait du mémoire d'Euler :

Il me paraît fort vraisemblable que l'action même de Jupiter sur le corps de Saturne s'écarte considérablement de la raison inverse du carré des distances. Si l'on croit que la gravitation universelle a une cause physique ou mécanique, on sera presque forcé d'accorder qu'elle ne s'étend point à l'infini, et alors il faudra avouer que les forces des corps célestes décroissent davantage que selon la raison carrée des distances, puisque cette raison les répandrait à l'infini[...]⁴⁸.

Tout au long de l'année 1748, dans sa correspondance avec Euler, Cramer et Bradley, sa position reste la même : Clairaut s'applique à améliorer sa théorie. Le 20 décembre 1748, date du paraphe de son esquisse d'un nouveau mémoire sur la Lune, sa rétractation est déjà envisagée, comme nous le montre sa correspondance avec Cramer. Le 10 février 1749, Clairaut lui écrit :

[...] Pour moi, j'ai repris tout le travail de la détermination de l'orbite de la Lune en ne négligeant pas les secondes puissances des forces perturbatrices. J'ai presque achevé tout le calcul qui doit conduire à des tables de la Lune. Mais il faudra le recommencer pour éviter les erreurs si aisées à commettre dans des calculs aussi fâcheux. J'espère que je serai récompensé de ma peine⁴⁹.

Le 17 mai 1749, Euler et d'Alembert sont à nouveau surpris par la déclaration de Clairaut qui se rétracte dans son « Avertissement au sujet des mémoires donnés en 1747 et 1748 sur le système du Monde dans les principes de l'attraction »⁵⁰. Clairaut y annonce, sans autre justification précise, qu'il a

⁴⁷. O.O., IV A, 5, lettre 39, pp.182-183.

⁴⁸. Cité par Brunet, 1934, p. 49.

⁴⁹. Speziali, lettre 18, page 223.

⁵⁰. Clairaut, 1745c.

réussi à établir une théorie conforme à la loi de Newton conciliable avec les observations. Ce qui lui vaut les réactions promptes et vives et une certaine animosité de ses principaux adversaires, Buffon et Le Monnier, que j'ai présentées dans mon mémoire de DEA⁵¹. Clairaut se plaindra auprès de G. Cramer, que ses « gaffes »⁵² lui occasionnent de « belles tracasseries ». Selon le mot d'Elisabeth Badinter, l'année 1749 restera de ce point de vue une « *année amère* » pour Clairaut⁵².

D'Alembert, après avoir dans un premier temps apprécié l'attitude de Clairaut, se rétracte bientôt lui aussi et écrit à Euler le 20 juillet 1749, tout en critiquant les volte-face de Clairaut :

Que résulte-t-il de tout cela, Monsieur ? c'est qu'il ne faut point se presser, et que nous devons prendre tout le temps nécessaire pour examiner une question aussi importante⁵³.

Toutefois dans une lettre adressée à Cramer le 21 septembre 1749, d'Alembert rend justice à Clairaut au sujet de son erreur initiale qu'il n'est pas le seul à avoir commise :

Je n'ai point encore examiné l'affaire de l'apogée, il est juste de la laisser à M. Clairaut puisqu'il a eu le bonheur de la trouver le premier, tout ce que je puis vous dire, c'est que l'erreur venait de quelques termes qu'il avait négligés, et qu'on avait naturellement cru pouvoir l'être, puisqu'ils nous ont échappé à tous trois⁵⁴.

L'attitude ambiguë de d'Alembert face au succès de Clairaut est attestée par une lettre de ce dernier adressée à Euler le 31 décembre 1750 et dans laquelle il lui communique l'essentiel de sa "méthode" :

[...] Car M. d'Alembert dont le jugement me flatte le plus après le votre est entièrement revenu de son premier avis. Lorsque je me rétractai il ne voulut pas d'abord croire que l'on pouvait trouver le vrai mouvement de l'apogée en n'employant que la seule attraction de Newton ; mais après lui avoir communiqué les réflexions dont je viens de vous parler sur la p[age] 352 de mon mémoire (et sur quelques uns des articles du sien qui pouvaient y avoir de rapport) il revint et se rétracta aussi. Il

⁵¹. Boistel, 1995, pp. 16-26; 37-53.

⁵². Badinter, 1999, p. 389.

⁵³. O.O., IV A, 5, lettre 21, p. 302.

⁵⁴. O.O., IV A, 5, lettre 44 de Clairaut à Euler, du 19 mars 1750, note 2, p. 194.

retira à la vérité quelques jours après sa rétractation. Mais un mur examen l'a tout à fait rangé au même avis que moi à ce que j'ai appris⁵⁵.

Mais, désireux d'en savoir plus⁵⁶ sur les raisons du revirement de Clairaut, et suite à des demandes de précisions pressantes et répétées qu'il lui adresse concernant des éventuelles erreurs dans ses propres travaux, Euler fait proposer comme sujet du prix de l'Académie de Saint Pétersbourg pour 1751, une explication des mouvements de la Lune dans le système de l'attraction universelle. Clairaut rédige alors un mémoire qui remportera le prix proclamé en septembre 1751, et qui sera publié en 1752 sous le titre *Théorie de la Lune déduite du seul principe de l'attraction réciproquement proportionnelle aux carrés des distances*. D'Alembert avait d'abord envisagé de participer au concours, ayant entrepris d'améliorer sa théorie de la Lune dès l'annonce de Clairaut devant l'Académie en 1749. Mais il renonce à la fin de 1750, quand il apprend la responsabilité d'Euler dans l'échec qu'il vient de subir en juin 1750 au concours du prix de l'Académie de Berlin sur la théorie de la résistance des fluides. Dès lors, les relations entre Euler et d'Alembert devaient s'envenimer.

En effet, la production de d'Alembert à cette époque est remarquable. En plus de sa contribution de plus en plus active à l'*Encyclopédie*, il fait parapher le 17 mai 1749, le matin même de l'annonce de Clairaut, l'ensemble de ses écrits sur la théorie de la Lune par Grandjean de Fouchy, et présente le jour même à l'Académie le manuscrit de son ouvrage *Recherches sur la précession des équinoxes* qui sera imprimé à la mi-juin 1749⁵⁷. Son ouvrage à peine sorti de l'imprimerie, d'Alembert se remet au travail et soumet le 25 novembre 1749 à l'Académie de Berlin son manuscrit *Essai d'une nouvelle théorie de la résistance des fluides* pour concourir au prix de cette Académie pour 1750, sûr de remporter le prix. Mais Euler fait barrage. Le jury se déclarant non satisfait de la qualité des pièces reçues, Euler annonce le report du prix pour 1752. Fureur de d'Alembert qui se brouille avec Euler⁵⁸.

⁵⁵.O.O., IV A, 5, lettre 47, 31 déc. 1750, p. 199. Voir aussi la lettre que d'Alembert écrit à Euler, le 20 juillet 1749 [O.O., IV A, 5, lettre 21, pp. 301-302 et note 5, p. 303] : D'Alembert manifeste une grande hésitation à adopter une attitude sans ambiguïté à l'égard de la loi de l'attraction, ce qui est confirmé par cet extrait de la lettre de Clairaut à Euler.

⁵⁶. Voir Speziali, lettre 20, de Clairaut à Cramer, du 26 juillet 1749, pp. 226-228.

⁵⁷. Le rapport est signé Clairaut et Montigny, le certificat est signé par Grandjean de Fouchy le 14 juin 1749.

⁵⁸. Pour les détails de cette affaire, voir Taton, 1982b, 1984; Badinter, 1999, pp. 401-415.

D'Alembert insérera en 1754 dans le tome I de ses *Recherches sur différens poins importans du système du Monde*, ses travaux sur la Lune. Ses recherches montreront alors que « *les mouvements de la Lune s'accordent tous aussi bien que l'on peut désirer avec la théorie de M. Newton* »⁵⁹.

Quant à Euler, dès qu'il eut quelques détails sur la méthode de Clairaut⁶⁰, il reprit ses calculs, finit par trouver ses erreurs, et publia sa propre étude à Berlin au début de 1753 : *Theoria motus Lunae exhibens omnes ejus inaequalitates...* .

Bailly résume cette polémique et les hésitations des trois géomètres concurrents en écrivant que

[...] si M. Clairaut fut entraîné par une erreur dans le parti extrême de changer la loi de l'attraction, il eut pour complices les deux plus célèbres Géomètres de l'Europe, M. d'Alembert & M. Euler : il fut le premier à reconnaître cette erreur [...]⁶¹.

En l'espace de trois ans, de 1749 à 1752, cette compétition entre trois des meilleurs mathématiciens de l'époque avait conduit à la publication de trois importantes études pour la connaissance des mouvements des corps célestes dans le système solaire. Clairaut y était parvenu plus rapidement que les deux autres, inspirant à ses rivaux la révision de leurs théories respectives. Par ailleurs, cette compétition fait des ravages sur le plan humain. Entre 1749 et 1751, Clairaut et d'Alembert deviennent d'irréductibles ennemis⁶², tandis qu'Euler et d'Alembert sont brouillés pour une quinzaine d'années. Des clans se sont formés autour des géomètres : Le Monnier — soutenant jadis Maupertuis — s'est rangé aux côtés de d'Alembert, tandis que Lacaille soutient Clairaut et attire bientôt vers lui le jeune Jérôme Lalande⁶³.

⁵⁹. O.O., IV A, 5, lettre 23, de d'Alembert à Euler, du 22 février 1750, p. 305.

⁶⁰. Voir par exemple O.O., IV A, 5, les lettres 47 à 52, pp. 197-213, sur les échanges très précis entre Clairaut et Euler sur le fond de la théorie de la Lune.

⁶¹. Bailly, 1785, III, p. 154.

⁶². Voir Badinter, 1999, pp. 409-415, et suiv. Ces clans ne sont pas les seuls; les sciences naturelles ont les leurs avec pour pôles Réaumur et Buffon. Les rivalités de personnes ne peuvent s'appréhender que dans le cadre des rivalités de clans académiques.

⁶³. Et non pas Le Monnier avec Clairaut et Lalande avec d'Alembert comme l'écrit de manière incompréhensible M. Paty page 125 de son *D'Alembert* (Paris, 1998, Les Belles-Lettres).

Arrivé à Paris à la fin de 1748, Lalande suit les leçons croisées de Delisle et de Le Monnier. En septembre 1751, il obtient de l'Académie de partir pour Berlin afin d'effectuer des observations correspondantes à celles que Lacaille est allé faire au cap de Bonne-Espérance. A son retour en septembre 1752, Lalande abandonne peu à peu les méthodes de Le Monnier pour se tourner vers les nouveautés de Lacaille et Clairaut pour le calcul de la parallaxe de la Lune⁶⁴. A la rivalité Clairaut-d'Alembert, il faut superposer celle, déjà ancienne, qui oppose Lacaille et Le Monnier, au milieu de laquelle s'agite maintenant le feu follet ou "l'électron libre" Lalande.

Une dernière remarque. A la lecture des lettres échangées entre Clairaut et Euler, et entre Euler et d'Alembert, on peut être surpris de l'étonnement d'Euler causé par les revirements de Clairaut, en 1747 puis en 1749. Il suffit de relire la lettre que Clairaut adresse à Euler le 3 septembre 1747 pour s'apercevoir que ce dernier est en mesure de reprendre entièrement le développement du mouvement de la Lune sur son orbite effectué par Clairaut⁶⁵. Pourtant, au courant du succès de Clairaut dans la théorie de la Lune, Euler est un mois plus tard toujours incapable de trouver la bonne solution :

Depuis que j'ai eu l'honneur de Vous écrire, je me suis appliqué avec tous les soins possibles à la recherche de mouvement de l'apogée de la Lune [...]. Mais je trouve tout comme auparavant que selon la théorie Newtonienne l'apogée de la Lune ne devrait avancer que de 20 degrés par an, pendant qu'il avance en effet de plus de 40°⁶⁶.

Euler précise qu'il a fourni le détail de ses calculs à Le Monnier et d'Alembert — dans une lettre perdue —, alimentant à coup sûr la polémique qui fait rage au sein de l'Académie de Paris⁶⁷. Euler est toujours dans le même embarras en septembre 1749⁶⁸; il en va de même pour d'Alembert si l'on en croit les propos d'Euler.

⁶⁴. Voir infra : je tente de montrer, à la lumière de ses trois mémoires sur la parallaxe de la Lune, comment Lalande bascule d'un clan vers l'autre.

⁶⁵. OO IV A, 5, lettre de Clairaut à Euler, du 3 sept. 1747, pp. 169-173, dans laquelle des calculs de Clairaut sont détaillés et où il donne l'expression du rayon-vecteur de l'ellipse mobile.

⁶⁶. OO IV A, 6, Lettre d'Euler à Maupertuis du 21 juin 1749, p. 132.

⁶⁷. OO IV A, 6, lettre d'Euler à Maupertuis du 21 juin 1749, et n.3, p. 132

⁶⁸. OO, IV A, 6, lettre d'Euler à Maupertuis du 6 sept. 1749, p. 133.

Alors, pourquoi cet étonnement ? Euler répond en partie le 30 septembre 1747⁶⁹ : Clairaut ne lui fournit pas les clés de lecture de sa théorie. Lorsqu'il s'adresse à Maupertuis en juillet 1751, c'est encore cet argument qu'Euler avance, soucieux de ne pas voir ses propres travaux dévalorisés devant le succès de Clairaut :

Quand l'Académie de Petersbourg me communiqua le mémoire de M^r Clairaut, je fus encore fort éloigné de croire que le mouvement de l'apogée de la Lune étoit d'accord avec la Théorie de Newton, et quoique la lecture de ce mémoire ne m'ait pas convaincu, puisque M^r Clairaut s'y sert d'une méthode qui m'est tout à fait étrangère, elle m'a pourtant donné occasion d'examiner cette matière par une méthode tout à fait différente de celles que j'avois employée auparavant, et c'est par là que je suis enfin parvenu à la véritable détermination du mouvement de l'apogée⁷⁰.

Chacun des trois géomètres est animé d'un désir de reconnaissance éperdu, dévoré par l'ambition de devenir le plus grand savant à une époque où s'est accrue l'identification du savant et de sa théorie. Querelles de priorité, d'antériorité, d'autorité sont les signes de l'activité académique.

Les études actuelles traitant de cette compétition concluent généralement de manière simpliste que les tables des mouvements de la Lune basées sur l'une ou l'autre de ces études théoriques ne devaient pas connaître le succès escompté, c'est-à-dire supplanter les tables de la Lune existantes, arguant que l'astronome allemand Tobias Mayer, utilisant à la fois la méthode d'Euler et un ensemble d'observations très soignées, établit en 1753 des tables lunaires beaucoup plus précises que celles issues des travaux des trois savants précédents, "coiffant tout le monde au poteau".

Sans être erronée, cette opinion occasionne de fâcheux raccourcis. La situation demande quelques éclaircissements si l'on tient compte du fait que Clairaut manifeste dès 1748 la volonté d'établir des tables de la Lune précises. De surcroît, les astronomes français Lacaille et Lalande emploient les tables de la Lune de Clairaut et non celles de Mayer pendant quelques années, dans leurs réductions des observations effectuées en 1751-52 lors de la campagne de détermination de la parallaxe de la Lune. De même, il est nécessaire de déterminer la raison pour laquelle Jeaurat poursuit de manière régulière des

⁶⁹. OO IV A, 5, lettre d'Euler à Clairaut du 30 sept. 1747, p. 175.

⁷⁰. OO, IV A, 6, lettre d'Euler à Maupertuis de Berlin, le 3 juillet 1751, p.185.

comparaisons des deux tables de Clairaut et Mayer pendant près de 25 années, les tables de Clairaut rivalisant avec celles de Mayer en 1765 comme il sera montré dans ce chapitre.

Il s'avère donc essentiel de bousculer le regard habituel porté par les historiens sur le développement de la Théorie de la Lune par Clairaut.

II. LES TABLES DE LA LUNE DE CLAIRAUT

Nous renvoyons le lecteur aux annexes pour un exposé des grandes lignes de la théorie de la Lune de Clairaut, restituées à partir de ses premiers mémoires. Nous y avons détaillé les principales difficultés rencontrées par Clairaut en précisant quelques valeurs numériques importantes, d'utilité pratique.

II.1 LES PREMIÈRES TABLES DE LA LUNE DE CLAIRAUT : UNE ÉDITION MOUVEMENTÉE, OU, POURQUOI ET COMMENT LES TABLES DE CLAIRAUT SONT PUBLIÉES AVEC UN AN DE RETARD SUR CELLES DE MAYER

En 1750, Euler et d'Alembert sont dans un état de blocage théorique similaire à celui dans lequel se trouvait Clairaut avant son annonce du 17 mai 1749. La stupeur provoquée par l'annonce de la réussite de Clairaut est certainement l'une des raisons qui décident l'Académie de Saint-Pétersbourg (ASPb) à suivre l'avis d'Euler proposant, dans le courant des nouveautés géométriques, un prix dont le sujet est la théorie de la Lune. Plus précisément, le sujet du prix proposé par l'Académie Impériale de Russie pour 1751 sera rédigé comme suit⁷¹ : *déterminer si toutes les inégalités qu'on observe dans le mouvement de la Lune, s'accordent ou non avec la théorie Newtonienne, & quelle est la vraie théorie de toutes ces inégalités de laquelle on puisse déduire exactement le lieu de la Lune pour un instant proposé*⁷². L'Académie de Paris prendra connaissance du sujet du prix à la séance du 14 janvier 1750. On ne peut sous-estimer dans la proposition de ce prix le poids du désir d'Euler d'en savoir plus sur les travaux de Clairaut afin de faire progresser ses propres recherches en la matière.

A partir de 1750, Clairaut est en relation avec les principaux responsables de l'Académie impériale de Saint-Pétersbourg (ASPb)⁷³. Johann Daniel Schumacher (1690-1761) dirige la chancellerie de l'ASPb en 1751 et a la responsabilité de son fonctionnement administratif. Le comte Cyril Grigorevitch Von Razumovskij (1728-1803) est président de l'ASPb entre 1748 et 1798. En 1752, Clairaut entre en correspondance avec Augustin-Nathaniel Grischow (1726-1760), secrétaire de la conférence de l'ASPb du 15 mars 1751 au 7 mars 1754. Il est remplacé par Gerhard-Friedrich Müller (1705-1783) à compter de mars 1754, jusqu'en 1765. Müller sera le principal correspondant de Clairaut dans les années 1759-

⁷¹. HARS 1752 (Paris, 1756); Hist., pp. 111-116. Clairaut, 1754, préface.

⁷². HARS 1752 (Paris, 1756), Hist., p. 112.

⁷³. OO IV A, 5, pp. 227-245 et notes. Index des noms cités, pp. 567-595.

1765 notamment lors du prix proposé par l'ASPb pour 1761 au sujet de la théorie des comètes, prix que Clairaut remportera⁷⁴.

II.1.1 Clairaut lauréat du prix de Saint-Pétersbourg pour 1751

Clairaut envoie le manuscrit de sa *Théorie de la Lune déduite du seul principe de l'attraction réciproquement proportionnelle* (sic) *aux quarrés des distances...* à l'ASPb pour concourir au prix de 1751, le 6 décembre 1750 (la lettre de Clairaut accompagnant sa pièce est perdue). Le programme du Prix avait été annoncé à Paris le 14 janvier 1750⁷⁵.

La date de remise des pièces destinées au concours avait été fixée initialement au 1^{er} janvier 1751 puis reportée au 1^{er} juin 1751, comme L. Euler en informera Clairaut en raison des plaintes de savants européens un peu éloignés, qui avaient reçu tardivement le programme du concours⁷⁶. Les trois compétiteurs avaient envoyé leur manuscrit en décembre 1750. Outre Clairaut, deux autres auteurs avaient envoyé un manuscrit en latin : le mathématicien de Copenhague, S. Brumundt et le théologien G.M.M. Stapf de Freiburg⁷⁷. Un quatrième auteur, inconnu, se manifesta au début de l'année 1751.

Notons que d'Alembert, ayant primitivement jugé le délai trop court pour la production d'une pièce consistante, n'avait pas envoyé de manuscrit⁷⁸. Il en témoigne à G. Cramer dans une lettre du 18 octobre 1751, bien après que Clairaut ait été désigné lauréat du prix de Saint-Pétersbourg :

[...] j'ay enfin achevé de vérifier tous mes calculs sur la Lune et je m'en tiendrai à ce que j'ay fait. Vous aurez sûrement cet ouvrage l'année prochaine [publié seulement en 1756] et je le mettray sous presse, si je peux, avant que l'Acad. de Petersbourg ne fasse paroître la piece qu'elle couronnera⁷⁹.

⁷⁴. Voir Taton, 1986; Wilson, 1995c.

⁷⁵. PV ARS 1750, p. 7.

⁷⁶. OO IV A, 5, n.3, p. 228.

⁷⁷. Kopelevitch, 1966, p. 657-658.

⁷⁸. Lettre de d'Alembert à Euler de février 1750 [Kopelevitch, 1966, p. 657 ; AAN, f. 136, op. 2, n°3, fol. 109]. Cette lettre n'est pas dans OO IV A, 5.

⁷⁹. Lettre de d'Alembert à G. Cramer du 18 octobre 1751 [Henry, 1886, pp. 13-14].

Sans doute fâché d'avoir été doublé par Clairaut, il écrira plus tard que c'est en raison des inimitiés d'Euler qu'il avait refusé de participer au concours.

Clairaut s'inquiéta de ne pas recevoir rapidement une notification de réception de son manuscrit⁸⁰. L'accusé de réception lui fut notifié par Schumacher dans une lettre du 2 avril 1751⁸¹, mais Clairaut l'avait appris auparavant par Euler dans une lettre du 16 mars 1751. En effet, Euler, membre du jury⁸² (composé de Heinsius et Krafft; Goldbach avait aussi participé à la lecture des manuscrits) décidant de l'attribution du prix, avait reconnu l'auteur du mémoire devant concourir, par la présence de la dédicace en latin empruntée à Halley et qui ouvre ce chapitre.

Pour Euler, le résultat est acquis début mars 1751, puisqu'il écrit à Schumacher que les pièces proposées, sauf celle de Clairaut, sont très éloignées du but fixé par l'intitulé du programme du prix :

[...] the choice of the winning paper is indisputable and it will be all the more to the honor of the academy that no other academy can boast of advancing such an important problem or of awarding a prize to such a magnificent composition, one which has completely resolved the problem posed⁸³.

Le 28 mars 1751, Goldbach manifeste son admiration à la lecture de la pièce de Clairaut :

[...] Ainsi en Lui remettant les quatre pièces qui m'ont été jusqu'ici communiquées, j'ai l'honneur de Lui dire que celle qui a pour titre Théorie de la Lune deduite du seul principe de l'attraction, ne surpasse pas seulement les trois autres, mais que c'est un vrai chef d'œuvre qui ne peut venir que d'un Mathématicien du premier ordre, & je ne doute point que tout Academicien, tant soit peu versé dans ces sortes de calculs, ne porte le même jugement que moi sur cette excellente piece⁸⁴.

⁸⁰. Lettre de Clairaut à Razumovski du 10 février 1751 [OO IV A, 5, p. 227].

⁸¹. OO IV A, 5, p. 228. Lettre inédite de Schumacher à Clairaut du 2 avril 1751 [minute in AAN, f.1, op.3, n°38, fol. 278].

⁸². Les Mss sont lus par Goldbach, Heinsius, Krafft, Schumacher, et les mathématiciens Rikhman, Kratsenshtein, Popov et Grischow à son arrivée. Le jury était composé d'Euler, de Krafft et Heinsius [Kopelevitch, 1966, pp. 657 et 659].

⁸³. Lettre d'Euler à Schumacher du 2 mars 1751 [Kopelevitch, 1966, p. 658].

⁸⁴. Lettre inédite de Goldbach datée du 28 mars 1751 [A.A.N. Pétersbourg, f.I, op. 9, n° 21]. Je remercie le Professeur Gleb Mikhailov pour son intervention auprès des Archives de l'Académie des Sciences de Russie à Saint-Pétersbourg, m'ayant ainsi permis d'obtenir plusieurs lettres inédites conservées dans ces Archives.

Euler, décidément enthousiaste à l'idée de couronner Clairaut, l'avertit directement le 10 avril 1751 de son vraisemblable succès comme lauréat d'un prix « *si peu proportionné à l'Excellence de [sa] pièce* »⁸⁵.

Le prix est officiellement attribué par la Conférence du 3 juillet 1751⁸⁶ et annoncé lors de la rentrée publique de l'Académie du 17 septembre 1751. Clairaut apprend sa réussite par une lettre de Schumacher datée du 7 septembre 1751 avec l'attribution d'un prix de 100 ducats⁸⁷.

La pièce de Clairaut reçue à Saint-Pétersbourg est l'élément de motivation qui manquait à Euler pour reprendre son travail sur la Lune. Le 20 mars 1751, celui-ci peut triompher et écrire à Maupertuis :

La piece de M^r. Clairaut sur la Lune, et l'importance de la question dont il s'agit [...] m'a engagé presque malgré moy⁸⁸ à reprendre cette recherche, et ayant depuis une semaine achevé les terribles calculs [...] j'ai enfin trouvé à ma plus grande satisfaction que M^r. Clairaut a entierement raison [...]⁸⁹.

Euler se remet alors rapidement à l'ouvrage. Dès le 22 avril 1751, il lit un mémoire manuscrit à l'Académie de Berlin, intitulé *Theoria motus Lunæ*⁹⁰. Révisant ses recherches à la lecture de l'ouvrage de Clairaut, il dépose le manuscrit de sa nouvelle *Theoria Motus Lunæ* à l'Académie de Saint-Pétersbourg en octobre 1752. Mais il est décidé que l'impression aurait lieu à Berlin sous la surveillance de l'auteur tandis que la pièce de Clairaut serait imprimée à Saint-Pétersbourg⁹¹.

II.1.2 L'édition de *Tables abrégées de la Lune* à Saint-Pétersbourg : promesses non tenues

Le 2 janvier 1752 Clairaut émet le souhait de faire une brève addition à son ouvrage dont l'impression avait déjà commencé, addition acceptée par Schumacher et insérée aux pages 84-92 de

⁸⁵. Lettre d'Euler à Clairaut du 10 avril 1751 [Bigourdan, 1930, p. 38; OO IV A, 5, pp. 206-208].

⁸⁶. Kopelevitch, 1966, p. 659. Le 22 juin 1751 dans le calendrier Julien, le 3 juillet dans le calendrier Grégorien.

⁸⁷. OO IV A, 5, n.1, p. 230. Lettre inédite de Schumacher à Clairaut du 7 sept. 1751 [minute in AAN, f.1, op.3, n°38, fol. 288].

⁸⁸. sic.

⁸⁹. OO, IV A, 6, lettre d'Euler à Maupertuis de Berlin, le 20 mars 1751, p. 183.

⁹⁰. [OO, IV A, 6, p. 399].

⁹¹. Kopelevitch, 1966, p. 659.

l'ouvrage imprimé, ainsi qu'une table des observations et des comparaisons avec la théorie, insérée aux pages 91-92⁹². Le même jour, Clairaut s'adresse à Grischow pour lui demander personnellement de veiller à la qualité de l'impression et à la relecture des épreuves de son ouvrage couronné par l'Académie de Pétersbourg⁹³. L'ouvrage imprimé ne comporte pas de tables de la Lune ; Clairaut explique à Grischow que l'absence de copiste à Paris l'a empêché de joindre ces tables. Nous apprenons alors que Clairaut dispose de tables de la Lune donnant le lieu de cet astre à 4' près. Conscient de leur imperfection, Clairaut ne sait pas (et ne peut pas savoir) que Tobias Mayer travaille aussi sur le sujet et que, depuis janvier 1751, celui-ci dispose de tables donnant le lieu de la Lune le plus souvent à 2' près⁹⁴ :

J'avoue cependant qu'elles ne sont pas aussi parfaites que je le souhaiterais & que j'espère de les rendre en recommençant les calculs arithmétiques de quelques unes de mes Equations qui demandent tant d'attention que je n'ai pas pu me satisfaire entièrement sur leur détermination. Quoi qu'il en soit elles m'ont paru jusqu'a present les meilleures que j'aye vues n'ayant pas trouvé de lieu de la Lune qu'elles donnent a plus de 4' de distance des observations⁹⁵.

Durant le printemps 1752, N. Grischow surveille donc l'impression de la *Théorie de la Lune* de Clairaut et lui demande, dans une lettre perdue, une copie des tables de la Lune. Clairaut lui fait parvenir une version manuscrite, abrégée et commentée de ses tables jointe à une lettre datée du 21 juin 1752. Les *Tables de la Lune* manuscrites de Clairaut sont reproduites en annexe ; Clairaut donne un exemple d'utilisation de ses tables pour le calcul d'un lieu de la Lune pour le 17 novembre 1738⁹⁶.

⁹². [OO IV A, 5, n.1 et 2, p. 230]. Ces additions sont d'une part un *Scholie général* « où l'on donne la comparaison de la théorie précédente avec les observations », [Clairaut, 1765b, pp. 86-88] et d'autre part la table des observations et des comparaisons proprement dite [Clairaut, 1765b, pp. 89-92].

⁹³. Lettre inédite de Clairaut à Grischow du 2 janvier 1752 [datée de 1751 par erreur] reproduite et commentée en annexe [A.A.N., f.1, op. 53, N 6/4]. Cette lettre marque le début de la correspondance entre Clairaut et Grischow à l'occasion du prix de Pétersbourg sur la Théorie de la Lune, et depuis le départ de Grischow de Paris.

⁹⁴. Lettre de Mayer à Delisle, du 14 janvier 1751 [Forbes, 1983, p. 146-148].

⁹⁵. Lettre inédite de Clairaut à Grischow [Grischow] de Paris le 2 janvier 1751[1752] [AAN, f.1, op.3, n°6/4, fol. 1v°].

⁹⁶. A.A.N., f.1, op. 77, n.6, fol. 8r° et annexe XII, manuscrit inédit, non daté, de Clairaut. Nous ne savons pas si ces tables correspondent exactement aux tables que Clairaut envoya à Grischow le 21 juin 1752. Néanmoins, ces tables

A partir de ce moment et jusqu'en 1754, les échanges seront fréquents et suivis entre Clairaut et Grischow⁹⁷, concernant la mise en forme et l'impression des tables de la Lune. Clairaut avait rencontré Grischow à Paris en 1747. Le connaissant plutôt bien, il était normal que Clairaut s'adresse préférentiellement à Grischow devenu l'un des responsables de l'Académie de Saint-Pétersbourg.

Nathaniel Grischow est à Paris entre septembre 1747 et juin 1749 et rencontre Clairaut et d'Alembert, entre autres. Il était arrivé accompagnant J.N. Delisle, de retour à Paris après un long séjour en Russie. Grischow est alors le témoin pour L. Euler des débats qui animent les savants parisiens à cette époque concernant la théorie de la Lune de Newton et les "hésitations" de Clairaut. N. Grischow est le rapporteur auprès d'Euler de la rétractation de Clairaut (peut-être a-t-il ainsi semé le germe dans l'esprit d'Euler pour le prix de Saint-Pétersbourg afin que les travaux de Clairaut naissent au grand jour).

Rentré à Berlin en septembre 1749, Grischow est nommé membre ordinaire de l'Académie de Berlin le 23 octobre 1749. Mais il en est exclu le 3 décembre 1750 ayant engagé des pourparlers avec l'Académie russe de Saint-Pétersbourg. Nommé le 15 (26) février 1751 membre ordinaire de l'ASPb, il est rapidement chargé des fonctions de secrétaire de la conférence le 15 (26) mars 1751. Il le restera jusqu'au 7 (18) mars 1754.

Grischow était alors en 1752 le mieux placé à Pétersbourg pour juger de la pièce de Clairaut ayant déjà travaillé dans un passé proche sur les tables de la Lune. En mars 1749, il avait proposé à l'ARS un mémoire sur la différence en longitude entre Paris et Berlin, déterminée à l'aide d'observations lunaires et des satellites de Jupiter, mémoire imprimé à Paris dans le premier recueil des *Savants Etrangers*⁹⁸. Avec l'avis favorable d'Euler, il put lire à l'Académie de Berlin le 15 janvier 1750, un mémoire intitulé « Recherches sur les erreurs des tables de la Lune », sur lequel Euler pouvait se prononcer en ces termes :

Pour la pièce de M^r Grischow il faut que j'avoüe, quoique je l'aye connu asses particulièrement, que je ne l'aurois pas cru si avancé dans le calcul. La methode qu'il propose pour découvrir la parallaxe de la Lune me paroît fort bien expliquée, et ce

correspondent à la présentation des tables publiées en 1752, et l'exemple numérique montre qu'elles suffisent au calcul du lieu de la Lune.

⁹⁷. Sur les éléments biographiques de N. Grischow voir [OO IV A, 5, n.3, p. 230] et notre annexe biographique.

⁹⁸. Grischow, 1750.

n'est que le défaut de l'exactitude dans les observations qui pourroit rendre difficile l'application⁹⁹.

Les tables de la Lune et l'élection de Clairaut à l'Académie de Saint-Pétersbourg

Dans la lettre datée du 21 juin 1752 adressée à N. Grischow, Clairaut donne des explications précieuses sur la manière dont il a construit ses tables. Il en fournit une copie manuscrite faite, dit-il, « *dans les moments que j'ai pu dérober à mes affaires* »¹⁰⁰. Les tables sont donc prêtes en 1752 et cet envoi donne l'idée ou fournit un prétexte à Clairaut pour quelque peu forcer la main à Grischow. En effet, l'informant de l'envoi et louant le travail actuel de l'Académie de SPb, Clairaut lui écrit :

Si j'en étois membre je les lui aurois adressées pour les insérer parmi ses Mémoires, mais je ne crois pas que je puisse prétendre à cet honneur à moins que vous ne donnassiez quelque tour à la chose [...] ¹⁰¹.

et à Schumacher :

Au reste, comme ces tables sont une suite de l'ouvrage que votre Académie à couronné je les regarde comme son bien et lui en fait l'hommage. N'ayant pas l'honneur d'être de ses membres je n'ose pas espérer qu'elles puissent être imprimées parmi ses Mémoires, mais elle en fera l'usage qu'elle juge à propos. Pour moi si je les publie ici ce ne sera que lorsque mon ouvrage imprimé chez vous sera connu en France et par conséquent appartiendra à tout le monde¹⁰².

Ainsi, si Clairaut est élu membre étranger de l'Académie de l'ASPb en 1754 c'est à sa demande et en ayant forcé le destin¹⁰³ ! En accord avec S. M. Impériale, Clairaut sera élu le 18 août 1754 et reçu le

⁹⁹. Lettre d'Euler à Maupertuis du 20 mai 1749 [OO, IV A, 6, pp. 128-129].

¹⁰⁰. [OO IV A, 5, 230-233]

¹⁰¹. Lettre de Clairaut à Grischow du 21 juin 1752 [OO IV A, 5, p. 232].

¹⁰². Lettre de Clairaut à Schumacher du 22 juin 1752 [OO IV A, 5, p.234].

¹⁰³. « Désirs de Gloire » comme l'écrit E. Badinter (1999).

29 août, ce dont il sera informé par Müller, le nouveau secrétaire de la conférence, le 23 septembre 1754¹⁰⁴.

Clairaut reçoit un exemplaire imprimé de sa *Théorie de la Lune* [...] le 1^{er} juillet 1752¹⁰⁵. La proposition d'imprimer les tables de la Lune à Saint-Petersbourg reçoit l'agrément du bureau de l'Académie. En réponse à la lettre du 21 juin 1752, l'Académie de Pétersbourg par l'intermédiaire de Grischow, propose à Clairaut d'imprimer ses *tables abrégées de la Lune* soit dans les *Commentaires*¹⁰⁶ de SPb, soit comme un ouvrage à part. Une petite discorde transparaît sur une table de mouvements moyens de la Lune (15-16 pages de chiffres) que Clairaut par paresse, n'avait pas jointe dans sa missive du 21 juin. Grischow propose de les calculer lui-même, ce qui fâche Clairaut (Il semble ne rien rester du travail de Grischow ; la table de Clairaut sera finalement insérée dans les tables de 1754 à Paris.)

Clairaut lui ayant un peu forcé la main dans sa lettre du 21 juin 1752¹⁰⁷, Grischow lui avait promis que ses tables de la Lune seraient sans doute publiées sous une forme abrégée dans les *Mémoires* [...] de *St-Petersbourg* (lettres du 21 juin 1752 et du 1^{er} oct. 1752). C'est pour cette raison qu'en juin 1752, Clairaut avait envoyé une copie manuscrite de celles-ci.

Malgré la publication de ses *Tables de la Lune* à Paris en 1754¹⁰⁸, le 16 août 1755 Clairaut s'inquiète encore une dernière fois de la publication des ses tables abrégées¹⁰⁹. L'affaire traîne puisque Müller, le 15 septembre 1755 annonce à Clairaut que Razumovskij est intervenu à ce sujet :

Pour ce qui est de vos tables lunaires, Son Excellence a ordonné que M^r. Grischow vous contente sur ce sujet, et je ne doute pas que cela ne soit fait par la lettre que M^r.

¹⁰⁴. Lettre inédite de Müller à Clairaut l'informant de l'envoi de son diplôme de membre étranger de l'Acad. de Pétersbourg [minute in AAN, f.21, op. 3, n°306/328, fol. 1] : « Depuis que notre Académie a couronné votre Dissertation sur la Théorie de la Lune, on a d'abord songé à Vous agreger à notre Corps en qualité de membre Etranger. Mais mon absence en a retardé jusqu'ici l'execution. A présent, Mons^r. je vous prie de recevoir le Diplôme que j'ai l'honneur de vous envoyer. Comme en cette nouvelle qualité Vous recevrés régulièrement les Commentaires de notre Académie, à mesure qu'ils sortiront de la Presse : ne voudriés Vous pas aussi leur donner du relief par votre nom, et par quelques unes de vos belles découvertes ? Je suis très parfaitement, Monsieur, Votre S.».

¹⁰⁵. Envoyé le 20 juin par Schumacher [OO IV A, 5, lettre du 13 août 1751, p. 235 et Taton, 1976, p. 108, référence C.39].

¹⁰⁶. Il s'agit de la série *Novi Commentarii Academiae scientiarum Imperialis Petropolitanae (1747-1775)* publiée à Saint-Petersbourg entre 1750 et 1776 [OO IV A, 5, n. 2, p. 237 et OO, IV A, 6, p. 451].

¹⁰⁷. OO IV A, 5, pp. 232-233.

¹⁰⁸. Clairaut, 1754.

¹⁰⁹. Post-Scriptum à la lettre de Clairaut à Razumovskij [OO IV A, 5, p. 238].

Grischow a promis de vous écrire. Faute de quoi, vous n'avez, Monsieur, qu'à m'informer de l'essentiel de cette affaire, et être assuré qu'on vous fera promptement justice¹¹⁰.

Dans une lettre écrite à la fin de septembre 1755¹¹¹, Grischow remercie Clairaut de l'envoi de ses tables de la Lune imprimées à Paris en 1754, les juge commodes et simples d'emploi eu égard au nombre d'équations à calculer, et promet de les employer à l'occasion des réductions des observations effectuées en 1752 et 1753 simultanément avec celles effectuées par Lacaille lors de son voyage au cap. Grischow précise par ailleurs que le manuscrit des *Tables abrégées de la Lune*, envoyé en juin 1752, a été remis au nouveau secrétaire, le professeur G.-F. Müller.

A cette occasion, il semble qu'il y ait incompréhension entre les deux hommes. En effet, Grischow s'étonne de ce que Clairaut n'ait pas voulu voir imprimer ses *Tables abrégées* dans le troisième volume des *Commentaires* de l'ASPb. Mais le même Grischow répond lui-même en partie à son interrogation, précisant que les délais de parution du volume des *Commentaires* en cours s'annoncent plus longs que prévu. Toujours est-il qu'en septembre 1755, la parution de *Tables abrégées de la Lune* de Clairaut à Saint-Pétersbourg est une affaire toujours en suspens. Et ni Clairaut, ni Grischow ne semblent réellement pressés de voir aboutir cette affaire¹¹². Un coup d'œil rapide à la *Bibliographie Astronomique* de Lalande permet de se rendre compte que les *Commentaires* de l'ASPb ne devaient pas être connus ou très mal diffusés. En effet, Lalande cite souvent la série des *Commentaires* parus à Göttingen à partir de 1752¹¹³ et dans lesquels Tobias Mayer publia ses travaux et ses tables. Mais Saint-Pétersbourg n'est jamais mentionné pour avoir publié une série portant ce titre. Il est alors vraisemblable de penser que Clairaut n'ait finalement pas voulu voir ses tables de la Lune publiées dans un périodique des plus discrets et les voir ignorées à jamais...

De promesses évasives en délais reportés, Clairaut, ne voyant rien venir de Saint-Pétersbourg et de Grischow concernant l'impression de ses tables de la Lune, à la fin de 1752 et au cours de 1753, remet tardivement et hâtivement ses tables de la Lune au bureau de l'ARS le 5 septembre 1753, avant les

¹¹⁰. Lettre inédite de Müller à Clairaut, du 15 septembre 1755 [minute et lettre envoyée in AAN, f. 21, op. 3, n°306/28, fol.2-3].

¹¹¹. Lettre inédite de Grischow à Clairaut de sept. 1755 [AAN, f.1, op.3, n°20, fol. 119-120].

¹¹². Pourtant, en 1755, Grischow écrit n'attendre que le feu vert de Clairaut pour insérer les tables de la Lune dans le quatrième volumes des « Commentaires » !

¹¹³. Lalande, 1803, BA, p. 448 et suiv.

vacances académiques. Ainsi, si Grischow n'avait pas par négligence retardé Clairaut avec de fausses promesses de publication, les tables de la Lune de Clairaut auraient sans doute pu être publiées la même année que celles de Mayer.

En dehors des deux pièces de Clairaut couronnées par l'Académie de Pétersbourg, la première en 1751 pour la théorie de la Lune, la seconde en 1761 pour la Théorie des comètes, Clairaut ne fera parvenir aucun mémoire à cette Académie, alors que son statut de membre étranger lui en donnait le droit et, d'une certaine manière, le devoir.

II.1.3 L' édition des *Tables de la Lune* à Paris. Le regard de quelques astronomes et géomètres sur le travail de Clairaut

Clairaut est-il déçu que l'Académie de Pétersbourg ait retardé l'impression de tables de la Lune abrégées dans ses « Commentaires » ? Ou bien est-il finalement assez heureux qu'elles ne le soient pas dans une publication à diffusion limitée ? Toujours est-il que Clairaut, sortant de l'échec de Saint-Pétersbourg, se décide à présenter hâtivement le manuscrit de ses tables le 5 septembre 1753 à l'Académie avant la Saint-Martin, peu de temps avant les vacances académiques. Le rapport en est rendu le 22 décembre 1753, par les commissaires Cassini de Thury et Le Monnier, bien après la rentrée publique de l'Académie¹¹⁴. Il est très élogieux¹¹⁵ et reconnaît à Clairaut le mérite d'avoir présenté des tables commodes à l'usage des astronomes :

D'ailleurs par les procédés dont on voit des exemples, l'auteur soulage le lecteur de l'embarras des préceptes qui sont toujours plus difficiles à retenir que des exemples devenus familiers ; et Mr Clairaut a diminué autant qu'il étoit possible la peine du calculateur [...] ¹¹⁶.

La conclusion du rapport est favorable à la publication des tables de Clairaut :

¹¹⁴. PV ARS, 1753, séance du 22 décembre 1753, fol. 547 et fol. 673-675. Avant le rapport lu par Le Monnier, les PV indiquent que de Montigny fit un résumé de la théorie de la Lune de Clairaut à partir de l'ouvrage couronné par l'Académie de Saint-Pétersbourg en 1751. Jean-Charles-Philibert Trudaine de Montigny (fils de Daniel-Charles) est l'un des amis les plus proches connus de Clairaut [Morellet, 2000, pp. 140-143].

¹¹⁵. A.A.S., pochette de séance du 22 décembre 1753 ; le rapport est de la main de Le Monnier.

¹¹⁶. PV ARS, 1753, p. 674.

Quoique toutes ces tables soient nombreuses [,] leur usage est facile & même assés court vû la petitesse de presque toutes les équations & l'omission que l'on peut commettre sans scrupule des secondes dans le calcul du plus grand nombre de ces équations. Nous avons cru cet ouvrage digne de l'impression.

1. Cassini de Thury et sa difficulté à suivre la nouvelle théorie

Sans doute en réponse au résumé de la théorie de Clairaut par Trudaine de Montigny, Cassini de Thury écrit une note intitulée *Examen du livre de M. Clairaut qui a pour titre « Théorie de la Lune &c. »*. Ce manuscrit non daté est conservé aux Archives de l'Académie des sciences dans la pochette de séance du 22 décembre 1753 avec le rapport de Le Monnier cité plus haut. Il semble que Cassini III ne prenne connaissance de la théorie de Clairaut qu'à l'occasion de l'examen de ses tables de la Lune manuscrites. Cette note se présente comme une grande feuille (in-folio) couvertes de calculs et d'équations, sans figures. Cassini III précise son intention :

Ayant voulu lire le livre de Mr. Clairaut, j'ai été arrêté dès le commencement par une difficulté qui me paroît tres considérable, je vay en faire part à l'Académie et a Mr. clairaut, ensuite j'ay cherché a substituer une autre méthode à celle de Mr. Clairaut que je vous communiqueray aussi.

Cassini III s'attaque à la décomposition des forces perturbatrices (Φ et Π - voir notre annexe sur la théorie de Clairaut) qui s'exercent sur la Lune et reprend le détail du calcul. Une approximation que Clairaut propose de faire dans l'intégration de ses équations conduisant à l'expression du rayon-vecteur de l'orbite lunaire est mise en cause. L'objection de Cassini rejoint celle que fera Alexis Fontaine des Bertins dans le JDS de février 1762¹¹⁷ et sans doute ce dernier se sera-t-il inspiré des critiques de Cassini. Selon ces deux auteurs et à neuf années d'intervalle, Clairaut propose sans raison cette approximation, alors que d'autres choix sont possibles et s'offrent à lui.

En 1753, Cassini III n'a pas les connaissances pour poursuivre le calcul jusqu'au bout. Proposant une nouvelle manière de mener les approximations, il reconnaît ses lacunes en concluant que :

¹¹⁷. Fontaine, 1762, pp. 114-115 en particulier.

Mr. Clairaut est plus en état de suivre cette nouvelle méthode cy que personne ; il a sur cela de très-grandes avances.

2. Clairaut et Delisle : des relations tout juste polies ?

Clairaut, ayant évidemment besoin de connaître la validité de ses tables, fait appel à ses amis ou collègues académiciens astronomes. Lacaille et Lalande étant absents ou peu disponibles — le premier se trouvant au cap de Bonne-Espérance, et le second dont on ne connaît pas bien l'emploi du temps —, Clairaut s'adresse à Delisle. Celui-ci témoigne de ses relations avec Clairaut à l'occasion d'un test positif de ses tables de la Lune, dans une lettre du 3 octobre 1753 adressée au P. Louis Lagrange¹¹⁸ :

M. Clairaut à l'imitation de m^r. d'Alembert a aussi donné sa théorie et ses tables de la Lune, mais comme ce n'a été que peu avant que l'Académie s'est séparée pour les vacances, on n'en a pas encore fait le rapport ce qui ne se fera qu'après la Saint-Martin. j'ay fait avec M. Clairaut le calcul d'un lieu de la lune sur ses tables qui sont fort abrégées et si faciles que quoy qu'il y ait 22 équations pour le seul lieu de la lune dans son orbite le calcul n'en est pas plus long ni plus difficile que par les tables ordinaires ou la lune n'a que 6 ou 7 équations¹¹⁹.

Si le nombre de lieux vérifiés n'est pas significatif, au moins la lettre de Delisle témoigne de la simplicité des calculs à l'aide des nouvelles tables de Clairaut. Rappelons que Clairaut n'aimait pas le calcul numérique. C'est la raison pour laquelle il en appelle aux astronomes, rompus à cet exercice et ne s'embarrassant pas de ces difficultés¹²⁰.

Nous avons vu qu'en 1750 Clairaut ne disposait pas de beaucoup d'observations de la Lune à comparer avec ses tables. C'est Lacaille qui lui fournit des observations effectuées à l'Observatoire Royal de Paris. Par ailleurs, il est pratiquement certain que c'est Delisle qui fournit à Mayer en janvier-février 1751 les moyens d'améliorer ses tables en lui faisant parvenir une centaine d'observations de

¹¹⁸. Le P. Louis Lagrange est l'un des deux adjoints officiels du P. Pezenas depuis que ce dernier a été nommé supérieur de l'Eglise de Sainte-Croix à Marseille le 2 novembre 1752 [Delattre, t. III, fasc. 10, p. 79]. Mais le P. Lagrange est l'assistant du P. Pezenas au moins à partir de 1749, quand l'Observatoire des Jésuites devient Observatoire Royal de la Marine à la suppression du Corps Réal des Galères à la suite de l'Ordonnance du 27 sept. 1748 [Aoust, 1870; Bigourdan, 1922, 1923].

¹¹⁹. « Correspondance de J.-N. Delisle », lettre de Delisle au P. Lagrange, 3 octobre 1753 [OP, B 1.7, fol. 212].

Halley. Sans doute Delisle jugeait-il la démarche de Mayer plus conforme à l'esprit de la méthode de Halley : corriger la « théorie » par les observations. Delisle avait déjà affirmé, en 1750, sa foi en une méthode naturelle aux astronomes¹²¹ et bien éloignée du tout analytique suivit à première vue, par les géomètres Clairaut et d'Alembert.

Différences de pratiques, séparation des domaines de compétence, divergences de vue sur ce que recouvre le champ théorique ; en ce début des années 1750, l'astronome Delisle est bien éloigné du géomètre Clairaut et de la portée de ses travaux. Pourquoi Delisle semble-t-il se ranger aux côtés de d'Alembert ? Sans doute, parce que ce dernier se base sur les *Institutions Astronomiques* de Le Monnier qui manifeste aussi sa foi dans la correction des tables par les observations selon la méthode de Halley.

Dès lors, on peut s'interroger sur les relations entre Clairaut et Delisle. Celles-ci ne sont pas bien connues, mais elles ne semblent pas avoir été très chaleureuses.

Lorsque Delisle rentre à Paris en 1747 après une longue absence en Russie, Euler avait supposé qu'il deviendrait un ami de Clairaut puisque la lettre qu'il adresse à ce dernier le 6 janvier 1748, en contient une autre destinée à Delisle :

Je vous prie d'excuser l'incluse pour M. de L'Isle, qui sera sans doute de Vos Amis¹²².

Au-delà de la vérification des calculs, Clairaut s'était adressé à Delisle avant d'avoir recours à Lacaille et Maraldi, puis James Bradley, pour obtenir la centaine d'observations qu'il a utilisées pour l'élaboration de sa théorie de la Lune. Delisle ne semble pas avoir répondu aux attentes de Clairaut puisque ce dernier écrit à Grischow en octobre 1752 :

Je n'ai rien à vous dire quant aux observations de M. de l'Isle, parce que je n'ai aucune idée précise de son exactitude ni pour le temps qu'il étoit en Russie ni depuis qu'il est de retour. Je m'étois adressé à lui avant d'avoir recours à M^r. l'abbé de la

¹²⁰. Lettre de Clairaut à Grischow du 21 juin 1752 [OO IV A, 5, p. 231].

¹²¹. Delisle, 1750 : voir la « Seconde lettre sur les tables astronomiques de M. Halley » dont des extraits sont donnés dans le chapitre IV.1.

¹²². Bigourdan, 1930, p. 32.

Caille pour avoir quelques observations sur la Lune, mais je n'en pus rien obtenir et n'en saurois par conséquent juger¹²³.

Il existe une lettre de Clairaut à Delisle conservée dans les manuscrits de l'Observatoire de Paris¹²⁴ : Clairaut répond d'un ton assez neutre et en quelques courtes lignes à une note de Delisle concernant la résolution d'une courbe dans la détermination de la parallaxe du Soleil. De nature technique, cette réponse ne laisse rien paraître de leurs relations. Mais lorsque Delisle, dans sa lettre du 3 octobre 1753, écrit que « *M. Clairaut à l'imitation de m^r. d'Alembert a aussi donné sa théorie et ses tables de la Lune [...]* », sur un ton vaguement méprisant, il ne laisse pas espérer l'existence d'une grande amitié entre lui et Clairaut.

Un dernier indice se trouve encore dans la correspondance échangée entre Delisle et le P. Pezenas à l'occasion du retour de la comète de Halley. Après le passage de la comète au périhélie en mars 1759, les échanges entre Delisle et les astronomes Marseillais se poursuivent dans le but d'établir les éléments orbitaux de l'astre « chevelu ». On conserve plusieurs lettres à ce sujet entre 1758 et 1761. Tout au long de cette correspondance¹²⁵, on est assez étonné de lire que Delisle ne fait jamais aucune allusion aux travaux de Clairaut sur la comète, même quand il évoque l'édition par Lalande, en 1759, des *Tables astronomiques* de Halley, qui comporte un long récit de la découverte de la comète. On est d'autant plus étonné lorsque Pezenas écrit à Delisle le 2 mai 1761 :

[...] La question est de pouvoir annoncer le retour d'une comète [...]. On peut résoudre ce problème dans plusieurs cas, mais je voudrois une solution générale. M^{rs} Newton, Euler et Bouguer n'ont pas fait, ce me semble, assez d'attention à l'importance de ce problème¹²⁶.

Des relations assez froides ou distantes entre Clairaut et Delisle peuvent expliquer pourquoi ce dernier n'a pas davantage diffusé les travaux de Clairaut sur la prédiction du retour de la comète¹²⁷.

¹²³. Lettre de Clairaut à Grischow, de Paris le 1^{er} octobre 1752 [OO IV A, 5, p. 236].

¹²⁴. Lettre de Clairaut à Delisle du 11 juin 1752 [OP, Ms A 6-9, pièce 61, 20, S].

¹²⁵. AN, MAR, 2 JJ 66, « Papiers de J.-N. Delisle ».

¹²⁶. AN, MAR, 2 JJ 66, lettre de Pezenas à Delisle, de Marseille, le 2 mai 1761 (tome XIV, n° 222). C'est d'ailleurs l'une des dernières lettres de Pezenas à Delisle avant l'épisode de la suppression de l'ordre des Jésuites en 1762.

¹²⁷. N'oublions pas non plus que les volumes de HARS pour les années 1757, 1758 et 1759 seront imprimés avec beaucoup de retard et publiés respectivement en 1762, 1763 et 1765 ! En 1761, Pezenas ne peut avoir connaissance des

N'oublions pas qu'à cette occasion, Delisle et Messier qui sont les premiers à avoir observé la comète à Paris, sont accusés de n'avoir pas divulguer leurs observations¹²⁸ et de rétention d'informations scientifiques¹²⁹.

Les *Tables de la Lune calculées suivant la théorie de la gravitation universelle* sont publiées à Paris (Durand et Pissot, in-8°, iv-xvi-102 pp.) durant l'année 1754, avec un an de retard sur celles de Tobias Mayer.

3. La contestation du géomètre Alexis Fontaine

En 1762, Alexis Fontaine des Bertins¹³⁰, examinant en pur géomètre la manière dont Clairaut conduit ses approximations menant au rayon-vecteur sous la forme $\frac{1}{r} = \alpha + \beta \cdot \cos \mu v + \dots$, formule la même critique que celle formulée en 1753 par Cassini de Thury, mais de manière un peu plus agressive, rivalité entre géomètres oblige :

Mais comme les constantes α , β et μ ne sont pas données, M. Clairaut, pour pouvoir les déterminer, a imaginé de rendre les deux valeurs de $\frac{1}{r}$, celle qu'il a supposée, & celle qu'il en a déduit les mêmes, & il a fallu, pour cet effet, qu'il fasse la constante h que nous avons ajoutée en intégrant = 0; or il est certain que si les

travaux des géomètres et astronomes parisiens que par l'intermédiaire de la correspondance privée, s'il ne reçoit pas le JDS (ce qui reste encore très flou).

¹²⁸. Sauf au P. Pezenas (sic) [AN, MAR, 2 JJ 66 : lettres de Delisle à Pezenas, de Paris, le 1^{er} avril 1759 (t. XIV, n°85), du 20 juin 1759 (t. XIV, n°115¹) et du 31 juillet 1759 (t. XIV, n° 128); lettre de Pezenas à Delisle, de Marseille, du 20 août 1759 (t. XIV, n°138¹)]. Delisle et Messier observent la comète du 21 janvier au 14 février 1759, puis la retrouvent le 1^{er} avril après son passage au périhélie (le 13 mars). Ils présentent leur découverte au roi le 5 avril et à l'Académie le 7 avril 1759 [Taton, 1986a, pp. 401-403]. Pezenas est donc l'un des premiers savants auxquels Delisle annonce sa découverte !

¹²⁹. Voir par exemple Taton, 1986a, 1986b; Wilson, 1995c; Taton et Wilson, 1995.

¹³⁰. Alexis Fontaine des Bertins (1705-1771). Il entre à l'Académie de 13 mai 1733 comme adjoint mécanicien (remplaçant Camus promu associé). Il devient associé géomètre le 19 déc. 1739 (rempl. La Condamine, pensionnaire chimiste). Il est pensionnaire géomètre le 2 mai 1742 (rempl. Pitot, vétéran). C'est l'un des plus fins géomètres de l'Académie; il n'a pourtant pas beaucoup publié. Ses mémoires ont été regroupés dans un recueil publié en 1764 [Fontaine, 1762, 1764, 1767]. Greenberg (1995) a beaucoup insisté sur son rôle dans les discussions mathématiques au sujet de la figure de la Terre dans les années 1730, et sur ses polémiques avec Clairaut durant ces années. Il n'existe pas de biographie de Fontaine, ni d'étude précise sur son œuvre.

constantes α , β et μ étoient données par révélation, M. Clairaut ne feroit pas $h=0$, pourquoi ? Parce que ces constantes ne sont pas données [...] Il est vrai que de la manière dont M. Clairaut a intégré son équation, il a pu ne pas s'apercevoir qu'il faisoit simplement la constante $h=0$ ¹³¹.

Fontaine conclut de manière moqueuse et exagérée :

[...] M. Clairaut ne s'étoit proposé que de corriger l'orbite produite par l'action de la Terre, en ayant égard aux dérangemens causés par le Soleil ; mais il l'a si fort corrigée, qu'il n'est resté qu'un cercle¹³².

La réponse de Clairaut ne tarde pas. Dans le numéro du JDS de mai 1762, il répondra de manière très technique aux objections de Fontaine justifiant les approximations effectuées et soulignant l'approche trop mathématique du problème par son contradicteur¹³³.

Nous n'entrerons pas davantage dans le détail de ce mémoire qui nous éloignerait trop du sujet traité.

II.2 LES TABLES DE LA LUNE DE CLAIRAUT (1752-1754)

Comment et selon quelles idées Clairaut construit-il ses tables ?

Nous avons tenté de rétablir les intentions qui semblent avoir guidé Clairaut dans sa construction des tables de la Lune, d'après quelques textes essentiels à sa compréhension. Outre les mémoires de 1752, 1754 et 1756, un texte important est constitué par la lettre de Clairaut à Nathaniel Grischow, datée de Paris, le 21 juin 1752¹³⁴ et déjà citée plus haut.

L'idée principale qui préside à la construction des tables est la suivante : représenter l'orbite de la Lune, quelle que soit sa modification de révolution en révolution, par une équation à deux variables.

¹³¹. Fontaine, 1762, p. 114.

¹³². Fontaine, 1762, p. 115.

¹³³. Clairaut, 1762.

¹³⁴. [OO IV A, 5, pp. 231-232].

Clairaut exprime le rayon vecteur de la Lune par un développement en série de cosinus d'angles divers basé sur les formules générales de sa théorie de la Lune ébauchée dès 1743¹³⁵.

II.2.1 Construction et forme des tables

La lettre du 21 juin 1752 de Clairaut à Grischow est un précieux document¹³⁶. Clairaut explique de manière didactique la manière dont il a construit ses tables de la Lune et donne ses motivations. Il envoie à Grischow des tables abrégées 4 fois moins étendues que celles construites à partir de sa théorie, dans un souci de réduction des opérations. Clairaut manifeste clairement son dégoût pour le calcul numérique, les tables de la Lune exigeant de trop longs calculs « *pour un calculateur aussi aisé à fatiguer que moi* »¹³⁷, au contraire des astronomes écrit-il, plus rompus à cet exercice que lui.

Le problème le plus important dans un premier temps étant constitué de la longitude de la Lune, c'est surtout cet aspect qui est examiné ci-après.

Les tables abrégées sont présentées sur douze colonnes pour les douze signes ou secteurs (le zodiaque est divisé en douze secteurs de 30° chacun) avec des signes + ou - pour les termes (ou « Equations ») additifs ou soustractifs.

Les tables du mouvement moyen que Clairaut ne joint pas à Grischow et qui seront insérées dans l'édition parisienne de 1754, contiennent pour les années, jour du mois, heure, minute, les **angles ou mouvements moyens** suivants¹³⁸ (avec leur équivalent selon nos notations actuelles entre crochets)¹³⁹ :

1° longitude moyenne de la Lune (long. moy. \mathbb{C}) [L']

2° l'angle γ ou anomalie moyenne de la Lune = longitude moyenne de la Lune — longitude moyenne de l'apogée de la Lune [argument M']

¹³⁵. Clairaut, 1754, préface.

¹³⁶. [OO IV A, 5, pp. 230-233].

¹³⁷. [OO IV A, 5, p. 231].

¹³⁸. En fait dans sa première version, Clairaut avait introduit un angle u qui sera remplacé après par l'angle s [Clairaut, 1765b, p. 96].

¹³⁹. Voir notre annexe sur les Inégalités de la Lune. Cf. Danjon, 1994, pp.295-297; Meeus, 1986, pp. 105-111; Chapront J. et Chapront-Touzé, 1991.

3° l'angle **t** ou distance angulaire moyenne de la Lune au Soleil = longitude moyenne de la Lune — longitude moyenne du Soleil [arg. D]

4° l'angle **z** ou anomalie moyenne du Soleil = longitude moyenne du Soleil — longitude de l'apogée du Soleil [arg. M]

5° l'angle **s** ou Argument moyen de la latitude de la Lune = longitude moyenne de la Lune — longitude moyenne du nœud ascendant Ω [ce n'est pas tout à fait l'angle F; Clairaut décompose cet angle en fonction des autres angles].

Une fois ces 5 angles donnés, Clairaut forme 22 arguments (angles) dont il donne la liste¹⁴⁰ :

Table IV.2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
y	t	t-y	2t-y	4t-y	z	y-z	y+z	2t-z	2t+y	2t-y-z	s-t	s-y	2s-y

15	16	17	18	19	20	21	22
t-y+z	2t-y+z	2t+z	2t-z+y	2t-z-2y	2y-z	t+y	2t-3y

Dans les équations obtenues, les termes correctifs sont proportionnels à l'excentricité, excepté le terme correspondant à l'angle y.

Pour une disposition pratique pour le calcul, les angles sont écrits les uns sous les autres. Un formulaire destiné au calcul de ces arguments est joint à la lettre (mais il a été perdu ou non reproduit).

Au moment où Clairaut écrit à Grischow, l'époque origine des tables est fixée au début de l'année 1722 (correspondant aux plus anciennes observations dont il disposait). Au XVIII^e siècle, l'origine des moyens mouvements est généralement prise à l'aphélie des planètes. Les valeurs s'entendent pour le 1^{er} janvier 1722, à midi temps moyen pour Paris¹⁴¹.

¹⁴⁰. Dans la version de 1765, Clairaut remplacera tous ces angles et leurs combinaisons par les lettres de l'alphabet (minuscules), a, b, c etc. et cinq angles A à E. [Clairaut, 1765b, pp. 112-113. La table de concordance est donnée p. 113].

¹⁴¹. Lalande, 1795, *Abrégé d'Astronomie*, Paris : art. 482 et suiv., pp. 171 et suiv. : « **L'anomalie** en général est la distance d'une planète à son **aphélie** »; art. 507-515, pp. 182-187. Actuellement, les époques sont prises lors du passage des planètes au périhélie. Il faut s'en souvenir lorsque l'on souhaite travailler sur les tables anciennes.

Table IV.2.3 : Epoque origine des premières tables de la Lune de Clairaut : 1^{er} janvier 1722, à midi temps moyen à Paris.

Long. moy. ζ [L'] (1722)	2 ^S 13° 17' 25"	73° 17' 25"
y [M']	10 21 40 24	321° 40' 24"
s [F et combinaisons]	11 1 28 34	331° 28' 34"
t [D]	5 3 28 52	153° 28' 52"
z [M]	6 1 38 3	181° 38' 03"

Avec ces angles, il établit des équations ou termes correctifs au mouvement moyen, de manière à obtenir le lieu vrai de la Lune (avec le signe selon le caractère additif ou soustractif de la correction). Clairaut précise que les huit derniers angles (n° 15 à 22) occasionnent des corrections si faibles qu'elles peuvent être négligées pour « *ceux qui ne rechercheront pas la plus grande exactitude* »¹⁴².

Ainsi Clairaut obtient-il finalement l'expression générale du vrai lieu de la Lune dans son orbite¹⁴³, selon une présentation qui est propre aux géomètres et non aux astronomes :

$$\begin{aligned} \text{Long. Moy. } \zeta = & -6^{\circ}17'44'' \sin. y - 3'41'' \sin. t - 0'4'' \sin. (t - y) - 1^{\circ}16'19'' \sin. (2t - y) - 1'8'' \sin. (4t - y) \\ & + 12'57'' \sin. 2y + 39'54'' \sin. 2t + 2'13'' \sin. (2t - 2y) + 43'' \sin. (4t - 2y) \\ & - 37'' \sin. 3y + 27'' \sin. 4t \\ & + 10'35'' \sin. z + 2'24'' \sin. (y - z) - 1'48'' \sin. (y + z) - 2'44'' \sin. (2t - z) - 3'18'' \sin. (2t + y) + 3'27'' \sin. (2t - y - z) \\ & - 1'21'' \sin. (2s - 2t) + 1'11'' \sin. (2s - 2y) + 1'29'' \sin. (2s - y) + 20'' \sin. (2t - 2y + 2z) - 27'' \sin. (2t - y + z) \\ & + 23'' \sin. (2t + z) + 20'' \sin. (2t - z + y) - 12'' \sin. (2t - z - 2y) - 11'' \sin. (2y - z) + 15'' \sin. (t + y) - 18'' \sin. (2t - 3y) \\ & + 9'' \sin. (2t + 2y) \end{aligned}$$

Longue expression pour le calcul qui représente une amélioration par rapport aux protocoles de calcul des lieux de la Lune existants auparavant. Restituée dans une écriture moderne et en faisant apparaître les premiers termes du développement selon leur amplitude décroissante, l'expression de Clairaut devient :

$$\lambda_{\zeta} = L' - 6^{\circ}.295\ 556 \sin M' - 1^{\circ}.271\ 944 \sin (2D - M') + 0^{\circ}.665 \sin 2D + 0^{\circ}.215\ 833 \sin 2M' + 0^{\circ}.176\ 389 \sin M + \text{etc.}$$

expression à comparer aux premiers termes du développement de la longitude de la Lune, donné par M. Chapront-Touzé et J. Chapront (1991)¹⁴⁴ :

¹⁴². [OO IV A, 5, p. 231].

¹⁴³. Clairaut, 1756, pp. 595 et suiv.

¹⁴⁴. M. Chapront-Touzé et J. Chapront, 1991, p. 43 : les arguments sont dans cette référence notés l, 2D-l, 2D, 2l, et l' au lieu de M', 2D-M', 2D, 2M' et M. Pour le dernier terme, l' (ou M), anomalie moyenne géocentrique du Soleil (p. 12),

$$\lambda_{\zeta} = L' - 6^{\circ}.288\ 773\ 83 \sin M' - 1^{\circ}.274\ 010\ 64 \sin (2D-M') + 0^{\circ}.658\ 309\ 43 \sin 2D + 0^{\circ}.213\ 618\ 25 \sin 2M' - 0^{\circ}.185\ 115\ 86 \sin M + \text{etc.}$$

Remarquons que, dans le développement de Clairaut, le terme dépendant de l'argument F — la réduction à l'écliptique — ne figure pas comme tel. L'équivalent est décomposé en plusieurs termes faisant intervenir des combinaisons de ses arguments s, y, t. (2s-2t; 2s-2y; 2s-y). D'autre part, les signes des coefficients ne coïncident pas tous avec les signes actuels, et la raison en demeure encore obscure. Ni Tisserand (1894), ni Cook (1988) ne fournissent de réponses sur ce point. Une étude fine et détaillée de la construction des tables de Clairaut reste à poursuivre pour éclaircir totalement ces points délicats.

Les tables, poursuit Clairaut dans sa lettre à Grischow, sont divisées en deux parties¹⁴⁵ :

- La première donne les mouvements moyens de la Lune (pour les années, les mois, et les jours) : anomalie moyenne, l'argument de la latitude, la distance moyenne de la Lune au Soleil, et l'anomalie moyenne du Soleil.

- La seconde contient les équations et est divisée en quatre parties :

1. Les 22 équations (voir le tableau précédent) pour la longitude (correspondant à l'expression précédente) calculée dans le plan de l'écliptique.

2. les équations donnant l'argument de la latitude de la Lune (la distance de la Lune à son noeud permettant d'accéder au plan de l'orbite lunaire hors du plan de l'écliptique);

3. Les équations donnant l'inclinaison et le noeud de l'orbite lunaire (pl. IV.2.1a) ;

4. les équations donnant la parallaxe lunaire. (pl. IV.2.1b)

L'annexe XIII reproduit les tables manuscrites de Clairaut conservées aux Archives de l'Académie des Sciences de Russie à Saint-Pétersbourg¹⁴⁶. Elles comportent tous les arguments permettant de calculer la longitude, l'argument de la latitude de la Lune, ainsi que l'inclinaison de l'orbite lunaire.

le coefficient est négatif puisque le mouvement est compté actuellement depuis le périhélie et non depuis l'aphélie comme à l'époque de Clairaut. Nous avons adopté les notations de Danjon et Meeus, identiques à celles employées par Kollerstrom dans son étude des tables newtoniennes (1995).

¹⁴⁵. HARS 1752 (Paris, 1756), Hist. pp. 113-114 et Clairaut, 1765, *Théorie de la Lune*, pp. 119-161.

II.2.2 Sur quelles observations Clairaut construit-il ses tables ?

En 1750, Clairaut ne doit pas disposer d'aussi bonnes et aussi nombreuses observations qu'il le souhaiterait, comme en témoigne cette remarque extraite de la lettre que lui adresse son ami Gabriel Cramer, datée de janvier 1750 :

Vous avez raison de suspendre pour quelque temps votre travail sur la Lune. Il a été si long et si pénible mais en même temps si utile, qu'on ne saurait assez le reconnaître.[...] Je comprends que ce qui a du jeter beaucoup d'embarras dans votre travail, c'est le défaut des observations de la Lune dans les différents points de son orbite. Mr Halley en avait une infinité sur lesquelles il avait construit ses tables, qui sont je crois publiques : mais je ne sais pas si on a les observations mêmes.¹⁴⁷

Voilà une curieuse résonance avec la proposition que fait Delisle le 27 janvier 1751 d'envoyer à Tobias Mayer les observations de Halley qu'il n'a pas afin d'améliorer la précision de ses premières tables de la Lune, déjà prêtes au début de l'année 1751¹⁴⁸.

Mais Clairaut a quelques amis sûrs, dont l'abbé Lacaille, qui lui permettent de puiser un peu partout. Pour la première version de la théorie de la Lune de Clairaut — publiée à Pétersbourg en 1751 —, Lacaille choisit une centaine d'observations dans les registres des Cassini et de Maraldi (II) à l'Observatoire Royal, réparties sur une dizaine d'années soit une révolution entière de l'apogée lunaire, entre juin 1737 et mars 1747. Ces 99 observations sont jointes à l'ouvrage de Clairaut et comparées avec les valeurs calculées à partir des Tables¹⁴⁹. Les écarts en longitude ou les **"C-O", différence entre le lieu Calculé et le lieu Observé**¹⁵⁰, vont de +5'59" à -5'28" pour un écart moyen égal à +0'27" (avec un écart-type de 2'34")¹⁵¹. Ces écarts sont importants mais n'apparaissent pas plus grands que dans les

¹⁴⁶. Archives de l'Académie des sciences de Russie à Saint-Pétersbourg [AAN, f.1, op. 77, n°6]. Je remercie encore vivement le professeur Gleb Mikhailov pour m'avoir permis d'obtenir une copie de ce manuscrit inédit de Clairaut.

¹⁴⁷. Speziali, lettre 21, p. 228.

¹⁴⁸. Forbes, 1983, pp. 146-151 : lettres de Mayer à Delisle du 14 janvier 1751 (pp. 146-148) et réponse de Delisle, le 27 janvier 1751 (pp. 148-151) - voir le début du chapitre IV.3 pour plus de détails sur ces lettres.

¹⁴⁹. Clairaut, 1765b, pp. 89-92.

¹⁵⁰. Notons encore une fois les habitudes différentes d'un siècle à l'autre puisque, actuellement, on calcule préférentiellement les O-C, différences entre les Observations et les données Calculées.

¹⁵¹. Valeurs non calculées par Clairaut et déduites des tables de l'édition de 1765, pp. 89-92 [SHM Brest, R. 2928]. Rappelons que cette édition regroupe l'édition de 1752 (pp. 1-93) et les additions de 1765 (pp. 94-161).

tables existantes alors. Clairaut peut donc faire preuve d'optimisme quant à la réception de ses nouvelles tables de la Lune. On est pourtant bien loin des écarts seulement de l'ordre de la minute d'arc affectant les tables que Mayer proposera en 1753.

Pour la révision de ses tables en 1765, Bradley a transmis à Clairaut des observations réparties entre octobre 1729 et mai 1754¹⁵². On note après la révision de 1765, une réduction significative des écarts entre calculs et observations.

La table suivante résume les C-O calculées sur les tables des éditions de 1752 (pp. 89-92) et les tables de 1765 (pp. 157-158). Cette comparaison éclaire bien la manière dont Clairaut est parvenu à améliorer sa théorie de la Lune : les écarts moyens observés sur la longitude de la Lune calculés sur ses tables sont largement inférieurs à la minute d'arc. Ainsi, en 1762-1763, Clairaut dispose-t-il de tables rivalisant avec celles de Mayer dont l'usage et la notoriété se sont déjà largement répandus.

Table IV.2.4 : Comparaison des C-O sur la longitude de la Lune pour deux observations calculées selon les éditions successives des tables de Clairaut (1752 et 1765)¹⁵³.

Edition des Tables	1752	1765
Observation 1	3 mai 1740	3 mai 1740
C - O (1)	+4' 46"	+0' 27"
Observation 2	7 sept. 1746	7 sept. 1746
C - O (2)	-5' 28"	-0' 06"

II.2.3 Diffusion des Tables de la Lune

On a pour le moment peu d'informations sur le nombre d'exemplaires vendus de cet ouvrage. Espérant voir sa *Théorie de la Lune* être vendue à Paris, Clairaut écrit en janvier 1752 :

¹⁵². Clairaut, 1765b, pp. 155-156.

¹⁵³. Clairaut, 1765b, pp. 90, 92 et 158.

J'engagerai quelqu'un de nos libraires à s'en charger, ne doutant pas qu'il ne s'en vende ici en aussi grande quantité que ces sortes de livres se vendent ordinairement¹⁵⁴.

Dès leur parution, Delisle fait parvenir un exemplaire des nouvelles tables de la Lune de Clairaut au P. Pezenas. Celui-ci lui répond dans une lettre datée du 17 avril 1754 :

j'ai trouvé la méthode de M. Clairaut fort commode pour l'usage de ses tables lunaires malgré les 22 équations. Tout l'embarras sera de deviner quelle est celle de ces équations qu'il faudra changer lorsque le calcul ne s'accordera pas avec les observations¹⁵⁵.

La même année, le P. Laurent Béraud — l'ancien maître de Jérôme Lalande à Lyon — réussit à se procurer un exemplaire des tables. Si Pezenas paraît assez satisfait de la nouvelle théorie ainsi que de la forme des nouvelles tables de la Lune de Clairaut, le P. Béraud semble plus réservé sur l'avenir des tables analytiques de notre satellite :

[...] J'ay aussi les tables de la Lune de m^r. Clairaut. voilà bien des éclaircissements sur la théorie de cette planète. mais je crois qu'on ne les connoitra parfaitement que par les observations. il semble que m^r. Le Monnier a pris les bons moyens¹⁵⁶.

Ainsi, le P. Béraud se range-t-il aux côtés de Le Monnier et de d'Alembert qui estiment, en 1754-1756, qu'il est préférable d'améliorer les tables existantes et de se satisfaire de la correction des tables de la Lune existantes selon le cycle du saros de Halley, plutôt que d'en construire de nouvelles¹⁵⁷.

Un dernier témoignage nous est encore fourni par Grischow. En septembre 1755, celui-ci, après avoir reçu un exemplaire de ses *Tables...*, écrit à Clairaut :

A mon jugement il ne sera pas nécessaire que vous envoyez un plus grand nombre d'exemplaires de Vos Tables Lunaires à St. Petersburg, puisqu'il n'y a qu'un

¹⁵⁴. Lettre de Clairaut à Grischow du 2 janvier 1751(1752) [A.A.N., f.1, op.3, N 6/4, fol. 1v°]. Voir son édition en annexe.

¹⁵⁵. AN, MAR, 2 JJ 68 (t. XIII, n°34), lettre de Pezenas à Delisle, de Marseille, le 17 avril 1754.

¹⁵⁶. AN, MAR, 2 JJ 68 (t. XIII, n° 66), lettre du P. Béraud à Delisle, de Lyon, le 20 septembre 1754.

¹⁵⁷. Voir supra, chap. IV.1.

fort petit nombre de personnes ici qui lisent ces sortes d'ouvrages, et encore un bien moindre nombre de ceux qui en font usage. Mais si Vous voulez bien, Monsieur, en envoyer encore a Votre commodité un exemplaire pour la Bibliothèque de notre Académie, il dependra de Votre politesse¹⁵⁸.

La situation dans une grande capitale européenne comme Saint-Pétersbourg concernant la vente des ouvrages d'astronomie, n'est donc pas plus brillante que dans une grande ville de province comme Marseille, si l'on en croit ce que le P. Louis Lagrange écrivait le 20 mai 1754 à propos de la vente des brochures et ouvrages scientifiques de Delisle :

Je crois que vous ferez bien de ne m'envoyer dans la suite que trois ou quatre exemplaires des brochures que vous ferez imprimer [...] Je ne devrais pas le dire pour l'honneur de notre Ville; mais il n'est que trop vrai que les gens aisés de ce païs-ci n'ont de grâce que pour des fadaises; Et que ceux qui auroient assés d'esprit pour aimer à lire les bons ouvrages, n'ont souvent pas le moyen de se les procurer [...]¹⁵⁹.

Toutefois, ces indices semble indiquer que les *Tables de la Lune* de Clairaut ont été assez largement diffusées dans le monde savant.

II.3 LUMIÈRES ET POLÉMIQUES

II.3.1 Euler et Clairaut : différence de fond ou de forme ?

1. Ce qu'Euler doit à Clairaut

Si les relations entre Euler et Clairaut ont été plus saines que les relations Clairaut-d'Alembert, la compétition n'a pas été absente de leurs relations.

Leonhard Euler ne semble travailler sur la théorie des mouvements de la Lune qu'à partir du moment où il sent la pression de Clairaut, son principal rival en 1744. En effet, c'est dans le but d'éclaircir les mouvements de Jupiter et de Saturne qu'Euler avait initialement développé une solution au

¹⁵⁸. Lettre inédite de Grischow à Clairaut de septembre 1755 [AAN, f.1, op.3, n°20, fol. 120r°].

¹⁵⁹. AN, MAR, 2 JJ 68 (t. XIII, n°48^a), lettre du P. Lagrange à Delisle, de Marseille, le 20 mai 1754.

problème des trois corps en 1744¹⁶⁰. Euler publie une première version de ses tables de la Lune issues du problème des trois corps en 1745, qu'il révisé aussitôt en 1746, les deux versions étant publiées à Berlin¹⁶¹. Etant peu satisfait des résultats qu'il obtient, Euler, en juin 1745, fait part à Delisle de ses doutes qu'on parvienne jamais à calculer le lieu de la Lune à une demi-minute près¹⁶². Ces premières recherches d'Euler sur le problème des trois corps seront couronnées par l'attribution du prix de l'Académie Royale des Sciences de Paris proposé en 1748, prix ayant pour sujet les « Recherches sur la question des inégalités du mouvement de Saturne et de Jupiter »¹⁶³. C'est Clairaut qui lui annoncera son succès dans une lettre datée du 27 avril 1748¹⁶⁴ ainsi que la reprise de ce sujet pour le prix de 1750.

Après avoir envisagé de modifier la loi de l'attraction universelle Clairaut révisé ses calculs et, lors de la séance de l'Académie du 17 mai 1749, annonce qu'il est parvenu à concilier sa théorie de la Lune avec la loi newtonienne de la gravitation et les observations¹⁶⁵. Nathaniel Grischow, présent à la séance de l'Académie, s'empresse d'en informer Johann Kies à Berlin¹⁶⁶. L'information parvient finalement à L. Euler qui se plaint auprès de Maupertuis — alors directeur de l'Académie de Berlin — du secret que Clairaut semble vouloir entretenir autour de cette affaire :

M^r Grischow a bien écrit à M^r Kies ce qui s'est passé à l'Académie de Paris au sujet de l'apogée de la Lune, mais il lui marque en meme tems, qu'apres avoir fini la lettre M^r Clairaut étoit venu chez lui pour le prier qu'il n'en parle rien dans ses lettres,

¹⁶⁰. Euler, L., 1744, *Theoria motuum Planetarum et Cometarum*, Berlin (in-4°). L'ouvrage figurait dans la bibliothèque d'Alexis Clairaut [Passeron, 1995]. Lalande [1803, BA, p. 422] signale quelques fautes de calcul. Le P. Pezenas [Lecture de 2 lettres — perdues — de Pezenas par E. de Ratte, aux séances de la Soc. Roy. des Sci. de Montpellier des 28 juin et 20 juillet 1758, AD H, D.120, fol. 133 et 135] a identifié quelques erreurs dans les calculs d'Euler concernant le calcul des orbites des comètes, identification et erreurs attestées par Lalande à plusieurs reprises [Lettre de Lalande à Euler, du 7 mai 1760, J. Gapaillard Ed., à paraître. Rapport de Lalande et Clairaut le 12 février 1763 sur un mémoire de Pezenas, « Observations de la seconde comète de 1760 », déposé le 24 avril 1762 (P.V. 1763, fol. 31r°-32v°)]. Il semble que Delisle avait déjà auparavant contesté la manière dont Euler traitait les orbites des comètes dans quelques lettres échangées en 1745 [Cf. Bigourdan, 1915b, pp. 83-84].

¹⁶¹. Euler, L., 1745, *Novæ et correctæ Tabulæ ad loca lunæ computanda*, Berlin (in-4°); 1746, « *Novæ Tabulæ astronomicæ motuum solis et lunæ* », in *Leonhardi Euleri Opuscula*, Berlin (in-4°).

¹⁶². Lettre de L. Euler à Delisle, de Berlin, le 12 juin 1745, portefeuille IX, n°41^a, citée par Bigourdan, 1915b, p. 84.

¹⁶³. Voir *L. Euleri, Opera Omnia*, Series II, vol. 25, pp. 45-157. Ce prix semble avoir été proposé à l'instigation de Le Monnier, déjà engagé dans la recherche des perturbations des planètes Jupiter et Saturne.

¹⁶⁴. Lettre n°39 de Clairaut à Euler, du 27 avril 1748 [OO IV A, 5, pp. 182-183].

¹⁶⁵. Clairaut, 1745c.

¹⁶⁶. Johann Kies (14 Sept. 1713 - 29 Juillet 1781). Professeur de mathématiques et astronome à Tübingen, membre ordinaire de l'Académie des Sciences de Berlin depuis 1726.

afin que rien ne parvienne à ma connoissance [...]. Il est bien vrai que cette nouvelle ne m'étoit pas indifferente après que mon calcul reïtééré plusieurs fois m'a constamment convaincu que la theorie ne donnoit qu'environ la moitié du mouvement vrai de l'apogée de la Lune, et je fus d'autant plus confirmé dans ce sentiment, lorsque j'appris que M^{rs} Clairaut et d'Alembert avoient trouvé la meme chose, par des méthodes tout differentes¹⁶⁷.

Euler manifeste le désir d'obtenir des explications de la part de Clairaut dans une lettre malheureusement perdue¹⁶⁸. Mais il pressent la teneur des difficultés surmontées par Clairaut, en confiant à Maupertuis ses futures intentions :

[...] en attendant je reprendrai mes calculs, et je les examinerai avec tous les soins possibles. Tout revient à une serie infinie qui m'a paru jusu'ici extremement convergente, mais qui devoit contenir memes des termes infiniment grands, si la nouvelle decouverte de M^r Clairaut étoit constatée. Comme la dite serie n'est pas reguliere, et que je n'en ai developpé que les 12 premiers termes, que j'ai trouvés très convergens, je ne saurois prouver rigoureusement le contraire. Peut être que M^r Clairaut a trouvé moyen d'exprimer la meme chose par une formule finie, et dans ce cas, ce seroit la plus importante découverte dans l'Astronomie mecanique, qui ait été faite jusqu'ici¹⁶⁹.

Nous avons déjà rappelé que le sujet du premier prix de l'Académie de Pétersbourg¹⁷⁰ est choisi à l'initiative d'Euler qui, bloqué dans ses recherches sur la théorie de la Lune, est animé du plus farouche désir de connaître les récents développements de l'un de ses adversaires dans la course à la solution du problème des trois corps. A l'époque où Clairaut envoie son manuscrit pour concourir au prix de l'ASPb, en décembre 1750, Euler est incapable d'accorder théorie newtonienne et mouvement de l'apogée lunaire¹⁷¹. Au moment même où il sait que la pièce qui va être couronnée est l'œuvre de

¹⁶⁷. Lettre n°49 d'Euler à Maupertuis, du 7 juin 1749 [OO, IV A, 6, p. 130].

¹⁶⁸. OO, IV A, 6, n.4, p. 131.

¹⁶⁹. Lettre n°49 d'Euler à Maupertuis, du 7 juin 1749 [OO, IV A, 6, pp. 130-131].

¹⁷⁰. Kopelevitch, 1966, pp. 655-656.

¹⁷¹. Lettre d'Euler à Maupertuis du 3 juillet 1751 [OO, IV A, 6, p. 185].

Clairaut, le 22 avril 1751 il lit devant l'Académie de Berlin une première version de sa Théorie du mouvement de la Lune¹⁷².

En juillet 1751, Euler reconnaît dans une lettre adressée à Maupertuis — alors président de l'Académie de Berlin — que c'est grâce à la pièce de Clairaut qu'il a réussi à faire progresser sa propre théorie de la Lune :

Quand l'Académie de Petersbourg me communiqua le mémoire de M^r. Clairaut, je fus encore fort éloigné de croire que le mouvement de l'apogée de la Lune étoit d'accord avec la Théorie de Newton [...] La lecture de ce mémoire [...] m'a pourtant donné occasion d'examiner de nouveau cette matière par une methode tout à fait differente de celles que j'avois employée auparavant, et c'est par là que je suis enfin parvenu à la véritable determination du mouvement de l'apogée. Ainsi je dois ouvertement avouer que je ne me suis pas éclairci sur cet article qu'après avoir vu la piece de M^r. Clairaut ; mais je ne pouvois pas faire mention de cette circonstance dans mon memoire que je lus dernièrement à l'Académie sur ce sujet¹⁷³.

Euler dépose le manuscrit de la révision de sa théorie de la Lune en octobre 1751, quatre à cinq mois après l'attribution du prix de l'Académie de Pétersbourg à Clairaut. Euler va même jusqu'à clamer publiquement la supériorité de Clairaut dans les pages des *Philosophical Transactions*, reprenant en partie les termes d'une lettre qu'il adressait à Maupertuis le 20 mars 1751¹⁷⁴ (voir document IV.2.2 ci-après). Rappelant aux britanniques les circonstances dans lesquelles le prix de Saint-Pétersbourg a été attribué à Clairaut, couronnant sa pièce sur la Théorie de la Lune, Euler manifeste l'espoir de voir enfin de bonnes tables de la Lune établies sur cette théorie :

[...] I have at lenght found to my satisfaction, that Mr. Clairaut was in the right, and that this theory is intirely sufficient to explain the motion of the apogee of the Moon. [...] it is to Mr. Clairaut that we are obliged for this important discovery, which

¹⁷². D'après les Registres manuscrits de l'Académie des Sciences de Berlin [OO, IV A, 6, p. 399].

¹⁷³. Lettre n°86 d'Euler à Maupertuis du 3 juillet 1751 [OO, IV A, 6, pp. 184-185]. L. Euler avait lu le 22 avril 1751 un mémoire intitulé « Theoria motus Lunæ », ébauche de ce qui deviendra sa *Théorie de la Lune* publiée à Saint-Pétersbourg en 1753 [Ibid., n.3, p. 185] (l'orthographe est bien celle de la transcription de la lettre d'Euler).

¹⁷⁴. Lettre d'Euler à Maupertuis, de Berlin, le 20 mars 1751 [OO, IV A, 6, pp. 182-184, particulièrement p. 183].

gives quite a new lustre to the theory of the great Newton : and it is but know, that we can expect good astronomical tables of the moon¹⁷⁵.

Euler oubliera-t-il volontairement ces remerciements ? Compétition oblige, après ces quelques témoignages enthousiastes, Euler ne se manifesterà plus en faveur de Clairaut. Celui-ci pourra se plaindre légitimement auprès de John Bevis en février 1765, de l'attribution d'un prix de 300£ à Euler pour avoir inspiré à Mayer sa théorie de la Lune¹⁷⁶ et de l'oubli de ses propres contributions à l'avancement des travaux d'Euler.

¹⁷⁵. Euler, 1753, p. 264.

¹⁷⁶. Lettre de Clairaut à John Bevis du 11 avril 1765 sur l'attribution du prix britannique des longitudes [Clairaut, 1765a]. Voir le chapitre suivant sur le problème du prix des longitudes et Clairaut.

* * *

DOCUMENT IV.2.1 : Extrait d'une lettre de L. Euler au Révérend Caspar Wetstein, lue à la Royal Society le 24 octobre 1751, parue dans les *Philosophical Transactions pour les années 1751 à 1753*, vol. XLVII (Londres, 1753), art. XXXVIII, pp. 263-264.

XXXVIII. *Extract of a Letter from Professor Euler, of Berlin, to the Rev. Mr. Caspar Wetstein, Chaplain to Her Royal Highness the Princess Dowager of Wales.*

SIR,

Read Oct. 24
1751

You have heard, without doubt, that the Academy at St. Petersburg have fixed a prize of one hundred ducats, which they will give every year to him, who shall give the best answer to the question, that shall be proposed; and for the first time they have proposed this question :

"Whether the theory of Sir Isaac Newton is sufficient to explain all the irregularities which are found in the motion of the moon ?"

This question is of the last importance, and I must own, that, till now, I always believed, that this theory did not agree with the motion of the apogee of the moon. Mr. Clairaut was of the same opinion ; but he has publicly retracted it, by declaring, that the motion of the apogee is not contrary to the Newtonian theory. Upon this occasion I have renew'd my inquiries on this affair ; and, after most tedious calculations, I have at length found to my satisfaction, that Mr. Clairaut was in the right, and that this theory is intirely sufficient to explain the motion of the apogee of the moon. As this inquiry is of the greatest difficulty, and as those, who hitherto pretended to have proved this nice agreement of the theory with the truth, have been much deceived, it is to Mr. Clairaut that we are obliged for this important discovery, which gives quite a new lustre to the theory of the great Newton : and it is but now, that we can expect good astronomical tables of the moon.

* * *

2. Des théories si différentes ?

Sans entrer dans le détail de la théorie d'Euler¹⁷⁷, il est intéressant de consulter la correspondance et de prendre connaissance des arguments de chacun.

Non content de signifier le 16 mars 1751¹⁷⁸ à Clairaut la réception de sa pièce, Euler ne peut s'empêcher de discuter sur le fond de la théorie. Euler écrit qu'avant 1751, il avait tout réduit à l'anomalie excentrique de la Lune et que depuis il avait trouvé le moyen d'introduire l'anomalie vraie. Différence fondamentale avec Clairaut qui emploie préférentiellement les anomalies moyennes de la Lune et du Soleil comme cela a été montré auparavant¹⁷⁹.

Euler soutient que sa présentation est plus conforme aux usages de l'astronomie (et cela peut en partie expliquer pourquoi Mayer développe sa théorie selon les travaux d'Euler).

Ainsi, comme Votre équation finale renferme ces deux variables principales, la distance de la lune à la terre, et la longitude vraie, j'ai conduit mon analyse à une équation entre la longitude de la lune et son anomalie vraie ; ce qui me semble plus convenable pour l'usage de l'astronomie ; car ayant l'anomalie moyenne avec l'excentricité, l'anomalie vraie s'en trouve aisément par la règle de Kepler ; et de là j'ai d'abord la place de la Lune, qui ne diffère plus de la vraie que fort peu [...] ¹⁸⁰

Euler poursuit en expliquant comment il passe de l'orbite képlérienne à l'orbite vraie :

ensuite je prend la longitude vraie du Soleil pour la soustrayer [sic] de la longitude de la lune tirée de la seule excentricité : la différence ne s'écartera plus sensiblement de la véritable distance de la Lune au Soleil, de sorte que les corrections que j'ai à faire, sont extrêmement petites.

Il critique la manière dont Clairaut donne l'orbite de la Lune :

Au lieu que Votre methode, en employant partout la longitude moyenne et l'anomalie moyenne exige partout des corrections très-considérables, et celles-cy

¹⁷⁷. Pour de plus amples détails techniques, consulter Cook (1988) et Tisserand (1894, tome III).

¹⁷⁸. Bigourdan, 1930, p. 34-36.

¹⁷⁹. Voir supra, §II.

¹⁸⁰. Lettre d'Euler à Clairaut du 16 mars 1751, de Berlin [Bigourdan, 1930, p. 35].

influent sur tous les termes, qui contiennent les inégalités du mouvement de la Lune ; De là vient que dans votre formule le terme $\sin 3y$ est encore assez considérable, au lieu que dans la mienne le terme $\sin 2y$ devient déjà si petit, que je le pourrais négliger sans erreur.

Dans une lettre du 10 avril 1751, Euler réitère ses critiques et souligne les formes différentes, selon lui, de leurs solutions :

Je ne doute pas non plus d'un parfait accord des inégalités que je viens de trouver avec les Vôtres, quoiqu'elles paroissent différentes, puisque Vous formes Vos arguments sur les anomalies moyennes au lieu que je me sers des anomalies vraies du Soleil et de la Lune¹⁸¹.

Notons au passage que les deux auteurs ont vraisemblablement vérifié leurs développements théoriques sur le même échantillon des observations de la Lune communiquées par James Bradley, astronome royal de Greenwich.

A cette époque, Euler ne semble pas se rendre compte que les théories ne sont pas si différentes sur le fond. Les trois théories concurrentes d'Euler, de Clairaut et de d'Alembert consistent en des méthodes d'approximation : développer en coordonnées polaires le mouvement orbital de la Lune, en le décomposant en un mouvement non perturbé, celui de Kepler, corrigé par des perturbations développées en série. Seules les variables sont différentes dans les théories de Clairaut et d'Euler. Ces "méthodes différentes" ne conduisent qu'à des différences dans la construction et la présentation de leurs tables astronomiques respectives.

En 1765, prenant du recul sur le problème des trois corps et les solutions apportées depuis 1744, L. Euler reconsidère l'aventure sous un angle bien différent par rapport à ses concurrents et aussi plus fécond :

[...] il s'en faut bien encore qu'on soit parvenu à une solution complète de ce problème. Tout ce qu'on y a fait jusqu'ici est restreint à un cas particulier, où le

¹⁸¹. Lettre d'Euler à Clairaut du 10 avril 1751, de Berlin [Bigourdan, 1930, p. 38].

mouvement suit à peu près les règles établies par Kepler ; et dans ce cas même on s'en est borné à déterminer le mouvement par approximation [...]182.

Cette attitude plus ouverte l'amènera vers une nouvelle théorie de la Lune (publiée en 1772 sous sa direction, par son fils Johann-Albrecht, les astronomes Krafft et Lexell). Bien qu'encore imparfaite — Euler n'a toujours pas résolu le problème de *l'accélération séculaire de la Lune*, sujet de prix de l'ARS depuis 1762¹⁸³ —, elle prépare les travaux ultérieurs de Lagrange et de Laplace.

¹⁸². Euler, 1763b, p. 194.

¹⁸³. Mijonnet, 1987, pp. 378-381. Voir aussi infra, chap. IV.3. Précisons ce que l'on entend par *accélération séculaire* de la Lune au XVIII^e siècle : débarrassée des ses inégalités périodiques, la longitude moyenne de la Lune est une fonction linéaire du temps t : $L = c + n_0 \cdot t$ (où c et n_0 sont des constantes). Mais Halley, en 1693 [*Phil. Trans.*, 1693, n°204; Tisserand, 1894, t. III, chap. XIII, p. 241], en comparant une liste d'anciennes éclipses de l'*Almageste* de Ptolémée à celles observées par des astronomes arabes, a montré qu'il fallait introduire un terme quadratique fonction du temps, noté conventionnellement σt^2 , σ prenant une valeur comprise entre 8" et 12". Dunthorne [*Phil. Trans.*, 1749, n°492; Tisserand, op. cit., p. 241] lui donne la valeur de 10", puis Mayer, travaillant à ses tables de la Lune, lui donne en 1752 la valeur à 6",7 [Tisserand, op. cit., pp. 240-256; Pascoli, 1993, p. 124-126]. En 1757, Lalande fixe la valeur de σ à environ 10" par siècle [Lalande, 1757, Mém., p. 430]. Laplace (voir Laplace, 1784, 1786), à l'aide de sa *Mécanique céleste*, fixe à la fin du XVIII^e siècle la valeur théorique de σ à environ 10",3 par siècle. Tisserand (1894, t. III, p. 240) rappelle que σ est appelé coefficient de l'accélération séculaire, Danjon (1994, p. 283) et Pascoli (1993, p. 125) soulignent que l'appellation *accélération séculaire* est impropre, puisque l'accélération séculaire proprement dite est le double, 2σ , la valeur observée actuellement étant de **12",4** environ. Les travaux des astronomes et mécaniciens célestes tout au long du XIX^e siècle (Laplace, Bouvard, Hansen, Plana, Damoiseau, Adams, Delaunay [Tisserand, op. cit., pp. 244-256], ont montré qu'il fallait poursuivre les développements en série de la fonction perturbatrice du moyen mouvement de la Lune, jusqu'aux termes d'ordre très petits; en effet, si le premier terme (+10",3) est positif, tous les autres sont négatifs, et le coefficient de l'accélération séculaire de la Lune est égal à :

$\sigma = 10",3 - (2",3 + 1",5 + 0",7 + 0",2 + 0",1 + \dots) = 6"$ environ (7",14 selon la théorie de Brown) [Tisserand, 1894, t. III, pp. 245-247; Danjon, 1994, p. 284]. Laplace montra, en 1787, que la variation séculaire de l'excentricité de l'orbite terrestre due à l'action des planètes (Jupiter pour sa masse, Vénus pour sa proximité) avait pour conséquence un effet perturbatif indirect, une accélération séculaire du mouvement de la Lune. Comme le note J. Gapaillard (1996, n. 40, p. 496), si Laplace a donné la bonne interprétation mécanique, sa vision du phénomène n'était pas correcte puisqu'elle impliquait un lent rapprochement de notre satellite. Il fallut au XIX^e siècle invoquer aussi la dissipation d'énergie due aux marées qui ralentit la rotation terrestre. Or on sait qu'actuellement, la Lune s'éloigne de la Terre d'environ 4 cm par an. Comme le souligne A. Danjon, il ne s'agit que d'une variation pseudo-séculaire [Danjon, 1994, p. 284]. Il s'agit en réalité d'une inégalité périodique, de très grande période, environ 100 000 ans. Actuellement l'excentricité de l'orbite terrestre diminue, mais dans 24 000 ans, elle recommencera à croître, et la variation du moyen mouvement de la Lune changera de sens [Tisserand, 1894, t. III, chap. XIII, « Accélération séculaire de la Lune », pp. 240-256; Moulton, 1942, pp. 348-350; Pascoli, 1993, chap. VII, « Théorie de la Lune », pp. 124-126; Danjon, 1994, chap. XIII, « Mouvement de la Lune », pp. 283-284]. Moulton (1942, p. 350) précise avec raison que « *this example of indirect action illustrates the great intricacy of the problem of the motions of the bodies of the solar system, and shows that methods of the greatest refinement must be employed in order to derive satisfactory numerical results* ». L'accélération séculaire de la Lune décelée par Halley n'est en fait qu'une décélération.

II.3.2 Clairaut, d'Alembert et Mayer : théorie contre empirisme

1. La querelle des anciens et des modernes : les astronomes au sein de l'Académie

L'apparition de premières solutions au problème des trois corps, les travaux sur la figure de la Terre, les progrès des mathématiques dans le calcul intégral, ne sont pas sans marquer les esprits. Quelques savants ne désespèrent pas de voir les sciences mathématiques tout expliquer dans un avenir proche, espérant ainsi bannir les pratiques empiriques de la science. Mais quelle science ? Science cartésienne ou science newtonienne ? Irène Passeron¹⁸⁴ a montré comment, au début du XVIII^e siècle, l'opposition traditionnelle entre cartésiens et newtoniens pouvait être discutée et qu'il serait parfois imprudent de confiner les différents acteurs dans des catégories bien tranchées. Il semble en effet nécessaire de distinguer les pratiques des astronomes de tradition cartésienne, les Cassini, Delisle et dans une certaine mesure Le Monnier, de celles des astronomes proches des géomètres. A l'image de l'observation du *saros* lunaire par Halley puis Le Monnier, les premiers fondent leurs travaux sur de vastes collections d'observations, suivies et répétées, et n'ont finalement besoin que de quelques principes fiables confirmés par leurs observations pour expliquer les phénomènes. Les seconds, comme Lacaille et Lalande, puis Duséjour, Jaurat, Méchain et Delambre, seront plus ouverts à l'introduction de nouvelles pratiques et méthodes d'investigation et de traitement des observations, susceptibles d'évoluer en parallèle avec l'évolution du calcul différentiel. Le débat est donc bien centré sur l'introduction dans les pratiques d'un nouveau type de problèmes physiques. Au milieu du XVIII^e siècle, plus qu'une distinction entre philosophies cartésienne et newtonienne, apparaît donc une séparation entre champs de compétences et champs de pratiques. N'est-il pas curieux de voir Le Monnier rejeter ou ignorer dans la pratique, des tables de la Lune pourtant bâties pour lui par d'Alembert et apparentées à celles qu'il avait lui-même publiées dans ses *Institutions astronomiques*¹⁸⁵ ? On ne verra jamais Le Monnier s'embarrasser de ces considérations théoriques jugées par lui lourdes et peu efficaces. Nous avons précédemment montré (Chap. IV.1) comment Le Monnier restera jusqu'à la fin de sa carrière d'observateur, vers 1791-1795, fidèle à ses principes démodés. Au contraire, d'autres astronomes, de

¹⁸⁴. Voir Passeron, 1995, Chapitre II.1 « L'empirisme n'est pas l'apanage des newtoniens », pp. 153-173; « Conclusion », pp. 347-356.

¹⁸⁵. Le Monnier, 1746, pp. 155-187.

Lalande à Delambre, n'hésiteront pas à employer ou adapter de nouvelles méthodes développées par les géomètres (Clairaut, d'Alembert, Lagrange, Laplace)¹⁸⁶, dans le souci de faire évoluer leurs pratiques.

Les discussions qui alimentent la querelle entre d'Alembert et Clairaut dans la période 1754-1758, autour de la théorie de la Lune, et la manière dont Mayer construit ses tables de la Lune, illustrent à merveille ce débat.

2. D'Alembert et Clairaut face aux tables "mixtes" de Mayer

Si la suprématie des tables de Mayer est très vite reconnue par Clairaut, chez d'Alembert il n'en va pas de même. Ce dernier attaque la manière dont Mayer traite sa théorie et ses tables dans ses *Recherches sur différens points importans du système du Monde*¹⁸⁷. D'Alembert reproche en substance à Mayer d'avoir tenu compte des observations pour l'ajustement des coefficients des termes donnant l'orbite de la Lune, et, par ailleurs, de ne pas avoir expliqué clairement la manière avec laquelle il a procédé dans ses écrits de 1753. Pour sa part, dans ses travaux de 1754-1756, d'Alembert demande tout à la théorie. Euler partage cette position puisqu'il écrira en 1763 que les équations de Mayer ne renferment que d'heureuses approximations¹⁸⁸.

La pensée sous-jacente de Clairaut trouve des échos chez nombre de mathématiciens français de l'époque : ***la théorie est seule capable de fournir la solution au problème du mouvement de la Lune et la méthode empirique, loin d'être satisfaisante pour l'esprit, n'est pas viable à long terme.*** Illustrant les pratiques scientifiques différentes entre savants français et britanniques, entre géomètres et astronomes au sein de l'Académie de Paris, cette position de principe est au centre d'une polémique récurrente entre d'Alembert et Clairaut qu'il est intéressant d'examiner sous cet angle.

L'attitude de Clairaut face à la manière dont les tables de Mayer sont construites transparait violemment dans la réclamation-plainte qu'il adresse à John Bevis le 11 avril 1765, puisqu'il souligne que seule est valable sa théorie et non la manière empirique dont Mayer a construit ses tables avec des ajustements sur les observations :

¹⁸⁶. L'exemple le plus significatif est en ce sens constitué du volumineux et dense *Traité analytique des mouvemens apparens des corps célestes*, de Dionis Duséjour, paru à Paris en 1789, chez la V^{ve} Valade, en 2 vols. (in-4°) [BM Nantes, 19.329*rouge].

¹⁸⁷. D'Alembert, 1756, tome III, Chap. II, pp. 16-33 et Chap. III, pp. 33-46.

¹⁸⁸. Euler, 1763a, p. 180.

[...] as I have done it by the meer theory, it is to hope that their agreement with the observations will hold more constantly than that which is grounded upon an empirick method, which may be good for a time not very distant from the observations made use of in the confection of the tables, and disagree afterwards¹⁸⁹.

Rappelons que c'est seulement depuis 1960 que les termes empiriques sont bannis des expressions dans les éphémérides¹⁹⁰.

Depuis 1743, la compétition entre d'Alembert et Clairaut est acharnée. Se respectant, s'estimant mais ne s'aimant guère, ils sont de farouches concurrents sur à peu près tous les grands sujets de recherches de l'époque : mathématiques (calcul intégral, équations aux dérivées partielles, géodésie et figure de la Terre), astronomie (mouvement de la Lune et mouvement des comètes), et physique (objectifs achromatiques, hydrodynamique), réussissant avec plus ou moins de bonheur mais contribuant à des avancées décisives dans tous ces domaines. Même après le décès de Clairaut en mai 1765, d'Alembert poursuivra la polémique dans ses *Opuscules mathématiques* sur tous les grands thèmes de l'astronomie et de physique cités plus haut, bien décidé à obtenir le dernier mot et faire triompher son point de vue. Lors de la publication en 1754 du premier tome de ses *Recherches sur différens points importans du système du monde*, d'Alembert ne ménage pas ses critiques, ni à l'encontre de Clairaut, ni à l'encontre de Mayer, estimant erronée la manière dont l'un et l'autre traitent de la théorie de la Lune. Ces mêmes critiques sont réitérées dans le troisième volume de ses *Recherches [...] publié en 1756*¹⁹¹.

Le 11 janvier 1758, Clairaut fait parvenir aux auteurs du JDS, une lettre destinée à répondre à une attaque violente que d'Alembert avait fait paraître dans le numéro d'octobre 1756 du *Mercur de France dédié au roi*. Bien décidé à se faire justice, Clairaut prend le parti de reproduire intégralement la lettre de d'Alembert et de répondre point par point à ses attaques dans une réponse publiée dans le JDS de février 1758 (pp. 67-82).

La polémique roule sur plusieurs points : philosophique en ce sens qu'elle touche à des attitudes de Géomètre face au calcul astronomique et aux procédures suivies par les astronomes, ainsi qu'à la façon

¹⁸⁹. Lettre de Clairaut à John Bevis du 11 avril 1765 [Clairaut, 1765a, p. 208]. Voir infra, chap. IV.3.

¹⁹⁰. Chapront-Touzé et Chapront, 1996, p.122.

¹⁹¹. Voir JDS, juin 1757, pp. 342-343.

dont Mayer a construit ses tables¹⁹² ; technique, car elle touche des manières différentes de corriger des éléments de la théorie de la Lune sujets à discussion (mouvement moyen de la Lune, excentricité,...), de construire les différentes tables, positions (lieux) et mouvement horaire de la Lune. D'Alembert se base exclusivement sur les tables de Le Monnier, les *Institutions Astronomiques*, lui empruntant la manière de corriger les tables de la Lune et s'y référant sans cesse.

De manière récurrente, Clairaut reproche à d'Alembert de n'avoir pas poussé les calculs aussi loin qu'il aurait fallu, laissant une grande partie du travail à faire aux Astronomes, et pas toujours la plus facile — tables du mouvement horaire par exemple, pp. 79-80, construction de tables d'après les seules observations à l'imitation de Le Monnier, pp. 80-81. Ce que d'Alembert ne niera pas. N'écrit-il pas en 1761 à propos des tables de corrections des tables de la Lune d'après les observations, à l'image des tables de Le Monnier :

Mais d'autres occupations m'ayant empêché de suivre ce travail, je n'ai pû tirer de ces Tables de correction tout le parti que j'aurois désiré¹⁹³.

Sur le plan philosophique, d'Alembert a en 1756 une position en apparence plus ouverte sur les rapports théorie-observations :

[...] il me paroît suffisamment prouvé par l'aveu même de ce Géomètre [Clairaut], que la valeur des co-efficiens des Equations lunaires trouvées par la Théorie, est encore fort incertaine. J'ai ajouté qu'il me paroissoit très-douteux qu'on pût parvenir à fixer ces co-efficiens par la théorie seule [...] Ces tables [de Mayer] quoique construites sur une théorie très-imparfaite, paroissent néanmoins meilleures au Critique, que d'autres tables modernes calculées sur la théorie avec beaucoup plus de soin. N'est-ce pas là [...] un préjugé desavantageux contre l'exactitude dont on croît la théorie susceptible ?

Clairaut répond en explicitant sa position sur la prééminence de la Théorie (p. 69) :

¹⁹². On peut lire des critiques de d'Alembert sur les obscurités de la théorie de Mayer et les tables de ce dernier dans ses *Opuscules Mathématiques* : tome II (Paris, 1761), pp. 271-280 ; tome V (Paris, 1768), pp. 365-371 ; tome VI (Paris, 1773), pp. 43-44, par exemple.

¹⁹³. D'Alembert, 1761, II, p. 240.

Je fonde mes espérances du succès de la théorie sur ce que 1°. les calculs [...] m'ont donné un grand nombre des Equations du mouvement de la Lune, sans comporter d'incertitude que celle d'un nombre de secondes, trop petit pour être d'aucune importance dans l'objet proposé. 2°. que les Equations sur lesquelles j'ai le plus varié, ne semblent demander, pour être déterminées à demeure, que plus d'attention, soit à ne pas négliger trop de petits termes, soit à éviter les fautes de calcul, auxquelles on est exposé quand les opérations sont nombreuses [...].

[...] Le succès est la seule preuve convaincante que l'on puisse apporter de la possibilité d'arriver au but proposé.

Clairaut souligne que leurs deux théories ne s'accordent pas sur des points aussi importants que les valeurs de deux grandes inégalités du mouvement de la Lune connues depuis longtemps et déterminées par les observations astronomiques, la variation et l'évection (écarts de plusieurs minutes d'arc) et cela suffirait peut être à faire douter de la prééminence de la théorie ! Aussi Clairaut en appelle aux astronomes pour juger de ce qui est bon (p. 70) :

[...] j'ai désiré, avec l'Auteur, que les Astronomes examinassent la situation [...].

Quel protocole suivre ? Clairaut propose de prendre des observations de la Lune pour lesquelles les calculs théoriques ne s'accordent pas bien :

Aucun Astronome que je sçache n'ayant pris la peine de faire ce que demandoit la décision désirée, j'ai parcouru moi-même tant les observations de Halley qui sont à la fin de ses tables, que différentes autres suites de lieux de la Lune qui m'avoient été communiquées par MM. Bradley & de la Caille pour vérifier mes tables. [...]

Dans ces lieux, comme dans tous ceux que j'ai calculés par mes tables, je n'ai point trouvé de différence entre le calcul & les observations qui décelât aucune imperfection de ma théorie plus grande que celles que je lui avois reconnue dans mes Recherches imprimées [...]. Mais les mêmes positions de la Lune calculées par les tables de notre Auteur, ont donné 7, 8 & 9 minutes de différence ; or ces erreurs, absolument intolérables, doivent [...] ôter tout lieu aux objections qu'on voudroit faire à la certitude de la théorie d'après les différences de mes résultats avec ceux de l'ouvrage cité.

En ce qui concerne l'avantage des tables de Mayer, si Clairaut s'accorde sur leur précision incroyable et leur supériorité du moment, la manière obscure dont elles semblent avoir été construites ne le fait pas dévier de ses exigences de "Géomètre". Clairaut souligne que la bonne qualité des tables de Mayer ne prouve rien contre l'affirmation qui considère la théorie meilleure qu'une analyse empirique (p.71) :

Rendons justice à l'habile Astronome qui a su joindre les adresses de son art aux secours que nous lui avons offerts par le nôtre ; mais ne perdons point l'espérance de trouver directement ce que la méthode empirique ne peut pas donner d'une manière sûre & lumineuse [...]. L'amour de la vérité qui a fait donner des éloges à leur exactitude astronomique, m'engage à les défendre contre des objections vagues & non fondées sur des observations.

Pour terminer sur ce point, Clairaut annonce le type même de méthode à suivre pour décider de la validité des tables, répondant à une objection de d'Alembert qui lui rétorque que les Astronomes ont mis longtemps avant de s'apercevoir que les tables de Halley étaient souvent plus fausses que ce qu'ils pensaient couramment (écarts de 4' au lieu des 2' maximum qu'on leur attribuait le plus souvent). Selon Clairaut il ne suffit plus de prendre une observation au hasard, que l'on pourrait toujours trouver conforme au calcul, mais d'effectuer des tests des tables à grande échelle et de manière systématique. C'est ce qu'il a commencé à faire, affirme-t-il, avec une centaine d'observations, ce que Mayer a fait de son côté avec 130 observations de la Lune et ce que d'Alembert devrait faire, estime Clairaut¹⁹⁴.

Après avoir artificiellement soutenu Mayer pour polémiquer avec Clairaut, d'Alembert ne peut retenir ses critiques à l'encontre de l'astronome prussien. Dans les débats entre Clairaut et d'Alembert et leurs partisans respectifs, comme entre astronomes et navigateurs, la question est bien de discuter du *minimum d'applicabilité exigible des théories, de la pertinence des calculs, des méthodes et des concepts mis en jeu*¹⁹⁵.

¹⁹⁴. JDS, février 1758, pp. 73-74.

¹⁹⁵. Voir Passeron, 1995, pp. 164-168.

3. Mayer tente de se démarquer de ses concurrents

Lorsque les travaux de Mayer sur le mouvement de la Lune sont connus en France, les astronomes français sont étonnés de la précision de ses tables et s'interrogent sur les principes qu'il a pu suivre pour les construire. C'est en ce sens que Lacaille lui écrit le 4 août 1757 :

Nous avons tous été étonnés et charmés en même tems de la précision de vos Tables de la Lune : Nous souhaiterions fort que vous en détaillassiez un peu plus les fondemens¹⁹⁶.

Le 8 janvier 1758, Tobias Mayer lui répond de manière très évasive et ne satisfait pas vraiment aux attentes de son collègue français. Toutefois, il insiste sur les vérifications et les comparaisons entre ses tables et un très grand nombre d'observations auxquelles Bradley procède alors en Angleterre :

Ce détail des fondements de mes tables de la Lune, que vous souhaitez que je fasse, je l'ai remis entre les mains de Mons^r Bradley il y a deux ans¹⁹⁷, où il se trouve encore. Cet astronome me mande qu'après un examen des plus rigoureux, ayant comparé les tables avec plus de trois cents observations faites nouvellement à Greenwich, il avait trouvé qu'elles ne diffèrent de la vérité de plus d'une minute. Il est vrai que j'ai fait dans ces tables quelques corrections, et que ce n'est qu'après ces tables corrigées que s'est fait cet examen. Mais comme ce ne sont que de très petits changements de quelques équations, cela me fait croire que les tables, telles qu'elles sont imprimées dans les comment[arii]. de la Soc[iété]. de Gottingue, ne pourront s'en écarter beaucoup davantage¹⁹⁸.

Mayer manifeste aussi avec raison son mécontentement, après avoir lu la sévère critique de ses tables que d'Alembert avait publiée en 1756 dans ses *Recherches sur différens poins importans du système de Monde* :

[...] ainsi ce que j'ai avancé dans le commencement de l'avis dont j'ai accompagné les tables imprimées, restera dans son entier, malgré les doutes de Mons^r d'Alembert [...] qui, outre qu'elles sont peu fondées, blessent ma bonne foi. Une observation

¹⁹⁶. Lettre de Lacaille à Mayer, de Paris, le 4 août 1757 [Gapaillard, 1996, lettre [1], pp. 495-498; cit. p. 496].

¹⁹⁷. Lettre de J. Bradley au secrétaire de l'Amirauté John Cleveland le 10 février 1756 [Rigaud, 1972, pp. 84-85].

¹⁹⁸. Lettre de Mayer à Lacaille, de Göttingen, le 8 janvier 1758 [Gapaillard; 1996, lettre [2], p. 500].

contraire à mes tables aurait mieux valu que tous les raisonnements dont il a cherché d'accabler leur mérite¹⁹⁹.

En réponse, le 7 février 1758, Lacaille lui explique que, utilisant ses tables « *preferablement à toutes les autres* », il aurait souhaité disposer de plus d'informations. Puis, après avoir donné un élément de comparaison entre les tables de Mayer, de d'Alembert et de Clairaut — précieux car il éclaire notre questionnement —, Lacaille précise à Mayer que les deux géomètres se querellent au sujet de ses travaux et qu'une trace de cette polémique paraît dans le JDS :

[...] Si vous avés le loisir de me donner les corrections que vous avés faites à vos Equations, cela me suffira. J'aurois souhaité que tous les argumens eussent été formés par des mouvemens moyens comme sont ceux de M. Clairaut, mais à cela près, le calcul de vos Tables est encore plus facile que d'aucune autre moderne. Ce que M. D'alembert a fait sur la Lune n'est pas assés digéré, et quelque travail qu'il ait fait il est certain qu'il a très peu réussi à corriger les Tables de Flamsteed. Vous verrés sur ce sujet un Mémoire dans le Journal des Sçavans du mois de fevrier de cette année. Si ce journal ne parvient pas jusques a vous, je vous l'enverrai dans une autre occasion²⁰⁰.

Mayer ne prendra connaissance de cette polémique le concernant directement que quelque mois plus tard, en octobre 1758. En raison de son importance, le texte d'un fragment assez long de cette lettre de Mayer à Lacaille est reproduit ci-après (Document IV.2.2) ; elle éclaire les enjeux de la polémique qui fait rage entre Clairaut et d'Alembert. Dans un post-scriptum à une lettre commencée le 3 septembre et achevée le 31 octobre 1758, Mayer se défend d'avoir emprunté aux géomètres français et se place ainsi sur le terrain de la querelle de priorité et de revendication de la primauté des résultats.

Cette note aurait pu connaître un destin plus glorieux que celui de rester post-scriptum à une lettre privée. En effet, Lacaille avait envisagé en juin 1759 de la faire publier par Clairaut dans le JDS. Mais, ne pouvant s'y résoudre sans y apporter quelques commentaires, Clairaut refusa :

J'ai remis à M. Clairaut un petit papier à part qui était dans votre lettre du 31 octobre dernier au sujet de la théorie de la Lune. Je l'avais prié de le faire insérer dans

¹⁹⁹. Lettre de Mayer à Lacaille, de Göttingen, le 8 janvier 1758 [Gapaillard; 1996, lettre [2], p. 500].

²⁰⁰. Lettre de Lacaille à Mayer, de Paris, le 7 février 1758 [Gapaillard, 1996, lettre [3], pp. 502-503].

²⁰¹. Lettre de Mayer à Lacaille de Göttingen, le 31 octobre 1758 [Gapaillard, 1996, lettre [8], pp. 519-520].

le Journal des Sçavans dont il est un des auteurs ; mais il ne l'a pas jugé à propos, disant qu'il ne pouvait en ce cas se dispenser d'y ajouter quelques réflexions²⁰².

Cet extrait nous donne une idée du rôle discret qu'a pu jouer Lacaille dans la grande querelle animant Clairaut et d'Alembert. Au contraire de son rival Le Monnier, qui n'hésitera pas à publier — anonymement — dans les gazettes ses critiques sur les travaux de Clairaut, Lacaille restera le plus souvent discret, conseillant ou alimentant les discussions dans les coulisses.

N'espérant rien des recherches de d'Alembert qu'il sait très peu concerné par les attentes des astronomes praticiens²⁰³, Lacaille ne portera qu'un regard quelque peu réservé sur ses tables de la Lune :

D'Alembert va publier ses Opuscules dans lesquels il y a des Tables de la Lune de sa façon. Je ne sçais sur quelles observations il les a construites : je doute fort qu'elles fassent grande fortune parmi les astronomes a moins qu'il n'ait réformé plusieurs idees qu'il a avancées dans ses ouvrages precedens²⁰⁴.

Il est vrai qu'à cette époque, Lacaille était aux prises avec d'Alembert dont il devait subir les critiques au sujet de sa théorie du Soleil²⁰⁵. Par ailleurs, Lacaille avait pris ses distances avec le mouvement encyclopédique. D'Alembert cumulait donc à la fois plusieurs défauts aux yeux de Lacaille : celui d'être l'un de ses adversaires et celui d'être le plus digne représentant d'un mouvement dont il ne partage pas les idéaux :

²⁰². Lettre de Lacaille à Mayer de Paris le 21 juin 1759 [Gapaillard, 1996, lettre [10], p. 528].

²⁰³. Voir supra, fin du chap. IV.1.

²⁰⁴. Lettre de Lacaille à Mayer de Paris le 28 juin 1761 [Gapaillard, 1996, lettre [13], p. 541].

²⁰⁵. En 1756-1757, Lacaille améliorait sensiblement ses premiers travaux sur la théorie du Soleil achevés à l'été 1750, avant son départ pour le cap de Bonne-Espérance. Le 20 décembre 1757 Lacaille débute la lecture de son « Mémoire sur la théorie du Soleil » publié en 1762 dans le volume de HARS pour l'année 1757 (Hist., pp. 111-118, Mém., pp. 108-144). D'Alembert fait suivre le mémoire de Lacaille d'une note intitulée « Réponse à un article du Mémoire de M. l'abbé de la Caille sur la théorie du Soleil » HARS 1757 (Paris, 1762), Mém., pp. 145-149. Selon des procédés déjà rencontrés lorsque Buffon s'opposa à la proposition de Clairaut de modifier la loi de la gravitation universelle en 1749, Lacaille répondit à la critique de d'Alembert par une note ajoutée à la fin de son mémoire mais dont d'Alembert n'eut connaissance qu'en 1762, lorsque le volume de HARS pour l'année 1757 était en passe d'être publié. Ce dernier s'empressa d'ajouter une « Addition de M. d'Alembert à son Mémoire imprimé dans ce volume » (p. 145 et Mém., pp. 567-568). Cette addition ne fut lue à l'Académie que cinq mois après le décès de Lacaille (survenu le 21 mars 1762), d'Alembert, comme il fera avec Clairaut et Mayer, n'hésitant pas à prolonger la polémique bien au-delà de la mort de ses contradicteurs [Cf. Gapaillard, 1996, lettre de Lacaille à Mayer de Paris le 15 mars 1758, n. 72, p. 506; voir aussi Boistel, 1995, sur les querelles entre Clairaut et d'Alembert].

[...] je ne vois rien de plus odieux dans la République des Lettres que des personnes qui prétendent donner des loix aux autres sans en apporter d'autre raison que leur autorité ou la reputation de leur habileté. C'est le génie de nos Encyclopédistes²⁰⁶.

²⁰⁶. Lettre de Lacaille à Mayer de Paris le 15 mars 1758 [Gapaillard, 1996, lettre [4], p. 506].

* * *

DOCUMENT IV.2.2 : Extrait de la lettre de T. Mayer à l'abbé Lacaille de Göttingen le 31 octobre 1758 [Gapaillard, 1996, lettre [8], pp. 519-520].

P.S.

Je viens de lire dans le Jour[nal]. des Sçavans Fev[rier]. 1758 la lettre de M. Clairaut dans laquelle ce sc[avant]. geometre à entrepris de defendre en passant ma cause contre M. d'Alembert. je lui en suis très obligé ; je souhaiterois seulement, que M. Clairaut se fut expliqué d'une manière un peu plus réservée sur le secours que je doive avoir reçu de lui ou de M. d'Alembert. Car il peut bien se tromper sur cet article. En effet, ayant travaillé sur la théorie de la Lune des l'an 1749; longtemps avant que j'aye pu voir les ouvrages de ces deux habiles geometres, je fus delors parvenu à des tables de Lune assez exactes, temoin une lettre que j'ai écrite a M. De L'isle vers l'an 1749 ou 1750. Aussi la route que j'ai tenue pour resoudre les Equations generales de Mr. Euler est elle très differente de celles que M^S. Clairaut & D'Alembert ont jugé à propos de suivre. On peut voir un exemple de cette difference dans mes tables imprimées au sujet du calcul de la latitude quoique j'y aye negligé quelques petites corrections, que je jugai alors inutiles. Tous les geometres ont uniquement cherché séparement le mouv[ement]. des Nœuds et l'inclinaison de l'orbite de la Lune. Au lieu que j'ai directement tiré de la théorie la latitude vraie de la Lune, sans avoir besoin ni du lieu vrai du Nœud ni de l'inclinaison. Mon calcul entier auquel j'ai retouché plusieurs fois est expliqué dans un écrit que j'ai envoyé avec des tables à Londres il y a 3 ans. Je possède encore des tables de Lune construites avant la publication de mes tables imprimées, dans lesquelles tous les argumens au nombre de 22. sont determines par les mouvements moyens com[m]e dans celles de M^r. Clairaut; mais mes æquations sont toujours additives. Le grand nombre des æquations dans ces tables m'a déterminé à en changer la forme, sans perdre quelque chose du cote de l'exactitude ; ce qui m'a réussi parfaitement. Lorsque le tems me permettra de publier toutes mes recherches sur la théorie de la Lune, il paroitra evidem[m]ent que je n'ai rien emprunté des autres.

31. Oct. 1758.

* * *

II.3.3 Condorcet, Euler, Jeaurat et les autres...

Le débat Clairaut-d'Alembert inspire les partisans respectifs des deux clans, et trouve un écho chez d'autres auteurs. Emboîtant les pas des deux grands géomètres de l'Académie parisienne, Pierre Bouguer affirme la suprématie de la théorie sur l'empirisme dans une lettre à L. Euler écrite le 11 juillet 1754 :

[...] Je sens parfaitement que le géomètre n'est jamais entièrement content de son travail lorsqu'il est obligé d'avoir recours à des approximations dont il ne luy est pas possible d'évaluer le degré de précision ; mais il faut bien s'en consoler lorsqu'on traite des problèmes aussi compliqués et aussi épineux que ceux qui vous occupent dans vos profondes recherches. M^r. Me[a]yer auroit-il réussi à faire mieux ? J'ay bien de la peine à le croire : on peut construire des tables d'une manière empirique : elles quadreront avec le ciel pendant un certain temps, mais la suite fera connoître beaucoup mieux ce qu'il en faut penser²⁰⁷.

Quelques années plus tard, chez Condorcet, devenu secrétaire perpétuel et rédacteur des notices dans la partie *Histoire* des Mémoires de l'ARS en 1773, avec l'aide de d'Alembert, la prise de position est claire. Chargé de rendre compte d'un mémoire de Jeaurat et des premières comparaisons entre les tables de la Lune de Clairaut et de Mayer, Condorcet écrit :

[...] M. Jeaurat a joint à son observation, deux mémoires relatifs à la même éclipse; dans le premier, il compare aux tables de Mayer & Clairaut, des lieux de la Lune observés les jours qui ont précédé l'Eclipse. En général, les erreurs des tables sont très-petites, & celles de Mayer semblent répondre encore plus complètement aux observations; mais il faut observer que M. Clairaut a déterminé par la théorie, toutes les équations qui ont servi de fondement à ses tables, & que M. Mayer a employé des observations pour corriger les siennes. Celles-ci doivent donc être plus exactes pour un temps voisin de celui où elles ont été calculées, mais leur avantage pourroit aussi n'être qu'apparent et momentané [...] ²⁰⁸.

²⁰⁷. Maheu, 1966c, p. 240 : lettre XIII, de Bouguer à Euler, de Paris le 11 juillet 1754.

²⁰⁸. Condorcet, HARS 1776, Hist. pp. 33-34.

Condorcet confirme l'année suivante en écrivant :

Le 17 mars, M. Jeaurat après avoir observé le lieu de la Lune dans une circonstance favorable à l'exactitude de l'observation, en a comparé les résultats avec les tables de Mayer & celles de Clairaut : l'erreur de la longitude a été de 8 secondes pour les tables de Mayer, & de 26 pour celles de Clairaut; l'erreur de la latitude a été de 12 secondes pour les premières tables, & de 16 secondes pour les deuxièmes. On voit par là combien l'une et l'autre de ces Tables répondent aux Observations : quant à la supériorité que paroissent avoir celles de Mayer, comme elles ont été corrigées en partie d'après les observations, & que celles de Clairaut ont été faites d'après la théorie seule, le temps seul peut apprendre si elles conserveront cette supériorité²⁰⁹.

Cette position de Condorcet n'est pas neuve en 1776. Bruno Belhoste (1997) a rappelé comment tous les auteurs ont relevé le parti pris théoriciste de Condorcet au début des années soixante-dix du XVIII^e siècle et jusqu'au début des années 1780. A cette époque, Condorcet affirme le primat de la théorie sur la pratique, qui se double de l'autonomie complète de la théorie sur la pratique. Cette opposition assure la supériorité morale du savant sur l'artiste²¹⁰. En effet, n'avait-il pas écrit au sujet des tables de la Lune de Clairaut :

Mr. Clairaut a tiré de cette résolution [du problème des trois corps] des tables du mouvement de la Lune, lesquelles à la vérité ne sont pas aussi commodes que celles de mr. mayer, mais sont pour le moins aussi exactes et de plus ont l'avantage d'avoir été faites uniquement d'après la théorie et non pas sur la théorie et sur les observations à la fois, comme il paroît que l'ont été celles de mr. mayer²¹¹.

Ces positions de principe "dures" sont en partie adoucies par l'attitude plus modérée d'un Bailly qui n'hésite pas à écrire en 1785,

M. Mayer, Astronôme & Géomètre de Göttingue, a comparé la théorie avec les phénomènes, & a essayé de rectifier toutes les inégalités sur un grand nombre

²⁰⁹. Condorcet, HARS 1777, Hist. pp. 44-45.

²¹⁰. Belhoste, 1997, pp. 125-126.

²¹¹. Condorcet, (s.l.n.d.), Bib. Ins. Fr., Ms 880, vol. XXXIII, fol. 38.

d'observations; ce n'est cependant blâmer M. Mayer, puisque M. Clairaut s'est également permis cette espèce de correction²¹².

Si pour un Condorcet, la réflexion reste surtout philosophique, elle devient efficiente chez un Jaurat. Aux côtés de Lacaille et de Lalande, Jaurat fait partie de cette génération d'astronomes ouverts à l'introduction de nouvelles méthodes de traitement des observations astronomiques employant le calcul différentiel²¹³. Inspiré, Jaurat entreprend dès 1759 le programme de Clairaut, et n'aura de cesse jusqu'en 1783²¹⁴, année de son remplacement à la tête de la CDT par Méchain, de confronter les tables de la Lune de Clairaut, de Mayer et des autres auteurs aux meilleures observations disponibles, avec en arrière-pensée, l'idée de faire triompher la théorie sur l'empirisme. Les travaux de Jaurat sont examinés de manière plus détaillée dans le chapitre suivant.

Et Euler ?

Conscient que les solutions apportées depuis 1747 au problème des trois corps ne sont que des solutions partielles, L. Euler écrit dans un mémoire lu à Berlin le 4 décembre 1765, déjà cité partiellement plus haut :

Le problème des trois corps où il s'agit de déterminer le mouvement de trois corps qui s'attirent mutuellement, selon l'hypothèse newtonienne, est devenu depuis quelque temps si fameux par les soins [que ?] des plus grands géomètres y ont employés, qu'on a déjà commencé à disputer, à qui la gloire de l'avoir résolu appartenait. Mais cette dispute est fort prématurée, et il s'en faut bien encore qu'on soit parvenu à une solution complète de ce problème. Tout ce qu'on y a fait jusqu'ici est restreint à un cas particulier, où le mouvement suit à peu près les règles établies par Kepler ; et dans ce cas même on s'en est borné à déterminer le mouvement par approximation. Dans tous les autres cas, on ne saurait se vanter qu'on puisse assigner

²¹². Bailly, 1785, III, p. 155.

²¹³. Voir I. Passeron, 1995, pp. 153-173 : « L'empirisme n'est pas l'apanage des newtoniens ».

²¹⁴. Voir Jaurat, 1783, CDT pour 1786, pp. 198-199.

seulement à peu près le mouvement des trois corps, lequel demeure un aussi grand mystère, que si l'on n'avait jamais pensé à ce problème²¹⁵.

C'est au fils de reprendre le flambeau du père tout auréolé du prix britannique des longitudes. Estimant en 1766 que les nouvelles tables de la Lune constituent un grand progrès, Johan Albrecht Euler écrit :

Quoi qu'on ait lieu d'être assez content des nouvelles Tables de la Lune, que feu Mr. Meyer de Goettinge, et dernièrement feu Mr. Clairaut, ont publiées, vu qu'au moyen de ces tables on peut déterminer le lieu de la Lune presque aussi exactement que celui du Soleil, il s'en faut de beaucoup que la théorie dont on a puisé ces tables soit portée au plus haut point de perfection qu'on pourrait désirer, et il faut plutôt avouer qu'on n'y a fait jusqu'ici que très peu de progrès²¹⁶.

Voilà qui relativise les prétentions que l'on voudrait attribuer à la seule théorie.

En 1825, dans son *Traité de mécanique céleste*, Laplace en appelle à la théorie :

Les tables de Mayer rectifiées par Mason, ont servi pendant plusieurs années, au calcul des éphémérides destinées aux navigateurs. Mais elles laissaient à désirer des tables aussi parfaites, uniquement fondées sur la théorie²¹⁷.

A partir de 1762, l'ARS multiplie les prix pour l'amélioration de la théorie de la Lune, cherchant en particulier à élucider le problème de l'accélération séculaire du moyen mouvement de la Lune. Après quelques travaux de Lagrange éclaircissant la résolution du problème, c'est finalement Pierre-Simon Laplace qui donnera en novembre 1787 une explication plus complète²¹⁸, ouvrant ainsi la voie à l'émergence de nouvelles tables de la Lune de plus en plus précises. Le Bureau des Longitudes nous précise que lorsque les calculs n'ont pas été effectués selon le *Nautical Almanac*, les calculateurs ont introduit dans la CDT une valeur théorique de cette accélération séculaire de la longitude moyenne.

²¹⁵. Euler, 1763b, p. 194.

²¹⁶. Euler, J.A., 1766, p. 334-335.

²¹⁷. Laplace, 1825, t. V, Livre XVI, p. 358.

²¹⁸. Laplace, 1786. Mijonnet, 1987. Chapront-Touzé, 1996.

Dans les dernières années d'utilisation des tables de Mayer, il en fut de même pour les longitudes du noeud et du périégée, valeurs théoriques extraites des travaux de Laplace (1786 et 1799)²¹⁹.

III. LES TABLES DE LA PARALLAXE HORIZONTALE DE LA LUNE

Objet des polémiques depuis l'époque de Jean-Baptiste Morin²²⁰, la parallaxe de la Lune²²¹ est l'une des clefs du problème des longitudes : la connaître avec une précision suffisante assure la promotion et l'utilisation de la méthode des distances lunaires ou d'autres méthodes permettant de déterminer la longitude terrestre du navire ou de l'observateur. Disposer de tables de la parallaxe horizontale permet aux astronomes et aux marins de calculer la parallaxe de hauteur pour le centre de la Lune. La parallaxe de hauteur est retranchée de la distance zénithale du centre, ce qui permet d'obtenir la distance polaire ou zénithale vraie (voir plus loin pour un aspect plus technique sur la parallaxe).

Le voyage au cap de Bonne-Espérance de l'abbé Lacaille entre novembre 1750 et juin 1754 ainsi que les mesures effectuées simultanément par Lalande à Berlin, de septembre 1751 à septembre 1752, et par d'autres astronomes en Europe, débouchent sur des progrès notables de la détermination de la parallaxe lunaire et, par ailleurs des parallaxes du Soleil et des planètes Mars et Vénus. Objets du voyage, les distances dans le système solaire et la figure de la Terre bénéficient des observations européennes multiples. Parallèlement aux travaux de terrain, les efforts des mathématiciens théoriciens français Clairaut et d'Alembert, aidés de leurs astronomes respectifs, Lacaille et Le Monnier, pour résoudre le problème des trois corps, contribuent à établir des tables de la Lune approchant les critères de précision exigés pour leur utilisation nautique.

Après 1760, les tables de la parallaxe lunaire dans la CDT ne seront plus basées uniquement sur l'observation mais, à l'initiative de Lalande, largement calculées sur les théories analytiques, principalement celle de Clairaut. Pourquoi Clairaut ? Proche de Lacaille et de Lalande, il est le seul des trois compétiteurs avec Euler et d'Alembert à s'être très tôt soucié de ce problème et à avoir produit des tables pratiques utilisées par Lacaille, Lalande et d'autres astronomes.

²¹⁹. Bureau des Longitudes, 1997, *Introduction aux éphémérides astronomiques*, pp. 235-236.

²²⁰. Voir supra, chapitre I.1.

²²¹. Voir notre chapitre sur les éphémérides où nous avons défini ce qu'était la parallaxe (Chapitre II.1)

Cette partie fait le point sur les recherches menées par les astronomes et les mathématiciens et l'évolution rapide des connaissances de la parallaxe (horizontale) de la Lune.

La table ci-dessous indique une liste des principaux ouvrages relatifs à la parallaxe de la Lune. Certains font l'objet d'une relation plus ou moins détaillée dans la suite du chapitre.

Table IV.2.5 : Liste chronologique non exhaustive des principaux ouvrages et mémoires importants du XVIII^e siècle ayant comme objet l'étude de la parallaxe de la Lune.

La Hire (Ph.), 1694, « Examen du rapport du diamètre de la Lune à celui de la Terre & de sa parallaxe », *Recueil des Mémoires de l'Acad. Roy. des Sci. depuis 1666 jusqu'à 1699*, tome II, années 1699-1710 (Paris, 1731), p. 229 et suiv.

Fontenelle, 1723, HARS 1723 (Paris, 1725), Hist., pp. 68-74 (examen de la parallaxe horizontale dans l'hypothèse des tourbillons cartésiens). Godin, Louis, 1732, « Sur la parallaxe de la Lune », HARS 1732 (Paris, 1735), Mém., pp. 51-63.

Manfredi, 1734, « Méthode de vérifier la figure de la Terre par les parallaxes de la Lune », HARS, 1734 (Paris, 1736), Hist., pp. 59-63; Mém., pp. 1-20.

Cassini II, 1740, *Eléments d'Astronomie*, Paris, pp. 17-31.

Maupertuis, 1741, *Discours sur la parallaxe de la Lune*, Paris, Louvre.

Le Monnier, P.-C., 1743, « Observations sur la parallaxe de la Lune et la rectification des observations de la Lune », HARS 1743 (Paris, 1746), Mém. pp. 404-406.

Le Monnier, P.-C., 1746, *Institutions astronomiques*, Paris. (Le Monnier reprend sur ce sujet son mémoire de 1743).

Bouguer, P., 1751, « Remarques sur les observations de la parallaxe de la Lune qu'on pourrait faire en même temps en plusieurs endroits, avec la méthode d'évaluer les changemens que cause à ces parallaxes la figure de la Terre », HARS 1751 (Paris, 1755), 18 août 1751, pp. 64-86 (PV ARS 1751, pp. 335-350). [Ce mémoire constitue la référence des calculs que Lacaille publie dans HARS 1761].

Euler, L., 1751, « De la parallaxe de la Lune, tant par rapport à sa hauteur qu'à son azimuth dans l'hypothèse de la Terre sphéroïde », *Mémoires [...] de Berlin pour 1749*, tome V (Berlin, 1751), pp. 326-338 [Lu en décembre 1747 - OO IV A, 6, p. 95, n.5].

Lalande, J.J., 1752, « Premier mémoire sur la parallaxe de la Lune etc. », HARS 1752 (Paris, 1756), Mém. pp. 78-155.

Clairaut, A., 1752, « Construction des tables de la parallaxe horizontale de la Lune qui suivent de la théorie [...] », HARS, 1752 (Paris, 1756), Hist., pp. 111-116 et Mém., pp. 142-160.

Mayer, T., 1753, « In parallaxin lunæ einsdenque a terra distantiam inquisitio », *Comment. Soc. Scient. Gott.* II, pp. 159-182.

Lalande, J.J., 1753, « Second mémoire sur la parallaxe de la Lune & sur sa distance à la Terre; dans lequel on applique les nouvelles observations faites par ordre du roi en 1751 & 1752 à Berlin & au cap de Bonne-Espérance etc. », HARS 1753 (Paris, 1757), Mém., pp. 97-105.

Grischow, N., 1755, Lecture à l'assemblée publique de l'Académie de Pétersbourg d'un « Discours sur la parallaxe de la Lune », le 6 sept. 1755 [AAN, f.1, op.3, n°20, fol. 119-120].

Lalande, J.J., 1756, « Troisième mémoire sur la parallaxe de la Lune contenant la manière de considérer l'aplatissement de la Terre dans le calcul des éclipses avec des tables propres à cet usage ; & le dernier résultat des observations faites à Berlin en 1751 & 1752, pour déterminer la parallaxe », HARS 1756 (Paris, 1762), Mém., pp. 364-379.

Lacaille, N.-L., J.J., 1761, « Mémoire sur la parallaxe de la Lune », HARS 1761 (Paris, 1763), Mém., pp. 1-57.

Pingré, A.-G., 1764, « Mémoire sur la parallaxe de la Lune », HARS 1764 (Paris, 1767), Hist., pp. 103-105, Mém., pp. 362-373.

III.1 LE PROBLÈME DE LA PARALLAXE HORIZONTALE DE LA LUNE AVANT

1751

III.1.1 (ENJEUX DE) la connaissance de la parallaxe de la Lune

1. Navigation, longitudes en mer et parallaxe de la Lune

Au XVII^e siècle, l'imprécision des méthodes astronomiques fait apparaître les traités sur la parallaxe de la Lune plutôt comme des exercices géométriques ou exercices d'école que comme de véritables traités pratiques²²². Jean-Baptiste Morin propose le travail le plus complet pour l'époque sans avoir les moyens pratiques de vérifier ses préceptes. Jean Parès (1976) a très bien montré la consistance de ses écrits. Mais l'insuffisance des instruments d'observation, la méconnaissance de la réfraction et de la parallaxe de la Lune empêchent rappelons-le, l'emploi des méthodes pourtant toutes codifiées de DLM à l'aide des distances lunaires ou des angles horaires des astres.

Les travaux de J.D. Cassini, Ph. de la Hire et E. Halley au tournant des XVII^e-XVIII^e siècles permettent, à l'aide des éclipses de Lune, de préciser un peu plus la valeur de la parallaxe de la Lune et préparent le terrain pour l'adoption des méthodes lunaires de DLM.

Ainsi, quand en 1731 John Hadley propose son octant offrant enfin aux navigateurs un moyen pratique de mesurer en mer des écarts angulaires entre les astres, Halley peut, la même année, publier

²²². Parès, 1976, p. 92.

son mémoire sur les distances lunaires (Halley, 1731). A la lumière de ses recherches sur les réfractions, les parallaxes et les tables de la Lune corrigées à l'aide de son *saros*, Halley peut espérer avoir apporté une solution viable au problème de la DLM. Si les réfractions ou les parallaxes ne sont pas encore des plus précises, elles sont comparables avec la précision des mesures angulaires effectuées à l'aide des octants. La détermination de la longitude à l'aide des tables de la Lune n'apparaît plus comme une utopie dans les années 1730.

A l'aube des grands travaux théoriques et pratiques sur la parallaxe de la Lune des années 1750-60, il est intéressant de faire le point sur l'état des connaissances autour des années 1740 au travers de quelques mémoires méconnus : le mémoire de Louis Godin (1732), et celui de Delisle de la Drevetière (1740).

a - Les astronomes et le problème de la parallaxe avant 1740 : Louis Godin et son mémoire sur la parallaxe de la Lune (1732)

Le mémoire de Godin²²³ s'inscrit résolument dans la tradition astronomique héritée du XVII^e siècle. Sa définition de la parallaxe de la Lune est empruntée à Kepler et ses références sont Edmond Halley, Jean-Dominique Cassini, Philippe de la Hire. L'objet de son travail est de proposer plusieurs méthodes pour calculer la parallaxe horizontale de la Lune à l'aide des observations effectuées pendant les éclipses de cet astre, selon les cas de visibilité partielle ou totale et selon les phases de l'éclipse observées.

Il rappelle la définition de la parallaxe : « *La parallaxe d'un astre est l'angle sous lequel le demi-diamètre [de la Terre] seroit vû du centre de cet astre* »²²⁴. Selon Kepler,

la parallaxe horizontale de la Lune pour un temps donné ou pour un point quelconque de son orbite est la somme du demi-diamètre de l'ombre de la Terre vu

²²³. Godin, 1732, pp. 51-63.

²²⁴. Godin, 1732, p. 51.

dans l'orbe de la Lune, & du demi-diamètre apparent du Soleil dans le même temps diminué de sa parallaxe horizontale²²⁵.

Godin applique cette proposition dans la suite de son mémoire à différents cas d'éclipses observées par La Hire et Cassini²²⁶. L'inspiration de Godin provient sans ambiguïté du travail de Philippe de La Hire (1694) qui emploie les éclipses de Lune pour déterminer la parallaxe de la Lune à partir de la proposition de Kepler.

Godin tente de scruter l'avenir. Il rappelle que Halley a proposé quelques méthodes géométriques pour trouver la parallaxe lunaire à la fin de son *Catalogue des Etoiles australes*²²⁷, mais, s'en tenant pour sa part aux méthodes des éclipses de Lune, Godin ne discerne pas bien la nature d'éventuelles nouvelles méthodes :

Mais quels sont les autres moyens de trouver ces Parallaxes ? Il n'y en a aucun que je sache, qui ne soit fondé ou sur une partie de la Théorie de la Lune, ou sur des observations beaucoup plus difficiles & plus compliquées, ou enfin que l'on ne peut faire que dans des occasions fort rares & beaucoup plus en particulier que ne le sont les Eclipses de Lune²²⁸.

Le mémoire de Godin reçoit un écho favorable quand Manfredi le suit dans son mémoire sur le moyen de vérifier la figure de la Terre à l'aide des parallaxes de la Lune²²⁹. Avec Bouguer et Maupertuis, c'est la théorie de la Terre et la géodésie naissante qui vont offrir un autre moyen d'investigation de la parallaxe de la Lune.

Les longitudes ne sont pas toujours au centre des préoccupations des astronomes pour la quête de la parallaxe. En 1732, Louis Godin investit le sujet d'un point de vue purement astronomique, sans se soucier de la navigation.

²²⁵. Godin, 1732, p. 51. Godin se réfère à un texte de Kepler intitulé *Epistola ad Maginum in Supplemento Ephemerid. Magini* [Godin, 1732, p. 63].

²²⁶. Les références de Godin sont les suivantes : HARS, t. X, p. 612 et suiv.; La Hire, HARS, 1694, t. II, p. 229 et suiv.; HARS 1699, p. 13 et suiv.;

²²⁷. Godin, 1732, p. 62.

²²⁸. Godin, 1732, pp. 62-63.

b - Delisle de la Drevetière et un mémoire anecdotique sur la DLM

Au cours du mois de Juillet 1740, l'auteur dramatique Louis-François Delisle de la Drevetière (1682-1756)²³⁰ soumet au ministre de la Marine, un mémoire sur une nouvelle méthode de détermination des longitudes en mer qui n'a sans doute pas été conservé²³¹. Mais son contenu est en partie connu grâce au rapport des commissaires nommés par l'ARS. Si le mémoire en question n'a pas grande importance, ce sont les termes du rapport qui nous intéressent ; ils peuvent nous proposer un éclairage sur le regard que portent les savants sur le problème de la parallaxe de la Lune à cette époque.

C'est Réaumur qui dans un premier temps est chargé d'examiner l'ouvrage de la Drevetière exploitant visiblement la parallaxe de la Lune. Réaumur n'étant pas astronome, de nouveaux commissaires sont désignés, Cassini II et Granjean de Fouchy. Les commissaires lisent leur rapport à la séance du samedi 23 juillet 1740 de l'ARS et jugent le mémoire de Delisle de la Drevetière en ces termes :

Mrs Cassini et de Fouchy ont parlé ainsi pour les longitudes proposée par M. de la Drevetière de l'Isle intitulé « *La Découverte des longitudes avec la méthode facile aux navigateurs pour en faire usage actuellement* » et un mémoire manuscrit du même auteur dans lequel il prétend faire voir la facilité qu'il y a de faire l'Epreuve de sa découverte sans qu'il en coûte rien au Roy.

Le fond de son système est de trouver les longitudes par le moyen de la Lune, ou de son retardement à l'égard du Soleil, ou des étoiles, et en ce point il n'est pas nouveau, plusieurs personnes ayant publié depuis plus d'un siècle la même Idée dans plusieurs ouvrages, ce qui est toujours demeuré sans execution faute de connoître assez exactement le mouvement de cette planète et de pouvoir l'observer en Mer avec assez de précision. Dans cet ouvrage l'Auteur prétend encore prouver que le Mouvement de la Lune est parfaitement égal, et ne nous paroît inégal par l'effet de la

²²⁹. Manfredi, 1734, Mém., pp. 1-20.

²³⁰. Originaire du Périgord, après avoir suivi des études juridiques, Delisle de la Drevetière fournit une douzaine de pièces au Théâtre-Italien. Il connaît deux grands succès avec *L'Arlequin sauvage* (représentée en 1721) et *Timon le Misanthrope* (représentée en 1722) [Moureau, 1995, p. 394]. Les circonstances dans lesquelles cet auteur se livre à des recherches sur les longitudes en mer ne sont pas connues.

²³¹. La BNF conserve un ouvrage de 80 pages intitulé *La découverte des longitudes avec la méthode facile aux navigateurs pour en faire usage actuellement, par M. de la Drevetière, sieur de Lisle* (in-12°) [BN V 23 325]. Nous n'avons pas encore pu le consulter.

parallaxe et par celui de la convexité de l'ombre de la Terre, qui nous la fait paroître où elle n'est pas réellement. Malgré toutes les raisons qu'il apporte pour établir ce système, nous ne pouvons être de son avis et nous ne croyons pas que la navigation puisse tirer aucune utilité de cet ouvrage²³².

En résumé, l'auteur n'a rien compris à la parallaxe ! Le rapport négatif est transmis au ministre par Nicole²³³ le 28 juillet 1740, avec cette mention : « *Par le mouvement de la Lune. Ce[tte] méthode n'est pas nouvelle et la navigation ne peut tirer aucune utilite de l'ouvrage de m. de Lisle* »²³⁴. Notons au passage que le jeune Clairaut assiste à cette lecture au moment où celui-ci commence à se pencher tout juste sur le problème du mouvement de l'apogée lunaire.

Si le contenu du mémoire de la Drévetière contient des erreurs du point de vue astronomique, le rapport nous indique qu'en 1740, les astronomes Cassini II et Grandjean de Fouchy insistent sur l'insuffisance des connaissances sur les mouvements de la Lune pour la détermination des longitudes.

2. Figure de la Terre et parallaxe de la Lune : l'influence des travaux de Maupertuis et de Bouguer

Les années 1730-1740 sont marquées par l'explosion des travaux sur la figure de la Terre : expéditions géodésiques, traités et querelles. Récemment, feu John Greenberg a consacré à cette époque et à ce problème un volumineux ouvrage, richement référencé, éclairant de manière parfois magistrale les polémiques nées des travaux sur la figure de la Terre²³⁵. De son côté Irène Passeron a montré comment au sein de l'Académie des Sciences de Paris, se mettait en place un nouveau langage et de nouvelles pratiques mathématiques²³⁶.

²³². PV ARS, tome 59, samedi 23 juillet 1740, fol. 159 (r^o-v^o).

²³³. François Nicol[i]e (Paris, 23 déc. 1683 - 10 janv. 1758), élève mécanicien le 10 mars 1707, associé le 17 mai 1718 et pensionnaire le 8 avril 1724. Il est nommé membre étranger de l'Acad. des Sci. de Berlin en 1746. Mathématicien, il fut le professeur de Maupertuis et lui resta attaché toute sa vie [Badinter, 1999, n.3, p. 52]. Sur un aperçu des travaux de Nicole en mathématiques, voir Greenberg, 1995, pp. 232-243.

²³⁴. AN, MAR, G94, fol. 85, Paris, 31 juillet 1740, « Rapport de M^{rs} Cassini et Fouchi transmis par de Nicole transmis au ministre sur un ouvrage de m^r. de l'Isle ».

²³⁵. Greenberg, 1995.

²³⁶. Passeron, 1995.

Avant eux, Pierre Brunet dans son "hagiographie" de Maupertuis²³⁷, esquisse un tableau des études menées sur la parallaxe de la Lune et montre comment ce problème est au coeur des travaux des astronomes et géomètres sur la figure de la Terre, piste intéressante qu'aucun auteur, à ma connaissance, n'a suivie depuis. Pour Brunet, l'objectif poursuivi est clairement le perfectionnement de la théorie de la Lune à l'aide des travaux et des découvertes récentes sur la figure de la Terre, afin de régler le problème des longitudes sur mer. Cet objectif sera détourné par certains, Maupertuis et dans une certaine mesure Bouguer, plus intéressés par l'amélioration des outils mathématiques nécessaires : explorer les différentes hypothèses sur la figure de la Terre influençant le calcul théorique de la parallaxe.

Newton avait déjà proposé de tenir compte des deux demi-diamètres terrestres dans le calcul des éclipses. Maupertuis dénonce les erreurs commises par Newton. La méthode la plus couramment employée alors pour mesurer la parallaxe est celle des parallaxes horaires proposée par Jean-Dominique Cassini en 1680 (voir plus loin). Cette méthode est reprise en partie par Godin en 1732 en s'inspirant des recherches de Kepler, La Hire et Halley. Godin, préparant la grande expédition vers le Pérou, donne plusieurs méthodes de mesure de la parallaxe lunaire, dépendant de la forme de la Terre, sphérique ou aplatie. Tous les travaux précédant le *Discours sur la parallaxe de la Lune* de Maupertuis de 1741, sont orientés vers une vérification de la figure de la Terre par des mesures de parallaxe horizontales de la Lune. Manfredi souligne pourtant en 1734 l'extrême difficulté et la finesse des observations que ces méthodes exigent.

²³⁷. Brunet, 1929, pp. 167-206.

a- Maupertuis, et le problème de la parallaxe de la Lune

Rappelons qu'en septembre 1739, Maurepas avait créé un poste de « préposé au perfectionnement de la Navigation dans toutes ses parties » spécialement destiné à Maupertuis pour le dédommager en partie d'une mauvaise considération au retour de Laponie et d'une pension jugée insuffisante par son bénéficiaire²³⁸. Sous couvert de ce statut il s'était acharné dans ses ouvrages soi-disant nautiques, à justifier *a posteriori* l'expédition en Laponie et ses travaux sur la figure de la Terre qui plaidaient en faveur d'une Terre de forme newtonienne, à savoir aplatie aux pôles²³⁹.

Après les *Eléments de Géographie* paru en 1740, ouvrage dans lequel Maupertuis traite des résultats de l'expédition de Laponie sur la figure de la Terre, de la mesure de degrés de méridien et des différences en latitude, Maupertuis publie en 1741 son *Discours sur la parallaxe de la Lune pour perfectionner la théorie de la Lune et celle de la Terre*. L'objectif clairement annoncé est l'amélioration des cartes marines, et la connaissance exacte des positions des villes. Discutant du problème des longitudes en mer, Maupertuis regrette dans sa longue introduction que Halley, grand précurseur, n'ait pas publié ses travaux. Il ne tarit pas d'éloges sur les tables établies par son compagnon d'expédition Le Monnier, qui s'est engouffré dans la voie ouverte par l'astronome anglais. Notons au passage que Maupertuis s'inscrit pleinement dans la méthode des distances lunaires, qui en 1740-41, n'est pas en mesure d'être employée en mer, faute de tables de la Lune correctes et d'une connaissance précise de la parallaxe lunaire.

Pour atteindre ses objectifs, Maupertuis se propose de faire entrer dans les calculs de la parallaxe horizontale de la Lune le rayon de la Terre calculé dans le cadre d'une hypothèse concernant sa forme : sphère ou ellipsoïde²⁴⁰. Maupertuis indique quatre moyens de considérer les parallaxes et de les calculer, reposant sur une seule mesure exacte qui n'est donnée par aucune méthode existante ! Puis Maupertuis en propose une nouvelle : deux observateurs situés sur le même méridien, l'un à l'équateur, l'autre vers le 55^{ème} parallèle (latitude nord) observent la distance en déclinaison de la Lune à une même étoile. Maupertuis anticipe dans la suite de son exposé les éventuelles critiques que l'on pourrait lui faire.

²³⁸. Voir supra, chapitre I.2.

²³⁹. Voir Lacombe et Costabel, 1988 ; Greenberg, 1995 ; Passeron, 1995; Gapaillard, 1999 pour des exposés techniques et scientifiques. Sur les querelles académiques à ce sujet, voir notamment Gapaillard, 1999, pp. 233-238 et Badinter, 1999, pp. 99-186.

²⁴⁰. JDS, mai 1742, p. 309.

Cet ouvrage concerne bien plus la forme de la Terre, Maupertuis cherchant dans les parallaxes un moyen de vérifier celle qui résulte de l'expédition de Laponie.

b - Bouguer et la figure de la Terre

Le retour de l'expédition du Pérou en 1744 assurera le triomphe du newtonianisme confirmant l'aplatissement de la Terre aux pôles. A distance, Pierre Bouguer poursuit les recherches de Maupertuis. Il les critique et rejette la méthode de ce dernier comme inutile et peu sûre, critique qui sera reprise par d'Alembert en 1753 dans ses *Recherches sur différens poins importans....* Bouguer succède à Maupertuis en 1745 au poste de préposé au perfectionnement de la Marine²⁴¹. En 1751, ses *Remarques sur les observations sur la parallaxe de la Lune*²⁴² ne font que conforter la décision du pouvoir royal d'avoir organisé une expédition en Afrique, sous la direction de l'abbé Lacaille²⁴³. Les recherches de Bouguer figurent parmi les plus importantes pour la suite des travaux de l'Académie. Il y donne des moyens de décider dans quel sens se trouve le défaut de sphéricité de la Terre, complétant les calculs de Maupertuis. Ses résultats seront largement employés par Lalande en 1752-1753-1756 et Lacaille en 1761 ; ils s'avéreront très proches des résultats observationnels.

Brunet attribue une énorme influence aux recherches de Bouguer sur tous les travaux ultérieurs (ceux de Lalande et de d'Alembert) en ayant permis d'éclairer les recherches et de formuler des critiques.

III.1.2 Les astronomes et la mesure de la parallaxe horizontale de la Lune

Lalande nous donne un aperçu des différentes méthodes suivies depuis le XVII^e siècle²⁴⁴. Cet inventaire a été complété par les auteurs eux-mêmes afin d'éclaircir certains points.

²⁴¹. Voir supra, chapitre I.2.

²⁴². Bouguer, 1751, pp. 64-86. Le mémoire est lu le 18 août 1751 (publié en 1755) alors que Lacaille, arrivé au Cap le 30 mars 1751, a déjà entamé ses observations astronomiques.

²⁴³. Nous avons indiqué au chapitre III.1 comment Lacaille avait saisi l'opportunité de l'armement du *Glorieux* et de la mission confiée par la Compagnie des Indes à d'Après de Manneville, pour proposer à l'Académie une expédition scientifique au cap de Bonne-Espérance. Le mémoire de Bouguer ne fait que confirmer *a posteriori* la nécessité d'organiser une telle expédition.

²⁴⁴. Lalande, 1795, pp. 220-222.

1. La méthode des éclipses de Lune

Selon Lalande, c'est sans doute la méthode employée dans l'astronomie antique²⁴⁵. Elle a été utilisée par Kepler et développée à la fin du XVII^e siècle par J.D. Cassini et Ph. de la Hire²⁴⁶. En 1753, Lalande critique cette méthode et expose succinctement ses limitations : les anciennes méthodes d'observations des éclipses de Lune sont sujettes à trop d'erreurs et ne sont plus à l'ordre du jour dans les années 1750²⁴⁷.

2. La méthode des plus grandes latitudes

Le Monnier est le principal promoteur de cette méthode au milieu du XVIII^e siècle, qu'il attribue à Ptolémée²⁴⁸. Dans un mémoire lu le 3 août 1743 préparant ses *Institutions Astronomiques*, il se montre prolix sur le problème de la parallaxe. Soulignant les insuffisances de la théorie de la Lune de Newton et des tables de Flamsteed qui donnent un diamètre de la Lune trop grand ne s'accordant pas avec les observations, Le Monnier discute des diverses recherches sur les méthodes de détermination de la parallaxe de la Lune. Le Monnier puise de nouveau son inspiration dans les travaux de Halley, le seul astronome, à sa connaissance, ayant proposé des méthodes de mesure de la parallaxe. Pour Le Monnier, la méthode des plus grandes latitudes est la seule à donner des résultats fiables ; il regrette d'ailleurs qu'elle ne soit pas plus suivie par les astronomes de son époque. L'observateur mesure le diamètre angulaire de la Lune tous les jours où la Lune se trouve à ses culminations extrêmes, lors de son passage au méridien de l'observateur. La méthode consiste, selon Lalande, à comparer les latitudes observées (L_{01} et L_{02}) qui ne diffèrent que par l'effet de la parallaxe (p_1 et p_2) qui augmente la latitude la plus basse (position L_1) et diminue la latitude la plus haute (position L_2) (voir figure IV.2.2) :

[...] la méthode des plus grandes latitudes [...] consiste à observer combien la latitude méridionale de la Lune, quand elle passe au méridien fort près de l'horizon,

²⁴⁵. Lalande, 1795, § 619, p. 228.

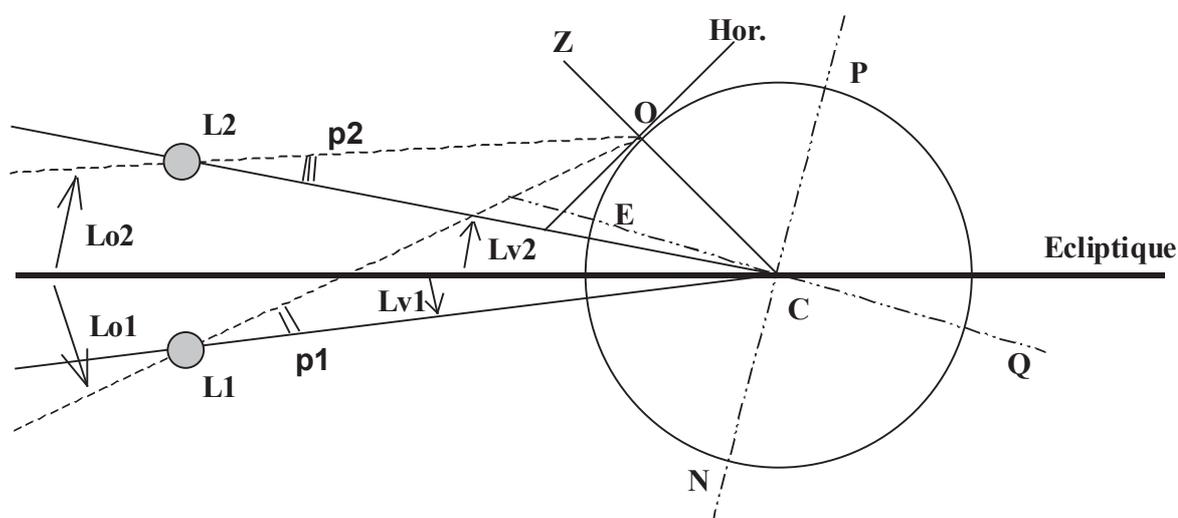
²⁴⁶. Voir Godin, 1732, pp. 51-63.

²⁴⁷. Lalande, 1753, p. 100-101.

²⁴⁸. Le Monnier, 1743b, pp. 404-405; Lalande, 1795, pp. 220-221. Ptolémée traite des parallaxes de la Lune dans le livre V, chapitres XI à XIX de son *Almageste*, et notamment au chap. XII, « Construction de l'instrument à observer les parallaxes » [Edition de l'abbé Halma, tome I (1813), Rééd. A. Blanchard, Paris, pp. 325 et suiv.].

surpasse la plus grande latitude boréale quand la Lune est fort haute : ces deux latitudes, qui seroient égales vues du centre de la Terre, ne peuvent différer qu'à raison de la parallaxe qui augmente l'une et qui diminue l'autre. Ainsi, quand on a la différence de ces deux latitudes observées, on peut en conclure la parallaxe qui a produit cette inégalité. Cette méthode fut autrefois celle de Ptolémée; Tycho, Flamsteed et Lemonnier s'en sont servis avec succès²⁴⁹.

Figure IV.2.2: Détermination de la parallaxe horizontale de la Lune par la méthode des plus grandes latitudes. C représente le centre de la Terre; PN l'axe des des pôles ; EQ l'équateur terrestre. L₁ et L₂ sont deux positions observées de la Lune à des époques différentes par l'observateur situé en O. L₂ correspond à la culmination supérieure de la Lune et L₁, à sa culmination inférieure. Les latitudes observées Lo₁ et Lo₂ sont liées aux latitudes vraies Lv₁ et Lv₂ par les relations suivantes : $Lo_1 = Lv_1 + p_1$ et $Lo_2 = Lv_2 - p_2$ où p₁ et p₂ sont les parallaxes de hauteur de la Lune, différentes puisque les hauteurs de la Lune sur l'horizon de l'observateur (Hor.) sont différentes. Dans le cas où les latitudes vraies sont égales, la différence des longitudes observées donne la somme des parallaxes.



Le Monnier suggère d'améliorer la méthode par des observations aux culminations extrêmes de la Lune effectuées par des observateurs situés de part et d'autre de l'équateur, à Paris et à l'Ile de Bourbon

²⁴⁹. Lalande, 1795, p. 220.

par exemple. Il espère ainsi pouvoir travailler à la fois sur la somme et la différence des parallaxes de hauteur afin d'en extraire une valeur plus précise de la parallaxe horizontale de la Lune.

Cette dernière proposition n'est pas très éloignée de la procédure exigée par la méthode dite des parallaxes de hauteur qui sera suivie par Lacaille et Lalande en 1751. Cette méthode n'a pas la faveur de Le Monnier qui rejette tout ce qui s'y rapproche de près ou de loin de même (à l'exemple de ce que proposait Maupertuis en 1741 dans son *Discours sur la parallaxe de la Lune*) :

Ces deux méthodes que je propose n'exigent pas comme l'on voit, un correspondant sous le même méridien, soit de Paris, soit de quelqu'autre Observatoire de l'Europe, où l'on projetoit de conclure immédiatement les parallaxes par les déclinaisons de la Lune comparée à une même étoile; cette opération qu'on a proposée plusieurs fois a été tentée en effet il y a environ 40 ans, mais d'une manière trop imparfaite, les deux observateurs correspondants étant situés l'un à Berlin & l'autre au cap de Bonne-Espérance²⁵⁰.

3. La méthode des parallaxes de hauteur

Elle n'est pas nouvelle tant au début du XVIII^e siècle qu'en 1751²⁵¹. Lalande ne la qualifie-t-il pas de « *méthode la plus naturelle et la plus exacte* »²⁵² ? Elle est décrite sommairement par Jacques Cassini en 1740²⁵³ : « *deux observateurs placés sous le même méridien observent la hauteur de l'astre lors de son passage au méridien, et corrigent cette hauteur de la réfraction* ». Méthode si naturelle que son adoption en 1751 par Lacaille et Lalande, pour les observations effectuées lors du voyage au cap de Bonne-Espérance, n'était en effet pas le premier essai du genre. Hofer nous donne quelques informations sur un essai qui eut lieu en 1714. La méthode avait fait l'objet d'une tentative à la demande du Baron de Krosigk (mort en 1714), comme en témoigne Le Monnier ci-dessus. En 1704, Pierre Kolbe partit pour le cap de Bonne-Espérance et Guillaume Wagner pour Berlin. Si le second

²⁵⁰. Le Monnier, 1743b, p. 406.

²⁵¹. Lalande, 1795, pp. 221-222.

²⁵². Lalande, 1795, p. 221.

²⁵³. Cassini, 1740, pp. 19-23.

s'acquitta de sa tâche, Hoefler laisse entendre que Kolbe faillit²⁵⁴. Cette première tentative de mesure de la parallaxe à grande échelle fut un échec. Aurait-elle pu réussir à ce moment si l'on tient compte de l'insuffisante précision des instruments ? De toute façon Le Monnier laisse entendre un manque de préparation sérieuse de l'entreprise de Kolbe et Wagner.

Le principe de la détermination de la parallaxe horizontale est indiqué dans l'encadré IV.2.1.

III.2 LA PARALLAXE DE LA LUNE APRÈS 1751 : LES TRAVAUX DE LALANDE, DE LACAILLE ET CLAIRAUT

III.2.1 Lacaille au cap de Bonne-Espérance et Lalande à Berlin : résultats d'une entreprise scientifique Européenne

C'est plus un faisceau convergent d'intérêts et le choix d'un bon moment qui expliquent les raisons du voyage au cap de Bonne-Espérance. Comme nous l'avons déjà signalé par ailleurs²⁵⁵, de nombreux problèmes pouvaient trouver à ce moment-là leur résolution : la connaissance géodésique de la figure de la Terre, la détermination de la parallaxe de la Lune avec en vue deux motifs : la figure de la Terre et la distance Terre-Lune, ainsi que l'amélioration des méthodes de longitude, la connaissance du Ciel austral pour la navigation, l'amélioration des tables de la Lune de Clairaut. Le moment était donc propice à l'organisation d'un tel voyage.

1. Le principe de la détermination de la parallaxe

Le rejet par Le Monnier de cette méthode pourtant jugée « *naturelle et exacte* » par Lalande, ne fut-elle pas une raison supplémentaire qui anima Lacaille et Lalande ? On sait l'animosité qui existait entre Lacaille et Le Monnier, animosité qui s'intensifia quand le jeune Lalande, élève de Le Monnier à ses débuts, passa dans le camp adverse, celui de la nouveauté et de l'ouverture, le camp de Lacaille. Reste à savoir comment et à quelle occasion Lalande abandonna son ancien maître.

L'encadré IV.2.1 donne des précisions sur la disposition des observateurs et le principe de la détermination de la parallaxe horizontale de la Lune.

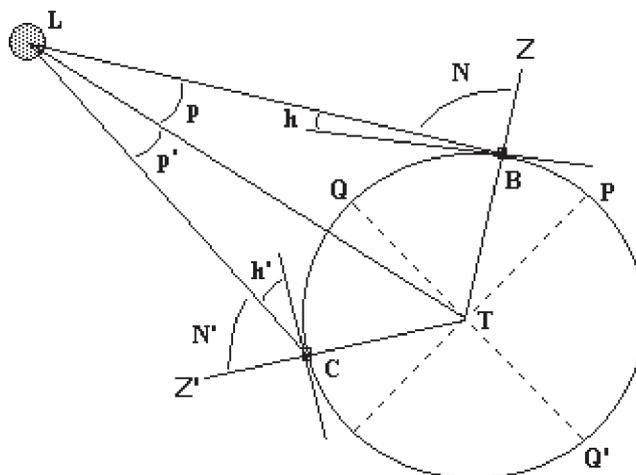
²⁵⁴. Hoefler, 1878, pp. 527-529.

Encadré IV.2.1 : Détermination de la parallaxe horizontale de la Lune par deux observateurs situés sur le même méridien dans l'hypothèse d'une Terre sphérique (le cas le plus simple)

1. Principe des observations - notations

Figure IV.2.3 : Détermination de la Parallaxe lunaire dans l'hypothèse d'une Terre sphérique.

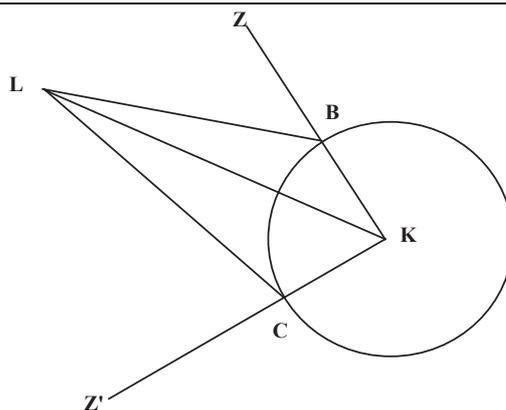
Légende : B = Berlin (Lalande); C = Le Cap (Lacaille). P le pôle, QQ' l'équateur terrestre. h et h' sont les hauteurs de la Lune observées (apparentes puis corrigées de la réfraction); N et N' sont les distances zénithales de la Lune (corrigées de la réfraction) ; p et p' sont les parallaxes de hauteurs observées. En absence d'horizon, les astronomes observent les distances zénithales N et N'. On a alors : $h = 90^\circ - N$ ou $N = 90^\circ - h$. $\cos(h)$ est alors égal à $\sin(N)$.



2. Méthode de Lacaille et Lalande (1751-52) pour la mesure de la parallaxe horizontale de la Lune

Figure IV.2.4 : B = Berlin ; C = Le Cap ; Z et Z' les zéniths correspondants; N et N' les distances zénithales; H et H' les hauteurs de la Lune corrigées des réfractions. $ZCL = ZKL + CLK$; $Z'BL = Z'KL + BLK$; ZKZ' est la différence des deux latitudes.

²⁵⁵. Voir supra, chap. III.1 à propos des distances lunaires et du voyage au Cap.



La méthode suppose que les **observations soient simultanées et effectuées sous le même méridien** et exige donc de bien connaître la différence des méridiens entre Berlin et le cap de Bonne-Espérance. Le travail de Lacaille fut de déterminer la longitude du Cap par rapport au méridien de Paris. Grischow avait déjà fourni en mars 1749 la différence des méridiens de Paris et de Berlin, permettant à Lalande et Lacaille le raccordement des observations astronomiques²⁵⁶.

Les commentaires de Delambre²⁵⁷: La détermination et le calcul de la parallaxe horizontale de la Lune sont des problèmes difficiles. La méthode suivie par Lacaille et Lalande (pp. 292-293) est la meilleure méthode. Il signale que théorie et observation ne diffèrent que d'une seconde d'arc. Delambre démontre alors que la parallaxe horizontale est donnée par la relation : $\varpi = \frac{(N+N') - \widehat{ZKZ'}}{\sin N + \sin N'}$.

La démonstration en est simple. Si R est le rayon terrestre, d la distance KL, on peut écrire :

$$\frac{\sin p}{R} = \frac{\sin N}{d} \text{ et } \frac{\sin p'}{R} = \frac{\sin N'}{d} \text{, ou encore } \frac{\sin p + \sin p'}{R} = \frac{\sin N + \sin N'}{d}$$

dans l'approximation des petits angles :

$$\varpi \approx \sin \varpi = \frac{R}{d} = \frac{\sin p + \sin p'}{\sin N + \sin N'} \approx \frac{p + p'}{\sin N + \sin N'} = \frac{N + N' - \widehat{ZKZ'}}{\sin N + \sin N'}$$

²⁵⁶. Grischow, 1750, pp. 539-553 et particulièrement p. 542. Le mémoire a été lu en séance le 1^{er} mars 1749.

²⁵⁷. Delambre, 1814, t. II, XXIV, pp. 284 et suiv.

2. Une campagne d'observations européenne : vers une « Internationale » de l'astronomie ?

Il semble que le voyage de Lacaille au cap de Bonne-Espérance et celui de Lalande à Berlin, marquent le début d'une internationalisation des échanges scientifiques assez libre et à grande échelle. La circulation des informations scientifiques astronomiques à l'occasion de ces voyages illustre à merveille cette liberté. A l'occasion des observations sur la parallaxe de la Lune, l'enjeu dépasse la simple accumulation de connaissances théoriques pures : le sujet touche aux intérêts mêmes des pays, puisque la connaissance de la parallaxe lunaire va de pair avec la maîtrise des techniques de navigation astronomique, l'amélioration des cartes nautiques et donc la maîtrise des routes maritimes et, de fait, du commerce. Or les correspondances conservées et publiées, montrent une liberté d'échanges des informations astronomiques, permettant de corriger de manière radicale les cartes nautiques sans que l'on discerne une censure relevant du contre-espionnage. J. Gapailard a déjà souligné cette liberté à l'occasion de l'édition de la correspondance Lacaille-Mayer²⁵⁸.

Les échanges ne sont pas nouveaux. Newton, après s'être fâché avec Flamsteed, avait supprimé de sa seconde édition les observations anglaises de la Lune et s'était servi des observations effectuées par Picard à l'Observatoire de Paris.

Comme il a été précisé au chapitre III.1, le voyage de Lacaille est préparé par l'envoi, entre septembre et novembre 1750, d'une lettre circulaire aux principaux astronomes des pays européens, intitulée « *Avis aux astronomes par M. de la Caille sur les observations qu'il va faire au cap de Bonne-Espérance* »²⁵⁹. Cet avis était assorti de données astronomiques, des principales observations qu'il proposait d'effectuer simultanément (parallaxes de la Lune, de Mars, de Vénus), et de quelques conseils. Ces conseils sont relayés par Delisle : ne pas omettre les mesures des écarts angulaires entre les planètes, le Soleil et une liste d'étoiles brillantes au moment de leurs passages respectifs au méridien afin d'en déduire la parallaxe du Soleil²⁶⁰.

²⁵⁸. Gapailard, 1996.

²⁵⁹. AN, MAR, 3 JJ 49, pièce 33, n°1 (imprimé de 4 pp.). Rappelons que le voyage est effectué entre novembre 1750 et juin 1754.

²⁶⁰. Lettre de Delisle à James Bradley, du 15 juillet 1752 [Rigaud, 1972, pp. 470-471].

A Paris, Delisle est le relai de Lacaille et centralise les observations effectuées par de nombreux observateurs de divers pays (Suède, France, Italie, Angleterre). Les échanges entre Delisle et James Bradley à ce sujet sont connus par quelques lettres publiées dans la correspondance de *l'Astronome Royal*²⁶¹. De même, on peut lire les échanges entre Bradley et Grischow à Saint-Petersbourg²⁶².

On peut aussi voir Le Monnier, Chabert (en voyage de découverte en Amérique du Nord²⁶³) et Bradley correspondre sur des observations astronomiques, ce qui permit à ces astronomes de retrouver rapidement les longitudes de certains lieux comme Louisbourg en Amérique, le détroit de Fronsac, etc²⁶⁴.

3. Les mémoires de Lalande sur la parallaxe de la Lune (1752, 1753 et 1756) : l'émancipation scientifique d'un jeune astronome

La correspondance Euler-Lalande, en cours d'édition par J. Gapaillard, apporte de nouveaux éclairages sur le séjour de Lalande à Berlin, les circonstances et les suites de ce voyage pour la carrière académique de Lalande²⁶⁵.

La participation du jeune astronome Jérôme Lalande, élève de Le Monnier et de Delisle, astronomes du parti académique cartésien, au projet d'observations simultanées avec Lacaille n'a pas fait l'unanimité au sein de l'Académie²⁶⁶. L'intervention décisive de Le Monnier auprès du ministre

²⁶¹. Lettres de Delisle et Bradley, du 31 janv 1751 (Rigaud, 1972, pp. 464-465); 15 juillet 1752 (ibid., pp. 470-471); 22 août 1752 (ibid., pp. 44-77-478); 30 nov. 1752 (ibid., pp. 478-483);

²⁶². Lettre de Grischow à Bradley, du 2 avril 1751 [Rigaud, 1972, pp. 466-469].

²⁶³. Joseph-Bernard Chabert de Cogolin, enseigne des Vaisseaux du Roi était engagé depuis 1748 dans une série d'observations à but hydrographique (voir supra, IV.1). Le résultat du voyage évoqué a été publié à Paris sous le titre *Voyage fait par ordre du Roi en 1750 et 1751, dans l'Amérique septentrionale pour rectifier les cartes des côtes de l'Acadie [...] et pour fixer les principaux points par des observations astronomiques*, Imprimerie Royale, 1753. [Lamontagne, 1964]. Voir supra, chap. III.1.

²⁶⁴. Lettre de Le Monnier à J. Bradley du 15 (26) juillet 1752 [Rigaud, 1972, pp. 471-472].

²⁶⁵. Je remercie vivement M. Gapaillard pour m'avoir communiqué une version de travail de cette correspondance.

²⁶⁶. J. Gapaillard, édition de la correspondance Euler-Lalande, à paraître : notes à la lettre de Lalande à Euler, de Paris, le 2 mars 1753. Les pièces de cette affaire sont constituées de deux autographes du dossier « Lalande » aux Archives de l'Académie des Sciences à Paris.

d'Argenson²⁶⁷ et du roi de Prusse pour que Lalande puisse partir à Berlin, reste encore à éclaircir malgré ce que peut en écrire ce dernier — compatissant, à un âge avancé — :

[...] Rien n'égale les peines que Le Monnier se donna pour ce voyage, si ce n'est la reconnaissance que j'en conserverai toute ma vie, et que j'ai manifestée avec la plus constante persévérance, malgré la disgrâce dans laquelle je suis tombé depuis [...] ²⁶⁸.

Quoi qu'il en soit, cette décision prise lors de la séance de l'ARS du 28 juillet 1751 semble avoir été âprement discutée comme Lalande en témoigne, certains académiciens émettant de sérieux doutes sur ses capacités à assumer une telle charge. L'affaire était d'autant plus fâcheuse que Lalande comptait sur cette mission pour assurer son élection à l'Académie à l'un des deux postes d'adjoint-astronome vacants, l'un depuis la mort de Louis Niccolic le 14 mars 1751 et l'autre non pourvu depuis que d'Alembert avait été promu Associé géomètre le 1^{er} mars 1746. Lalande était en compétition directe avec les astronomes Guillaume Le Gentil de la Galaisière et l'abbé Chappe d'Auteroche. Durant toute l'année 1752, Lalande s'inquiétera beaucoup de l'évolution des avis académiques sur la qualité de ses travaux et la reconnaissance de ses mérites. Finalement, après un vote à la séance du 20 janvier 1753, Lalande et Le Gentil seront élus Adjoints astronomes, leur nomination entérinée à la séance du 7 février 1753.

Le séjour de Lalande à Berlin, de septembre 1751 à septembre 1752, soit une année pleine, fut des plus heureux semble-t-il pour ce qui concerne sa carrière et ses relations mondaines. Il partagea le logement de la famille Euler, se lia d'amitié avec le jeune fils d'Euler, Johann-Albrecht, et profita des compétences mathématiques du père pour conforter son éducation scientifique. Lalande en témoigne dans son second mémoire sur la parallaxe de la Lune²⁶⁹.

Les trois mémoires de Lalande écrits de 1752 à 1754-55 intéressent l'histoire de l'astronomie, bien au-delà du problème de la parallaxe. Ils nous montrent plusieurs états ou phases successives du jeune

²⁶⁷. Antoine René de Voyer, marquis de Paulmy d'Argenson (Valenciennes, 22 nov. 1722 - Paris, 13 août 1787). Ambassadeur depuis 1748, adjoint de son oncle d'Argenson en 1751, secrétaire d'Etat à la Guerre, puis ministre d'Etat français en 1757-1758. D'Argenson est à l'Académie Française en 1748, membre étranger de l'Acad. des Sci. de Berlin en 1747, et membre honoraire de l'Acad. Roy. des Sci. en 1764. Nommé Gouverneur de l'Arsenal en 1755 et amateur de livres, il ne cesse d'enrichir sa bibliothèque personnelle. Tous ses livres constituent actuellement le fonds ancien de la Bibliothèque de l'Arsenal à Paris [OO, IV A, 6, p. 420; Viguerie, 1995, p. 1451].

²⁶⁸. Lalande, 1803, BA, p. 824.

²⁶⁹. Lalande, 1753, p. 102 et 1756, p. 365 : il témoigne de son étude de certaines règles de Calcul chez Euler pour la figure de la Terre et le calcul intégral.

Lalande. En 1752, Lalande est encore sous l'inspiration et l'influence de son maître Le Monnier, travaillant sans doutes apparents sur les tables de Halley. Puis le second mémoire de 1753 laisse apparaître un Lalande s'émancipant et remettant en cause une tradition astronomique jugée vieillote, incapable de suivre une science en marche. Finalement, en 1754, éclate au grand jour un Lalande passé résolument dans le clan Lacaille-Clairaut, regardé comme le parti de la nouveauté contre le clan des vieilles méthodes dépassées.

a - Le premier mémoire (1752)

Ce mémoire²⁷⁰ concerne un traitement partiel des observations astronomiques effectuées à Berlin. Seules celles effectuées en décembre 1751 sont concernées. Lalande explique qu'il réserve à un second mémoire l'exploitation des observations effectuées en 1752, en correspondance avec celles de Lacaille au cap de Bonne-Espérance, et un examen plus approfondi des problèmes liés à la figure de la Terre.

Remarquons que lorsque Lalande lit son mémoire en décembre 1752, les observations de Lacaille, précise-t-il, ne semblent pas être encore parvenues à l'Académie. Or, on apprend par une lettre de Delisle à James Bradley, datée du 15 juillet 1752²⁷¹, qu'une partie des observations de Lacaille se trouvent à Paris. D'autre part, Maraldi, ami et contact de Lacaille à Paris, lit à l'Académie en novembre 1751 un mémoire récapitulant les observations de Lacaille effectuées au cap dans le courant de l'année 1751. Il semble donc que Lalande, de retour de son voyage à Berlin après octobre 1752, n'ait pas encore pris connaissance en décembre 1752, du détail des observations de Lacaille, ou qu'il n'avait pas encore entrepris la comparaison, bien que disposant de ces observations.

Après une longue introduction lyrique, Lalande laisse poindre son goût immodéré pour l'histoire de l'Astronomie, développé sous la direction de Delisle²⁷². Exposant l'ensemble des mesures effectuées par ses prédécesseurs, il donne une table des déterminations historiques de la parallaxe de la Lune, reproduite ci-après (fig. IV.2.6).

²⁷⁰. Lalande, 1752, pp. 78-114.

²⁷¹. Lettre de Delisle à J. Bradley, datée du 15 juillet 1752 [Rigaud, 1972, pp. 470-471].

²⁷². Nous avons déjà signalé que Delisle avait entrepris une *Bibliographie Astronomique* et proposait une étude historique systématique de l'Histoire de l'Astronomie à ses élèves. Lalande lui-même en témoigne dans la préface de sa *Bibliographie Astronomique*.

Les tables qu'il emploie pour la réduction des observations effectuées à Berlin sont celles de Halley, tant pour les réfractions, que pour le calcul des positions de la Lune et des parallaxes²⁷³. Lalande est alors confronté au délicat problème de la correction des erreurs des tables de la Lune de Halley²⁷⁴.

La méthode de calcul de la parallaxe horizontale est expliquée par le jeune Lalande, dans un style ancien, mais qui va très vite évoluer dans les années suivantes :

Suivant la méthode ordinaire, en supposant la Terre sphérique & les directions de la gravité perpendiculaire dans tous les points de sa surface, il suffiroit de diviser la parallaxe des deux observatoires, ou la valeur de l'angle à la Lune que nous venons de trouver, par la somme des sinus des distances apparentes au zénit, pour avoir la parallaxe horizontale²⁷⁵. Car nommant a l'angle à la Lune²⁷⁶ que l'on veut diviser en deux parties, dont les sinus aient le même rapport que les sinus des distances au zénit observées de part & d'autre, nommant x & y les sinus de ces deux parties, & b, c les sinus de ces distances au zénit, on auroit $y = ac/(b+c)$, $x = ab/(b+c)$; alors $b+c : x+y = \sin. \text{ tot. paral. hor.}$, c'est-à-dire la somme des sinus des deux petits angles est à la somme des sinus des distances apparentes au zénit dans les deux observatoires, comme la parallaxe horizontale est au rayon : or les petits arcs se peuvent prendre pour leurs sinus; donc il suffiroit de diviser par la somme des sinus des distances apparentes au zénit, l'angle à la Lune que nous avons calculé ci-dessus²⁷⁷,

Lalande produit ici une démonstration un peu lourde de la relation donnée par Delambre et citée plus haut²⁷⁸. L'hypothèse d'une terre sphérique ne suffit évidemment pas et Lalande, se plaçant dans le cadre de l'hypothèse newtonienne, expose dans la suite du mémoire les corrections qu'il a été amené à faire pour tenir compte de l'aplatissement de la Terre.

²⁷³. Lalande, 1752, pp. 88 et 90.

²⁷⁴. Lalande, 1752, p. 105.

²⁷⁵. C'est-à-dire la relation établie plus haut : $\varpi = \frac{N+N'-ZKZ'}{\sin N + \sin N'}$.

²⁷⁶. L'angle à la Lune est l'angle (BLC) en accord avec la figure IV.2.4.

²⁷⁷. Lalande, 1752, pp. 98-99.

²⁷⁸. Dans les notations de la figure IV.2.3 (encadré IV.2.1), cette démonstration peut s'écrire : $a=p+p'$; $x=\sin p$; $y=\sin p'$; $b=\sin N$; $c=\sin N'$. Avec l'approximation $x+y \approx a$, Lalande peut écrire : $\frac{x+y}{b+c} = \sin \varpi$ ou ϖ puisque les angles sont petits.

b - Le second mémoire sur la parallaxe de la Lune (1753)²⁷⁹ : une transition

Entre-temps, Lalande a reçu les observations de Lacaille et il entreprend une première comparaison des observations effectuées à Berlin et au cap. Mais c'est un Lalande plein de doutes que l'on discerne derrière ses écrits. Il remet en cause les vieilles méthodes et émet des réserves quant à l'exactitude des tables de la Lune de Halley. Au-delà de son premier mémoire et probablement instruit des travaux de Clairaut en la matière, Lalande déclare qu'il ne s'agit plus de comparer les tables des parallaxes anciennes mais bien d'en construire de nouvelles à l'aide de nouvelles méthodes²⁸⁰. Ainsi, il puise chez Euler pour réduire les parallaxes calculées avec les nouvelles propositions de Pierre Bouger (1751) sur la figure de la Terre, et met en doute ses propres calculs des lieux de la Lune issus des tables de Halley.

c - Le troisième et dernier mémoire sur la parallaxe de la Lune (1754-55)²⁸¹ : Lalande rallie le clan Lacaille-Clairaut

Ce mémoire marque dans la carrière scientifique de Lalande une étape importante. L'astronome abandonne les vieilles méthodes pour rejoindre le clan de la science en marche. Il reprend toutes ses considérations sur la figure de la Terre à la lumière de ses discussions avec Euler sur le sujet. Délaissant les tables de Halley, Lalande révisé tous ses calculs de la parallaxe de la Lune en employant les tables des lieux de la Lune et de la parallaxe de Clairaut (1752b et 1754).

A cette occasion, Lalande propose une table confirmant l'accord entre les tables de la parallaxe horizontale de Clairaut et celles issues des observations (table reproduite ci-après; fig. IV.2.6).

Ce mémoire s'achève par la formule de Clairaut donnant la parallaxe horizontale de la Lune à Paris (voir ci-après). Rédigé comme un triomphe à la nouveauté, ce mémoire est censé assurer le succès des travaux de Clairaut sur la théorie de la Lune.

²⁷⁹. Lalande, 1753, pp. 97-105.

²⁸⁰. Lalande, 1753, p. 101.

²⁸¹. Lalande, 1756, pp. 364-379. Rappelons que ce mémoire est présenté à l'Académie le 4 sept. 1754 et achevé le 29 janv. 1755. Il n'est publié qu'en 1756 dans le volume de HARS pour 1754.

Le Monnier-Lacaille : une rivalité farouche

Comment Lalande passe-t-il d'un clan à l'autre ? Les dates sont ici trompeuses²⁸². Lalande débute en fait la lecture de son troisième mémoire le 4 septembre 1754, et l'achève le 29 janvier 1755. Lalande passe donc définitivement au clan Clairaut-Lacaille durant l'Eté 1754. Or, de retour du cap de Bonne-Espérance, Lacaille est à Paris le 28 juin 1754 et siège de nouveau à l'Académie le 3 juillet.

Il est alors très vraisemblable que Lacaille et Lalande se soient entretenus à propos de leurs observations et calculs respectifs concernant la parallaxe de la Lune. Gageons que Lalande, déjà sensible au problème comme il l'indiquait lui-même dans son second mémoire, ait été fortement influencé par Lacaille qui utilisait les tables de la Lune de Clairaut dans la réduction de ses observations (voir ci-après). Voici ce que Delambre nous dit du retour du voyage de Lacaille au cap de Bonne-Espérance qui mit fin aux relations entre Lalande et Le Monnier :

Ce fut [...] ce voyage qui, depuis, les mit si mal ensemble. Il était tout naturel qu'au retour de La Caille, Lalande eût avec lui des conférences fréquentes au sujet des observations qu'ils devaient se communiquer. Après les leçons qu'il avait reçues de Delisle et de Lemonnier, Lalande sentit combien il avait encore à gagner dans le commerce de La Caille, esprit plus juste et plus lumineux, observateur plus scrupuleux et bien meilleur calculateur. Lemonnier vit cette intimité avec quelque peine, et se crut négligé²⁸³.

Cette tentative de datation du basculement de Lalande d'un clan à l'autre, conduit à s'interroger sur la rivalité entre Le Monnier et Lacaille. Delambre rapporte sans la dater, l'anecdote suivante qui éclaire les relations entre les deux astronomes :

Lalande exposant un jour à l'Académie ses méthodes pour tenir compte de l'aplatissement de la Terre, dans le calcul des parallaxes, donnait une règle qui se trouvait contraire à une formule d'Euler. Le Monnier, croyant avoir rencontré une occasion favorable pour humilier un élève dont il était mécontent, l'accusa hautement de s'être trompé ; Lalande se défendit, et la dispute s'échauffant, l'Académie nomma des commissaires. La Caille qui était du nombre, commença son rapport en disant

²⁸². Je remercie vivement M^mc E. Badinter pour m'avoir signalé cette difficulté et m'avoir ainsi permis de préciser le contexte de ce revirement.

²⁸³. Delambre, 1827, HA 18, p. 234.

qu'il suffisait d'avoir les notions les plus élémentaires des mathématiques, pour voir que Lalande avait eu raison en réparant une inadvertance légère commise par Euler ou par son Imprimeur, car il s'agissait d'un signe + ou -. Le Monnier, irrité, rompit entièrement avec l'élève, qu'il accusait d'ingratitude [...]²⁸⁴.

Delambre n'indique pas quand a lieu cet accrochage. Mais la rivalité est ancienne, et Lalande ne fait que l'exacerber. Jacques Gapaillard²⁸⁵ a pu reconstruire cette querelle importante dans les relations entre ces trois hommes. Lalande et Le Monnier sont engagés dans une querelle autour d'une question portant sur la parallaxe de hauteur de la Lune, et ce, depuis 1759, quand Lalande a inclus dans la CDT pour 1761, deux tables de correction de cette parallaxe pour prendre en compte l'aplatissement de la Terre²⁸⁶. Lalande soutient qu'en un lieu dont la latitude géocentrique dépasse la déclinaison maximum de la Lune (environ 28°), la parallaxe de hauteur de la Lune est plus petite si la Terre est aplatie que si elle est sphérique²⁸⁷. Croyant ainsi surprendre son ancien élève en défaut, Le Monnier prétend le contraire. De plus, Le Monnier s'appuyait dans ses critiques, sur des calculs erronés qu'Euler avait publiés dans un mémoire sur la parallaxe de la Lune. Or, à la demande pressante de Lalande, Euler révisa ses calculs entre janvier et mars 1761 et aboutit finalement aux mêmes conclusions²⁸⁸. Mais Le Monnier poursuivait la polémique sur le terrain public, au point que, lors de la séance de l'ARS du 27 janvier 1762, il demanda lui-même que soit constituée une commission chargée de trancher la question. Cette commission, constituée de Clairaut, Lacaille et Cassini de Thury, rendit ses conclusions une semaine plus tard, le 3 février 1762 dans un rapport sévère et défavorable à Le Monnier rédigé par Lacaille :

M. Le Monnier ayant demandé que l'Académie nommât des Commissaires pour décider si la parallaxe de la Lune dans le méridien est plus grande ou plus petite dans l'hypothèse de la Terre aplatie par les poles que celle qu'on employe en supposant la

²⁸⁴. Delambre, 1827, HA 18, pp. 549-550.

²⁸⁵. Gapaillard, « La correspondance Euler-Lalande », à paraître. Voir la note 2 à la lettre [10], de Lalande à Euler, Paris, le 23 mars 1761.

²⁸⁶. Lalande, 1759, CDT pour 1761, « De la parallaxe de la Lune dans le sphéroïde aplati & des Tables propres à la trouver », pp. 197-198 et p. 141.

²⁸⁷. Ce qui sera le cas à Paris, dont la latitude géocentrique (environ 48° 40') dépasse la déclinaison maximum de la Lune (28°).

²⁸⁸. Gapaillard, « La correspondance Euler-Lalande », à paraître. Lettres [9], de Lalande à Euler, Paris, le 1^{er} janvier 1761 et lettre [10] de Lalande à Euler, Paris, le 23 mars 1761.

même parallaxe horizontale dans l’hypothèse de la Terre sphérique, nous commissaires nommés à cet effet déclarons que cette question se réduisant à une proposition de la Geometrie la plus elementaire, elle n’est pas susceptible de délibération dans l’Académie²⁸⁹. Mais comme M. Le Monnier a déclaré en même tems qu’il a toujours employé la parallaxe plus grande dans la Terre aplatie, nous disons qu’en supposant comme il fait la même parallaxe dans les deux hypothèses, et par conséquent la même distance de l’observateur au centre de la Terre, M. Le Monnier devoit faire ses parallaxes plus petites [...] ²⁹⁰.

Ce rapport abrupt se poursuit par de nombreuses considérations de géométrie et de trigonométrie élémentaires et s’achève sur une conclusion sans appel à l’égard de la thèse défendue par Le Monnier. Outre que Le Monnier avait pu faire aveuglément confiance au premier traitement du problème par Euler, il avait aussi commis une erreur grossière qui lui avait fait sous-estimer la parallaxe lunaire²⁹¹.

La conclusion peu glorieuse de cette querelle pour Le Monnier est à l’origine de sa brouille durable avec Lalande. Delambre explique que ce dernier ne manqua jamais une occasion d’attiser la rancœur de Le Monnier en soulignant chacun de ses égarements. Lalande expliquait avec ironie que Le Monnier, son maître, avait refusé de le voir « *pendant une révolution entière des nœuds de la Lune* », soit pendant 18 années²⁹².

Le rapport précédent de Lacaille fut certainement sa dernière intervention marquante à l’Académie, puisqu’il mourut un mois plus tard, le 15 mars 1762. Le Monnier ne manqua jamais une occasion de mépriser son rival. C’est dans sa correspondance avec d’Après de Mannevillette — ami proche et intime

²⁸⁹. Souligné par nous.

²⁹⁰. Rapport manuscrit de Lacaille [A.A.S., pochette de séance du 3 février 1762].

²⁹¹. Lacaille montre en effet que, dans les conditions envisagées, le sinus de la parallaxe de hauteur est proportionnel au sinus de l’écart angulaire (α) entre la direction d’observation de la Lune et celle de la verticale géocentrique du lieu. Le Monnier avait commis l’erreur de regarder α , dans l’hypothèse de la Terre sphérique, comme étant la distance zénithale (z) de la Lune, laquelle lui est supérieure si la Terre est aplatie, de sorte que l’hypothèse sphérique conduirait à sous-estimer la parallaxe de la Lune. Mais ce raisonnement revient aussi à inverser les rôles de α et de z ; en effet la parallaxe de hauteur de la Lune ne dépend pas directement de z mesuré par l’observateur, mais de α qu’il estimera égal ou inférieur à z selon qu’il suppose la Terre sphérique ou aplatie [Lacaille, rapport du 3 février 1762, A.A.S, pochette de séance ; Gapailard, note 2 à la lettre [10] de Lalande à Euler du 23 mars 1761, op. cit. à paraître].

²⁹². [Delambre, 1827, HA 18, p. 550]. L’éloge de Le Monnier par Lalande se trouve dans sa *Bibliographie astronomique*, 1803, pp. 819-826.

de Lacaille²⁹³ —, que Le Monnier se laisse le plus aller à exposer sa haine envers celui qu'il nomme « *L'abbé canaille* »²⁹⁴ :

[...] Vous avez toujours une vénération pour l'abbé Lacaille, grand plagiaire et qui a débité des balourdises sur la recherche de la latitude et de la longitude en mer. Je n'en ai jamais parlé qu'avec mépris, mais l'almanac fait son éloge conformément au marché de coquins que Lalande et lui firent en 1759²⁹⁵.

Remarquons la volonté de Le Monnier d'avoir le dernier mot et de tenter de gommer en partie la désastreuse histoire du début de l'année 1762. Le 18 juillet 1764, il présente un court mémoire d'une page intitulé « *Réflexions sur les formules que M. Euler a données à l'occasion des parallaxes* »²⁹⁶, mémoire dans lequel Le Monnier souligne l'utilité de quelques formules d'Euler pour le calcul des parallaxes dans les tables astronomiques.

4. Le mémoire de Lacaille sur la parallaxe de la Lune de 1761

Le *Mémoire sur la parallaxe de la Lune*²⁹⁷ de Lacaille est un recueil des observations, des réductions et des résultats obtenus par divers observateurs entre juin 1751 et janvier 1752 en vue de déterminer la parallaxe horizontale de la Lune. Il vient après les trois mémoires de Lalande sur le même sujet, compilation des observations effectuées au cap de Bonne-Espérance, à Berlin et en divers endroits d'Europe (Lacaille en donne la liste à la page 2 de son mémoire).

Ce mémoire est particulièrement intéressant en raison des références explicites que Lacaille fait aux travaux de Clairaut.

Pour le calcul du passage de la Lune au méridien et la réduction des observations, Lacaille emploie les tables de la Lune de 1753, modifiées et améliorées par lui-même et par Clairaut. Remarquant que les

²⁹³. Filliozat, 1993, pp. 124-126. Mme Filliozat souligne bien le paradoxe d'un Mannevillette proche voire intime des deux astronomes les plus opposés l'un à l'autre. Voir notre chapitre III.1 où nous avons souligné le respect et l'estime que manifestent d'Après et Lacaille l'un envers l'autre. A la fin des années 1770, peu de temps avant la mort de Mannevillette en 1780, Le Monnier ajoute à la traditionnelle formule de politesse, la mention « *Je vous embrasse* ».

²⁹⁴. AN, MAR, 3 JJ 341, div. 11, pièce 43 : lettre de Le Monnier à Mannevillette, de Paris, le 2 mars 1765.

²⁹⁵. AN, MAR, 3 JJ 341, div. 11, pièce 35 : lettre de Le Monnier à Mannevillette, de Paris, le 26 avril 1777.

²⁹⁶. Le Monnier, 1764b.

²⁹⁷. Lacaille, 1761a, pp. 1-57.

parallaxes trouvées à partir des observations différentes de celles issues des tables de Clairaut d'environ 30" pour les parallaxes horizontales, Lacaille estime toutefois que la négligence de petits coefficients dans les développements ne gêne pas la détermination des parallaxes polaires, les plus faibles de toutes (p. 3). La difficulté que Lacaille souligne est le calcul du mouvement horaire de la Lune en ascension droite et en déclinaison (p. 7). Pour cela il est obligé de construire une formule d'interpolation à partir de trois lieux de la Lune calculés à cette occasion (p. 15). Il semble alors ignorer ou ne pas tenir compte des tables du mouvement horaire de la Lune existantes alors. Peut-être la longueur des développements lui fait-elle peur puisqu'il écrit :

Nos meilleures Tables modernes de la Lune sont chargées d'un si grand nombre d'équations, qu'il est difficile d'en tirer avec la précision nécessaire, la quantité de ce mouvement²⁹⁸.

L'obtention de la parallaxe à partir des observations est faite d'après une relation de Clairaut. Cette méthode de Clairaut²⁹⁹ donnée par Lacaille constitue une première version de la formule de Delambre qui donne la distance Terre-Lune plutôt que l'angle parallactique lui-même.

Les réductions sont faites selon les hypothèses et calculs de Bouguer (1751).

L'essentiel de la suite du mémoire de Lacaille est très technique : il explique la manière dont il a dû réduire les observations effectuées sous plusieurs méridiens au méridien du cap de Bonne-Espérance, le détail de tous les calculs requis pour obtenir l'instant vrai du passage de la Lune au méridien du cap, et le calcul de la parallaxe de la Lune pour les méridiens du cap et de Greenwich.

Les résultats sont récapitulés par Lacaille aux pages 50-51 et consignés dans un tableau se trouvant aux pages 52-53. Des observations et des calculs, Lacaille déduit une parallaxe horizontale moyenne de 56' 56" correspondant assez bien à la valeur calculée par Pierre Bouguer (56' 55",7). Il en profite pour indiquer que de tous les paramètres de la théorie de la Lune de Newton, la parallaxe est la seule valeur quasiment exacte, malheureusement modifiée par l'éditeur des Tables de la Lune de Flamsteed.

Lacaille est soucieux d'assurer la validité de ses résultats. Aussi n'hésite-t-il pas en janvier 1761, à demander assistance auprès de l'astronome anglais Nevil Maskelyne, lui procurant une liste d'observations à effectuer sur l'île de Sainte-Hélène lors de son voyage³⁰⁰ :

²⁹⁸. Lacaille, 1761a, p. 7.

That although the parallax of the Moon seems sufficiently well determined by the observations made in 1751, in Europe and at the Cape of Good Hope, nevertheless, an element of this importance cannot be too well ascertained. He is of opinion, that Mr. Maskelyne's continuance in St. Helena may be advantageously employed in making new observations [...]³⁰¹.

Avec la publication du premier volume du *Nautical Almanac*, les échanges entre astronomes britanniques et français seront quasi-ininterrompus jusqu'à la fin du XVIII^e siècle. Au-delà des conflits régionaux, la connaissance, au siècle des Lumières, se doit d'être universelle.

III.2.2 Clairaut et les tables de la parallaxe horizontale de la Lune

1. De la théorie de la Lune de Clairaut³⁰² aux tables de la parallaxe horizontale

a - Comment sa *Théorie de la Lune* prépare-t-elle ses tables de la parallaxe ?

En 1752, Clairaut travaille à ses tables de la Lune pour les envoyer à Saint-Pétersbourg (voir supra, § I sur les tables de la Lune), et aussi à ses tables de la parallaxe :

Quant à celles de la parallaxe je n'ai pas encore achevé leur construction. Mais ayant tiré de ma théorie toutes les equations dont elles dependent, il n'est plus question que de mettre quelques jours à une operation fort ennuyeuse à la verité mais fort aisée³⁰³.

Finalement, les tables de la parallaxe horizontale seront présentées par Clairaut à l'ARS de Paris en janvier 1754 après le rapport favorable du 22 décembre 1753 sur ses tables de la Lune. Notons au passage la densité de travail engagé par Clairaut à cette époque, qui n'aura d'équivalent que les calculs entrepris pour le premier retour calculé de la comète de Halley entre juin 1757 et l'automne 1758.

²⁹⁹. Franceœur, 1821, pp. 389-390.

³⁰⁰. Lacaille, 1761 et Maskelyne, 1761, 1762.

³⁰¹. Lacaille, 1761, p. 21.

³⁰². Résultats en partie issus de mon étude sur la théorie de la Lune de Clairaut dans mon mémoire de DEA non publié : Boistel, 1995, pp. 33 et suiv.

³⁰³. Lettre de Clairaut à Grischow du 21 juin 1752 [OO IV A, 5, p. 231].

Clairaut le dit lui-même dans son mémoire³⁰⁴. Ce mémoire est lu en deux fois les 16 et 23 janvier 1754 mais n'est publié qu'en 1756 !

Clairaut annonce le contenu de son mémoire :

Dans l'ouvrage que je mets au jour, je me contente de donner les Tables, sans rendre compte des moyens par lesquels je suis parvenu à leur donner l'ordre qu'elles ont, ni de ceux dont j'ai fait usage pour construire les Tables de la parallaxe horizontale de la Lune, élément que je n'ai calculé que depuis l'impression de ma théorie³⁰⁵.

Il définit la parallaxe de la Lune comme étant l'inverse de la distance Terre-Lune, étant donné l'approximation habituelle que l'on fait sur les petits angles en confondant le sinus de l'angle et l'angle lui-même (mesuré en radians).

Clairaut explique que la formule qu'il a pu établir de l'équation de l'orbite de la Lune donne, dans le membre de gauche, une constante divisée par le rayon vecteur. Le second membre ne comportant que des valeurs dépendant de la longitude vraie (ou de l'anomalie vraie v), une simple modification faisant entrer l'anomalie moyenne de la Lune permet de donner la distance Terre-Lune et donc la parallaxe.

Voici sa manière de procéder. Clairaut part de son équation littérale donnant l'orbite lunaire sous la forme :

$$(1) \frac{k}{r} = 1 - e \cos.mv + \beta \cos.\frac{2v}{n} - \Gamma \cos.\left(\frac{2}{n} - m\right)v + \text{etc. en négligeant les termes trop petits.}$$

Le paramètre m est ainsi défini : $(1-m)$ est le rapport de l'angle dont se déplace la ligne des apsides à l'angle que parcourt la Lune dans une ellipse mobile autour de son foyer pendant la même durée. Autrement dit, c'est le rapport du moyen mouvement du périégée au moyen mouvement de la Lune. Par exemple, pendant un mois sidéral, l'avance sidérale du périégée est de $3^{\circ},042684$, comme il a été montré

³⁰⁴. HARS 1752 (Paris, 1756), pp. 142-160.

³⁰⁵. Clairaut, 1752, p. 143. Rappelons que la *Théorie de la Lune* fut imprimée à Saint-Petersbourg à l'été 1752, puisque le 13 août Clairaut en a reçu un exemplaire sorti des presses [Taton, 1976, 108]. Voir l'étude suivante sur la naissance de la première édition des tables de la Lune de Clairaut.

dans le paragraphe I (voir en note). A l'aide de valeurs modernes³⁰⁶, on peut préciser les valeurs du paramètre (1-m) :

$$1-m \approx 3^{\circ},042684 / 360^{\circ} = 0,0085190 \text{ et } m \approx 0,9915481.$$

Le paramètre n est défini comme le rapport du mouvement synodique de la Lune à son mouvement périodique sidéral :

$$n \approx 29,530588853 / 27,321661547 \approx 1,08084894 \approx 1,080 \text{ 849}.$$

Le paramètre n est lié au rapport des moyens mouvements (voir notre annexe sur la théorie de la Lune de Clairaut).

(2) Clairaut substitue l'anomalie excentrique x à l'anomalie vraie v en négligeant de nombreux termes « à cause de la petitesse excessive d'un grand nombre de termes qui viendroient de la substitution complète » (p. 144), par :

$$v = x - a \sin .mx + b \sin .2mx + \zeta \sin .\frac{2}{n}x - \alpha \sin .\left(\frac{2}{n} - m\right)x + \gamma \sin .\left(1 - \frac{1}{n}\right)x$$

(3) Après une petite modification algébrique, Clairaut obtient une nouvelle équation littérale (pp. 144-146).

(4) Puis il remplace les coefficients par leurs valeurs numérique (pp. 54 et 59 de sa Théorie) et obtient l'expression proportionnelle à la parallaxe (Pl. IV.2.2).

$$\begin{aligned} \frac{k}{r} = & 1 - 0.00548367 \cos .y + 0.0082497 \cos .2t \\ & + 0.0030261 \cos .2y + 0.0000771 \cos .4t \\ & - 0.0001866 \cos .3y \\ & - 0.0000795 \cos .(2t - 2y) \text{ etc.} \\ & - 0.0002774 \cos .(y + z) \text{ etc.} \end{aligned}$$

(5) Pour établir les tables, les angles sont remplacés par des valeurs plus parlantes aux astronomes :

- l'angle m.x est remplacé par l'angle y = **anomalie moyenne de la Lune** dans son ellipse autour de la Terre. (y = long. moy. Lune - long. moy. apogée lune (HARS 1755, p. 596)).

³⁰⁶. [B.D.L., 1997, *Introduction aux éphémérides*, p. 254]. Les valeurs numériques sont rapportées à l'équinoxe J 2000.

- l'angle $\frac{1}{n}.x$ est remplacé par l'angle $t =$ **distance (angulaire) moyenne de la Lune au Soleil**

(Clairaut écrit distance moyenne des deux astres; Lalande dit distance moyenne de la Lune au Soleil : $t =$ long. moy. Lune - long. moy. du Soleil (ibid.)).

- l'angle $(1 - \frac{1}{n}).x$ est remplacé par $z =$ **anomalie moyenne du Soleil**, valeurs données ou calculables à partir des tables astronomiques usuelles. ($z =$ long. moy. Soleil - long. apog. du Soleil (ibid.)).

(6) La quantité $\frac{k}{r}$ ne devient la parallaxe que lorsque l'unité est fixée à partir des observations.

Clairaut suppose avec Le Monnier que la parallaxe maximale est de 61'8" et cherche par identification les valeurs y, z, t qui donnent la parallaxe maximale, en éliminant tous les termes négligeables.

(7) Il obtient une première expression qu'il faut corriger des variations de l'excentricité, Clairaut aboutit finalement à l'expression de la parallaxe horizontale comportant 14 termes, à partir de laquelle il peut construire les tables :

$$\begin{aligned} \varpi = & 56'42'' - 3'5'',5 \cos.y - 28'',1 \cos.2t - 0'',3 \cos.(2t - 2y) \\ & + 10'',3 \cos.2y + 0'',3 \cos.4t \\ & - 0,6 \cos.3y \\ & \text{etc.} \end{aligned}$$

Cette relation diffère de celle qui sera donnée par Lalande dans la CDT pour 1761 et 1762 (p.195). En effet, dès 1755-56, Lalande aura rectifié l'expression ci-dessus d'après les observations astronomiques effectuées à Berlin et traitées pour son *Troisième mémoire sur la Parallaxe de la Lune*³⁰⁷.

Clairaut précise la simplicité de sa méthode permettant d'obtenir une formule

d'après laquelle j'ai construit des tables qui n'ayant point d'autres argumens que ceux du lieu de la Lune, peuvent être employés d'une manière assez expéditive: d'ailleurs, lorsqu'on voudra négliger une erreur de 3 ou 4 secondes, les six équations dépendantes de $2t-2y, y-z, y+z, 2t+z, 2t-z-y, 4t-y$ pourront être entièrement omises³⁰⁸.

³⁰⁷. Lalande, 1756, p. 377-379; Lalande donne l'expression corrigée p. 379 qui sera reproduite dans la CDT.

³⁰⁸. Clairaut, 1752b, p. 150.

Par ailleurs Clairaut avertit que dans la plupart des cas, on peut négliger l'angle z ou l'anomalie moyenne du Soleil, tant que la précision demandée n'est pas plus grande que celle obtenue à l'époque et parce que les tables de la parallaxe ne sont bâties la plupart du temps qu'à l'aide des angles y et t (pp. 150-151). Ainsi, avec seulement quatre équations, on peut obtenir la parallaxe horizontale de la Lune à quelques secondes près. Précision bien suffisante pour les besoins de la navigation !

b - Le témoignage de Grischow

Un premier témoignage de l'utilisation des tables de la parallaxe horizontale de la Lune de Clairaut, nous est fourni par Nathaniel Grischow. Dans sa lettre de septembre 1755 déjà mentionnée plus haut³⁰⁹, Grischow fait part à Clairaut de son utilisation de ses tables de la parallaxe de la Lune.

Lors d'un voyage géographique dans l'île d'Esel effectué en 1752, Grischow avait procédé à la mesure de la parallaxe horizontale polaire de la Lune en correspondance avec celles de Lacaille, et l'avait comparée au calcul issu des tables de Clairaut. La mesure de Grischow est la suivante : $\frac{12}{23}$ Févr. 1752 à 7^h du soir : 59' 12" (les dates sont données dans les deux calendriers, julien et grégorien). Le calcul de Grischow effectué sur les tables de Clairaut donne pour la même date : 59' 4", soit un écart entre valeurs calculée et observée (le "C-O") de -8".

Grischow précise alors à Clairaut une petite correction à apporter à ses tables. Celles-ci donnent la parallaxe horizontale à Paris un quart de minute d'arc ou 15" plus faible que celle issue des observations. Grischow promet enfin de comparer encore les tables aux observations qu'il est censé aller effectuer à nouveau dans cette île. Malheureusement, nous n'avons pas trouvé traces de ces comparaisons.

2. Les Tables de la parallaxe horizontale de Clairaut dans la CDT

A la suite de ses travaux sur la parallaxe de la Lune, Lalande intègre les tables de Clairaut dans la CDT pour 1761 et 1762, volumes publiés respectivement en 1759 et 1760. En 1759, Lalande rédigeant le volume de la CDT pour 1761 écrit que

³⁰⁹. Lettre inédite de Grischow à Clairaut de sept. 1755 [AAN, f.1, op.3, n°20, fol. 119v°-120r°].

les tables de M. Clairaut m'ont mis à portée de concilier toutes nos observations beaucoup mieux que je n'avois pu le faire dans les mémoires de 1753 et 1756 parce qu'alors je comparois les observations aux tables de Halley où l'on ne trouve que trois équations pour la parallaxe tandis que M. Clairaut en a calculé quatorze³¹⁰.

Les tables de la parallaxe corrigées par Lalande sont publiées dans la CDT pour 1761 : la valeur de la parallaxe horizontale est donnée dans la sixième colonne de la troisième page de chaque mois et les explications des tables aux pages 194-196. Rappelons que Lalande propose deux petites tables de corrections à apporter aux calculs de la parallaxe en tenant compte de la forme de la Terre dans l'hypothèse où celle-ci est représentée par un sphéroïde aplati qui seront à l'origine du rapport extrêmement défavorable à Le Monnier dressé par Lacaille le 3 février 1762, dans la polémique évoquée plus haut.

C'est encore à cette époque que Clairaut reçoit les éloges de Pingré dans un mémoire sur la parallaxe de la Lune lu le 14 juillet 1764³¹¹. En effet, s'émancipant de l'opposition systématique aux travaux de Clairaut adoptée par son mentor Le Monnier³¹², Pingré explique que Clairaut a, dans les années précédentes, établi de bonnes tables et produit des travaux très importants sur le problème de la parallaxe de la Lune. La publication des tables de Clairaut dans la CDT par Lalande n'est sans doute pas étrangère à cette reconnaissance.

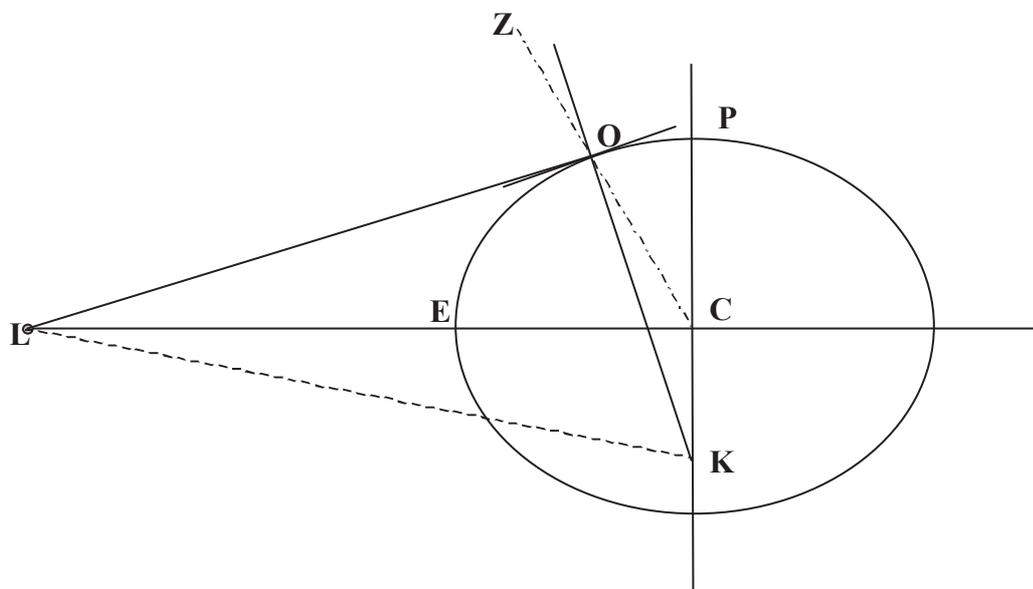
³¹⁰. Lalande, CDT pour 1761, (Paris, 1759), p. 195.

³¹¹. Pingré, 1764a, p. 371 et suiv.

³¹². Voir supra, chap. III.2 sur les relations entre Pingré, Le Monnier et Lacaille où je montre comment Pingré évolue dans les années 1760.

Figure IV.2.5 : Parallaxe de la Lune dans un sphéroïde aplati.

L'observateur supposé en K et celui qui serait en C ne voient pas la Lune à une même distance de l'équateur et du pôle [Lalande, 1764, *Astronomie*, tome I, fig. 94, pl. VIII, p. 654]. Les calculs dépendent alors des hypothèses avancées pour la figure de la Terre.



Après 1762, les tables de la parallaxe de la Lune de Clairaut ne seront plus publiées. En 1771, par exemple, le calcul de la parallaxe proposé pour un usage nautique est bien différent. Lalande donne la parallaxe horizontale pour Paris ainsi qu'une analogie permettant de trouver rapidement la valeur sans obliger le navigateur à recalculer tous les termes à partir des tables.

Rappelons que, dans la pratique, la parallaxe de hauteur (p) se calcule à partir de la parallaxe horizontale (ϖ) et la hauteur apparente de la Lune (h_{app}) par la relation suivante ³¹³ :

$$p = \varpi \times \cos(h_{app}) \text{ en tenant compte des approximations courantes sur les petits angles.}$$

Si les tables de Clairaut constituaient un réel progrès, deux obstacles s'opposaient à leur pérennité :

1°. La longueur des calculs : bien qu'autorisant un calcul plus précis et plus pratique de la parallaxe, ces tables accroissaient la longueur déjà insupportable de la réduction des observations à la longitude terrestre.

³¹³. Jeurat, 1781, p. 17 par exemple mais on peut multiplier les références ici.

2°. La validité des tables à long terme : selon Dionis Duséjour, en 1769, les tables de la Lune de Mayer et de Clairaut divergent notablement, malgré quelques tests ponctuels plutôt en faveur des tables du géomètre français. En 1771, Duséjour, pourtant animé du désir de sauver les tables de la Lune de son ami Clairaut, montrera qu'elles sont à utiliser avec circonspection³¹⁴.

Les tables de Clairaut n'auront donc connu qu'un succès réel mais limité.

Ultérieurement, les éphémérides nautiques françaises, qui ne prendront une forme plus conforme aux usages des marins que vers 1792³¹⁵, évoluent peu à peu sous l'influence de la présentation des tables de corrections des distances lunaires publiées dans le *Nautical Almanac*. Dans un souci de simplification des calculs, les éditeurs des éphémérides intégreront les corrections de réfraction et de parallaxe, données simultanément en un seul et même terme correctif. Le marin n'aura plus qu'à appliquer la correction "parallaxe de la Lune - réfraction" selon la hauteur observée. Cette procédure se stabilise au début du XIX^e siècle, comme on peut le voir, par exemple, dans le *Cours d'observations nautiques* du P. Ducom paru à Bordeaux en 1820.

Pour une utilisation nautique de sa *Théorie de la Lune*, après avoir établi des tables donnant la position de la Lune dans le ciel et après avoir donné des tables de la parallaxe horizontale lunaire autorisant les corrections de hauteurs de la Lune, il restait à Clairaut à construire des tables donnant le mouvement horaire de la Lune.

Cette dernière phase n'était peut-être pas la plus simple. Voyons pourquoi.

³¹⁴. Duséjour, 1771b, pp. 163-168.

³¹⁵. Voir notre petite histoire de la CDT (chapitre II.2).

IV. LE DIFFICILE PROBLÈME DU CALCUL DU MOUVEMENT HORAIRE DE LA LUNE

IV.1 EN QUOI RÉSIDE LA DIFFICULTÉ ?

IV.1.1 Pourquoi entreprendre le calcul du mouvement horaire de la Lune ?

Lalande nous dit ce en quoi consiste le calcul du mouvement horaire de la Lune :

Le mouvement de la Lune dans son orbite pendant une heure, seroit toujours de 32' 56",4 si la Lune décrivait une orbite circulaire autour de la Terre, sans être troublée par l'attraction du Soleil ; mais les inégalités considérables de la Lune font que le mouvement horaire varie depuis 29 jusqu'à 38 minutes ; en sorte qu'il est nécessaire d'avoir égard à toutes ces inégalités pour trouver exactement le mouvement horaire³¹⁶.

Le calcul de l'angle horaire ou l'emploi des distances lunaires nécessitent des observations très rapprochées voire simultanées, qu'un observateur seul ne peut effectuer. La réduction des observations exige que celles-ci (hauteur de la Lune, hauteur d'une ou deux étoiles, distance luni-astrale ou luni-solaire etc.) soient toutes rapportées au même instant. Il est donc nécessaire de connaître le mouvement de la Lune le plus précisément possible pour quelques minutes ou de savoir de quelle quantité la Lune s'est déplacée pendant les minutes qui séparent les observations. Dans le cas d'un observateur seul, le raccordement des observations est à ce prix. Notons que c'est pour éviter ce long calcul que dans la méthode courante, trois observateurs sont requis et effectuent des observations quasi-simultanées.

La non-uniformité du mouvement de la Lune tant en longitude qu'en latitude rend hasardeuses les interpolations entre les valeurs tabulées. Du moins ne peut-on se contenter d'interpolations linéaires et doit-on avoir recours à des procédures plus élaborées.

Lalande nous donne quelques explications : la méthode ordinaire consiste à calculer le vrai lieu de la Lune pour deux instants séparés d'une heure, en prenant garde de ne pas se tromper dans les calculs. Mais la précision de ces positions calculées dépend de la précision et du nombre des termes qui seront conservés dans les développements employés.

Une seconde solution est celle adoptée par Clairaut et d'Alembert à partir de leurs théories : dresser des tables ou employer des développements tout faits afin de calculer le mouvement horaire de la Lune,

³¹⁶. Lalande, CDT pour 1765, p. 188.

comme en témoigne Grandjean de Fouchy, soulignant au passage, le souci de Clairaut de compléter sa théorie :

Les tables de M. Clairaut ne faisoient aucune mention du mouvement horaire vrai de la Lune, du chemin qu'elle fait en une heure dans les différens points où elle se trouve; on peut toũjours à la vérité l'en déduire, mais par un calcul assez long: M. Clairaut a de même trouvé les moyens d'abréger ce calcul & de le rendre plus facile. C'est peut-être la première fois que la Théorie Newtonienne ait été appliquée d'une manière aussi directe & aussi précise à la construction des tables de cette planète [...]³¹⁷

IV.1.2 Illustrations

a - Un témoignage de Lacaille

Dans son *Mémoire sur la parallaxe de la Lune*, lu le 15 avril 1761, Lacaille précise les difficultés qu'il rencontre :

Le calcul le plus long que j'ai eu à faire dans mes réductions est celui du mouvement vrai de la Lune en ascension droite & en déclinaison, dans l'intervalle de temps absolu écoulé entre les deux instants des observations qu'il falloit comparer. Nos meilleures Tables modernes de la Lune sont chargées d'un si grand nombre d'équations, qu'il est difficile d'en tirer avec la précision nécessaire, la quantité de ce mouvement. J'ai donc pris le parti dans chacune de mes recherches, de calculer de deux heures en deux heures, & quelquefois de trois en trois heures trois lieux vrais de la Lune en longitude & en latitude, que j'ai réduits ensuite en ascensions droites & en déclinaisons: & comme ces mouvemens, & sur-tout ceux en déclinaison, ne sont jamais uniformes, j'ai construit à chaque fois une formule d'interpolation [...]

Précisant son calcul, Lacaille écrit plus loin :

Je cherche le temps vrai du passage de la Lune au méridien qui résulte des observations. Je calcule d'abord sur les Tables de M. Clairaut, trois positions vraies de

³¹⁷. Fouchy, 1752, p. 116. Phrase soulignée par nous.

³¹⁸. Lacaille, 1761, p. 7.

la Lune, tant en longitude qu'en latitude, en ascension droite, & en déclinaison pour trois instans, savoir pour celui de l'heure du passage de la Lune au méridien du Cap à peu-près connu, & pour deux heures, & ensuite pour quatre heures après³¹⁹.

Lacaille développe ensuite des formules d'interpolation pour le mouvement de la Lune en déclinaison et en ascension droite pour des intervalles de deux heures. Il obtient ainsi le mouvement horaire en degrés, minutes et dixièmes de degré (à 6" près). A l'aide de ces formules il en déduit une relation lui permettant de calculer assez précisément le temps du passage du demi-diamètre de la Lune au méridien, pour chaque lieu d'observation et le réduisant finalement au méridien du cap de Bonne-Espérance³²⁰.

Dans la pratique le plus souvent, à l'exemple de Lacaille, on calcule plusieurs lieux de la Lune et on interpole³²¹. Le mouvement horaire s'obtient à la suite d'interpolations effectuées sur plusieurs lieux de la Lune tabulés, et le plus souvent calculés à cet effet. Lalande précise bien la manière d'effectuer ces interpolations en calculant les différences du second ordre. Mais parfois les astronomes n'hésitent pas à vouloir faire calculer les différences du troisième et du quatrième ordre³²² ! De bien longs calculs pour des capitaines marchands.

b - Aperçu du calcul du mouvement horaire de la Lune chez Tobias Mayer

Tobias Mayer avait proposé dans les années 1750 une formule permettant le calcul du mouvement horaire. Il est intéressant de voir comment dans la pratique, Nevil Maskelyne, alors en voyage vers l'île de Sainte-Hélène pour un essai des méthodes des distances lunaires, explique ce calcul :

Call A, B, C and D the differences of the equations of the center, evection and variation, and reduction to the ecliptic, for 1° addition to their arguments ; where it must be noted, that they must have the same sign as the equation, if it is increasing; but a contrary sign if it is decreasing. Compute the value of 32'56" +

³¹⁹. Lacaille, 1761, p. 14.

³²⁰. Lacaille, 1761, p. 15.

³²¹. Voir Lalande CDT 1762, pp. 150-152.

³²². Voir Bézout (an II = 1793), *Traité de Navigation [...]*, pp. 267-271.

$$A \times \frac{11}{20} \times \frac{99}{100} + B \times \frac{1}{2} \times \frac{16}{17'}, \text{ which put} = H ; \text{ and the true horary motion of the Moon in}$$

$$\text{her orbit} = H + C \times \frac{H - 2'28''}{60'}, \text{ which put} = K'; \text{ and the horary motion of the Moon in the}$$

$$\text{Ecliptic is } K + \frac{D \times K'}{60'}.^{323}$$

Cette manière de procéder ressemble alors plus à de l'ajustement des résultats à l'aide de termes empiriques. Elle ne pouvait manquer de rendre dubitatif les géomètres Euler et d'Alembert, voire Clairaut, partisans de méthodes générales et rigoureuses.

Maskelyne et Mason proposeront dans leurs éditions ultérieures du *Nautical Almanac* et dans la seconde édition des *Tables de la Lune* de Mayer (1770), des formules élaborées sur les tables de Mayer et ses arguments³²⁴. L'expression donnant le mouvement horaire de la Lune en longitude selon les tables de Mayer ressemble alors à l'expression suivante³²⁵ :

$$+0'',4382.\cos \text{ArgI} - 0'',01276.\cos \text{ArgI} - 1''.0968.\cos \text{ArgII} - 1''.30583.\cos \text{ArgIII} - 0.9780 \cos \text{ArgIV}$$

$$-42'',2150.\cos \text{ArgV} + 0'',602.\cos 2\text{ArgV}$$

etc.

La signification des angles ou arguments (Arg I, Arg II etc.) de la théorie de Mayer est expliquée par Lalande dans l'*Encyclopédie Méthodique- Mathématiques*³²⁶.

IV.2 LES TABLES DU MOUVEMENT HORAIRE DE CLAIRAUT (avril 1755)

IV.2.1 Les travaux théoriques : des tables de la Lune au mouvement horaire

Clairaut exploite ici ses tables de la Lune publiées en 1754 mais, rappelons-le, prêtes depuis la fin de l'année 1751.

³²³. Maskelyne, 1762, p. 572.

³²⁴. Cf. Lalande, CDT 1761, pp. 169-174 pour les explications et pp. 121-140 pour les tables calculées selon les tables de Mayer (reproduction partielle infra).

³²⁵. AD H, D. 128, fol. 210v°. Voir infra.

³²⁶. *Encycl. Method. Math.*, 1785, tome II, pp. 352-353.

1. Le mémoire de CLAIRAUT, le 30 avril 1755, HARS 1752 (Paris, 1756), « Construction des tables du mouvement horaire de la Lune », pp. 593-622. Ce mémoire suit de quelques mois celui sur la construction des tables de la Parallaxe horizontale de la Lune (lu les 16 et 23 janvier 1754 à l'ARS).

Comme pour les parallaxes, Clairaut apporte les modifications nécessaires de l'équation donnant le lieu vrai de la Lune sur son orbite. Le principe exposé par Clairaut (pp. 594-595) est d'établir la manière dont les angles (ou les arguments) figurant dans les équations ou les termes correctifs au lieu moyen de la Lune varient en une heure³²⁷. Il s'agit donc de calculer la valeur d'un angle connaissant sa variation horaire. Les moyens mouvements horaires des angles (ou arguments) y , t z etc., sont donnés par Clairaut dans l'édition des *Tables de la Lune* (p. 15).

Clairaut détaille la manière dont chaque terme, donne la correction à apporter à l'expression du mouvement horaire moyen de la Lune (pp. 596-599). La valeur finale du mouvement horaire de la Lune est donnée en p. 599 et reproduit ci-après.

Les pages 600-606 comportent les tables qui sont reproduites dans la CDT pour 1765. Elles permettent de calculer le mouvement horaire en longitude de la Lune. Dans un souci d'exhaustivité, le géomètre Clairaut poursuit ses recherches en donnant les corrections du mouvement horaire en Latitude (pp. 607-613). Suivent les explications et le mode d'emploi des tables.

Remarquons que Clairaut, peut-être à la demande de Lacaille, s'est donné la peine de simplifier la procédure pour le calcul de plusieurs lieux de la Lune consécutifs : « Manière de déterminer le mouvement de la Lune pendant plusieurs heures, sans prendre la peine de calculer deux lieux de cet astre »³²⁸. Clairaut fournit de même des tables abrégées remplaçant les précédentes.

Le mémoire se termine par une planche montrant une disposition possible des calculs, ainsi qu'un exemple de calcul pour le mouvement horaire de la Lune, donnant la longitude et la latitude. Cette planche est reproduite plus loin (planche IV.2.5).

³²⁷. Lalande en expose le principe d'après le mémoire de Clairaut, dans la CDT pour 1765, p. 190; cet exposé est plus simple et plus condensé.

³²⁸. Clairaut, 1752c, pp. 616-622.

2. La polémique publique entre d'Alembert et Clairaut publiée dans le JDS, février 1758

Si Clairaut a donné une table des mouvements horaires de la Lune indépendamment de toutes références, d'Alembert avoue l'avoir fait pour compléter les tables des *Institutions Astronomiques* de Le Monnier. D'Alembert et Clairaut conviennent que leurs deux méthodes sont « *aussi expéditives l'une que l'autre* »³²⁹. La polémique porte sur la précision atteinte par ces tables, meilleure de l'ordre de quelques secondes chez Clairaut, précision qu'avec raison d'Alembert juge illusoire compte tenu de celle des observations effectuées en mer. Clairaut lui répond que la théorie et les observations étant susceptibles d'améliorations, il n'est pas inintéressant de conserver la possibilité d'un calcul aussi précis.

Mais le principal reproche que Clairaut fait à d'Alembert est que celui-ci n'a pas présenté ses tables de manière pratique pour les astronomes et qu'il reste beaucoup de travail pour qui voudrait les employer :

Je conviens que si L'Auteur avoit pris la peine de dresser des tables d'après sa méthode, elle seroit devenue suffisamment commode ; mais pourquoi en laisser la peine aux autres ? Les Astronomes n'ont déjà que trop d'opérations pénibles à faire³³⁰.

IV.2.2 Le devenir des tables du mouvement horaire de Clairaut dans la CDT

Lalande les juge meilleures que celles de Mayer. Les tables du mouvement horaire de la Lune sont insérées pour la CDT de 1765 (publiée à Paris en 1763) : les explications sont données aux pp. 188-191 et les tables pp. 109-116. Elles sont données en même temps que les tables de la parallaxe horizontale. Lalande reproduit dans la CDT pour 1765 les tables permettant de déterminer le mouvement horaire de la Lune en longitude (ce sont les tables pp. 600-606 du mémoire lu le 30 avril 1755) (Voir Planche IV.2.6).

Il est à noter, à l'image des erreurs éditoriales de Lalande déjà signalées à l'occasion de la méthode graphique de Lacaille, une autre erreur dans un exemple numérique présenté par Lalande. Il se trompe dans les valeurs d'un calcul proposé pour le 31 mars ; dans l'exemple proposé, c'est le 30 février qui est indiqué. Par ailleurs, Lalande ne fournit pas la clé de lecture du tableau de la page 111 du volume de la

³²⁹. JDS, février 1758, p. 79.

³³⁰. JDS, février 1758, p. 79.

CDT pour 1765 : plusieurs entrées sont possibles, selon les heures ou les minutes. L'utilisateur potentiel reste donc perplexe devant ces tables !

Les tables de Clairaut ne seront plus reproduites ou mises à jour dans les volumes ultérieurs de la CDT. Et pour cause, puisqu'en 1765, la seconde édition de la *Théorie de la Lune* de Clairaut constituera une remise à jour de ces tables et qu'il faudra attendre 1771 pour que Dionis Duséjour discute de la validité des tables du mouvement horaire de Clairaut.

Trop compliqués pour les marins, ces calculs ne s'adresseront qu'aux astronomes et resteront d'un usage confidentiel. Avec Borda (après 1773), trois observateurs effectuent des observations simultanées de distances luni-solaires : le calcul du mouvement horaire n'est alors plus nécessaire et pour connaître le lieu de la Lune à une heure précise, on peut se contenter d'interpolations sur les lieux de la Lune à partir de tables précises.

IV.2.3 Deux regards critiques tardifs sur le mouvement horaire de la Lune chez Clairaut

L'édition des tables de Clairaut du mouvement horaire de la Lune dans la CDT pour 1765, et ses nouvelles recherches publiées cette même année, jettent le trouble dans les esprits de certains astronomes. En effet, Clairaut propose, dans les dernières pages de sa théorie, de nouvelles tables ainsi qu'une formule permettant de relier le mouvement horaire en longitude à la parallaxe horizontale de la Lune, formule non démontrée par Clairaut :

$$\text{Mouv}^t . \text{hor.} = 7106029'' . \sin^2 \varpi + 1'' . 7$$

A l'aide de cette expression, Clairaut a pu construire une table qui deviendra objet des discussions et de commentaires tardifs explorés ci-après.

a - Le regard de Dionis Duséjour

La première et principale critique provient de Dionis Duséjour. Elle est exposée dans un très long mémoire³³¹ sur de nouvelles méthodes analytiques — lu en plusieurs fois à l'Académie — qui constituera la base de son grand traité d'astronomie édité quelques années plus tard³³².

³³¹. Duséjour, 1771a, pp. 97-240.

Ses *Remarques sur les mouvemens horaires que l'on déduit des Tables de M^{rs} Clairaut et Mayer*³³³ constitue une excellente grille de lecture des tables lunaires de ces deux géomètres-astronomes, et principalement de Clairaut. Duséjour rappelle les deux méthodes employées pour le calcul du mouvement horaire :

1°. en l'absence de tables du mouvement horaire, l'observateur calcule deux lieux de la Lune à l'aide des tables courantes puis, à l'aide d'interpolations plus ou moins heureuses, il en déduit le mouvement de la Lune pendant une heure tant en longitude qu'en latitude ;

2°. l'observateur dispose de tables du mouvement horaire : un simple calcul à l'aide de celles-ci lui donne la valeur cherchée pour la plage horaire désirée.

Bien évidemment, la première méthode conduit à de longs et fastidieux calculs logarithmiques — dans lesquels une erreur de calcul peut facilement se glisser —, puisqu'il faut effectuer deux fois le même calcul. La seconde limite ces erreurs et a le mérite d'être directe.

Duséjour se propose d'appliquer les deux méthodes concurrentes pour le calcul du mouvement horaire à l'éclipse de Soleil du 4 juin 1769 pour laquelle les tables de la Lune de Clairaut et Mayer divergent le plus³³⁴. Après avoir expliqué le principe des calculs, il donne un tableau récapitulatif³³⁵ reproduit ci-après (table IV.2.6).

³³². Duséjour, Dionis, 1789, *Traité analytique des mouvemens apparens des corps célestes*, Paris, V^{ve} Valade (2 vols. in-4°). [BM Nantes, 19.329*rouge].

³³³. Duséjour, 1771b.

³³⁴. Duséjour, 1771b, pp. 163-164.

³³⁵. Duséjour, op. cit., p. 164.

* * *

Table IV.2.6 : Tableau de comparaison des tables de la Lune et du mouvement horaire de Tobias Mayer³³⁶ et d'Alexis Clairaut³³⁷ par Dionis Du Séjour [HARS, 1771 (Paris, 1774), p. 164]. Les résultats en caractères gras sont à comparer entre eux ; ils sont donnés en minutes (M) et secondes d'arc (S). Puisque la comparaison de deux lieux de la Lune calculés sur les tables de Clairaut donne approximativement le même résultat que les tables du mouvement horaire de Mayer, il est préférable d'employer les tables de Mayer.

	MOUVEMENTS HORAIRE EN LONGITUDE		MOUVEMENTS HORAIRE EN LATITUDE	
	Conclus des Tables des mouvements horaires	Conclus de la comparaison de deux lieux calculés	Conclus des Tables des mouvements horaires	Conclus de la comparaison de deux lieux calculés
	M. S.	M. S.	M. S.	M. S.
Tables de MAYER	37. 53,8	37. 55,0	3. 27,8	3. 28,0
Tables de CLAIRAUT	37. 58,5	37. 54,6	3. 26,5	3. 27,3

* * *

Le commentaire de ce tableau est guidé par cette condition énoncée par Duséjour :

La première condition que l'on a droit d'exiger des Tables des mouvements horaires, est de représenter ce que l'on trouveroit exactement par la comparaison de deux lieux calculés³³⁸.

Ainsi, il apparaît que les tables de Mayer sont préférables puisque les tables de Clairaut donnent au final des écarts plus grands entre les résultats issus des deux méthodes. Duséjour remarque par ailleurs que la comparaison de deux lieux de la Lune calculés sur les tables de Clairaut donne à très peu près le résultat obtenu d'après les tables du mouvement horaire de Mayer (valeurs en caractères gras). C'est alors pour lui un argument en faveur de l'emploi des tables de Mayer :

³³⁶. Voir Maskelyne, 1762, p. 572.

³³⁷. Voir Clairaut, 1765, pp. 159-161. Clairaut traite ici le mouvement horaire de manière un peu différente de ce qu'il faisait dans son mémoire publié dans les HARS 1752, pp. 593-622.

[...] à l'instant même où les tables du mouvement horaire de M. Clairaut sont inexactes, la comparaison de deux lieux calculés par ses grandes tables donne à très-peu près, les mouvements horaires de M. Mayer.

D'où l'erreur des tables du mouvement horaire de Clairaut peut-elle provenir ? Duséjour suggère de chercher la principale cause d'incertitude dans le fait que le premier terme de son développement dépend de la parallaxe horizontale de la Lune. Mais en 1765, dans la seconde édition de sa *Théorie de la Lune*, Clairaut n'avait pas fourni les explications de la construction de la table reliant le mouvement horaire à la parallaxe horizontale³³⁹. Se présentant comme l'un de ses grands amis³⁴⁰, Duséjour tente alors de sauver les tables de Clairaut et suggère — à l'image du procédé employé pour les des tables de Halley — l'addition de termes correctifs ainsi qu'un protocole de correction des tables afin qu'elles donnent des résultats proches de celles de Mayer. Il propose l'équation de correction semi-empirique suivante au mouvement horaire en longitude donné par les tables de Clairaut :

$$+ \frac{3'' \cdot (32'30'' - \text{variation horaire actuelle})}{3'40''}$$

Mais Duséjour n'est pas dupe de l'artifice que représente sa proposition. Il doit se résoudre finalement à admettre que « *les tables du mouvement horaire de la Lune de Clairaut sont à employer avec circonspection* »³⁴¹.

Notons que Duséjour exhorte les astronomes à se lancer dans une large vérification des tables de la Lune de Clairaut qui n'ont alors comme seule référence que leur bonne réputation et quelques utilisations ponctuelles³⁴² :

Il seroit à désirer que les Astronomes voulussent prendre la peine de vérifier les tables de M. Clairaut, comme celles de Mayer l'ont été par les Anglois ; on pourroit alors prononcer avec connoissance de cause, sur des tables que l'on convient avoir

³³⁸. Duséjour, 1771b, op. cit., p. 164.

³³⁹. Clairaut, 1765, pp. 96-97, 112-118 et 139-154.

³⁴⁰. Nous n'avons pas encore trouvé de traces écrites et de témoignages de l'amitié entre Clairaut et Duséjour en dehors du mémoire de 1771 de ce dernier.

³⁴¹. Duséjour, 1771b, op. cit., p. 168.

³⁴². Voir le chapitre suivant (IV.3) et les comparaisons des tables de la Lune effectuées à l'occasion de l'éclipse annulaire du Soleil du 1^{er} avril 1764.

toujours bien donné, dans toutes les circonstances où l'on en a fait usage, & contre lesquelles la seule objection proposée jusqu'ici est qu'elles n'ont point été vérifiées³⁴³.

Cette suggestion sera entendue par Jeurat qui, jusqu'en 1783, secondé par L.R.J. Cornelier-Lémery n'aura de cesse de comparer les tables de la Lune (voir notre chapitre IV.3), s'appropriant de la manière la plus efficace et la plus éclatante le projet formulé par Dionis Duséjour en 1771.

Delambre apportera le petit commentaire suivant aux mouvements horaires de la Lune chez Clairaut :

[...] ils sont très peu exacts, ainsi que je l'ai reconnu en les décomposant, et comme Duséjour l'avait démontré par les observations. Duséjour y faisait une correction empirique, qui pouvait aller à 9'' ; mais elle devient inutile, quand on différencie exactement la formule entière³⁴⁴.

b - Un mémoire (anonyme) conservé aux Archives Départementales de l'Hérault [D.128, fol. 209-214 (septembre 1788)]

Les Archives Départementales de l'Hérault conservent un mémoire manuscrit anonyme sur le mouvement horaire de la Lune, non signé et daté de septembre 1788. Plus exactement, une courte note en page de titre indique que ce mémoire fut examiné par M. Cousin, le 5 septembre 1788, puis envoyé à l'impression (peut-être dans les mémoires de l'Académie des Sciences de Montpellier). Ce mémoire inédit comporte d'éclairants commentaires sur les tables de Clairaut et nous l'avons consulté pour cette raison.

Son auteur étant inconnu, il était intéressant de chercher à l'identifier. Or ce texte porte une annotation rayée et corrigée : « *C'est d'après ces considérations que j'ai calculé des tables suivantes qui sont dans la Connaissance des tems [...] de 1791* »³⁴⁵. On trouve ainsi en effet dans la CDT pour 1791 (Paris, 1789) des « Tables du mouvement horaire de la Lune » (pp. 255-278) calculées par M. de

³⁴³. Duséjour, 1771b, p. 165.

³⁴⁴. Delambre, 1827, HA 18, p. 230.

³⁴⁵. AD H, D.128, fol. 211v°.

Lambre³⁴⁶. Comme il a été précisé dans le chapitre II.2, il s'agit donc de Jean-Baptiste Delambre, l'un des « calculateurs de l'ombre »³⁴⁷ engagés par Lalande et ses successeurs afin de se décharger de l'ennuyeux travail exigé par la rédaction des éphémérides. Ce mémoire semble entrer dans les travaux de jeunesse de Delambre.

Débutant par un examen des travaux de Mason et de Maskelyne sur les tables de T. Mayer, Delambre prétend les compléter. Il propose une correction et une addition aux formules du mouvement horaire de Mayer données par Charles Mason (fol. 210v°). Correction bien minime et dont la petitesse est soulignée par l'auteur lui-même, puisqu'elle se limite à 3" !

Au feuillet 212, a été insérée une feuille intitulée « *Remarques sur les tables du mouvement horaire de M. Clairaut* », d'une écriture très différente de la précédente. Son auteur reprend le développement du mouvement horaire sans négliger les termes omis par Clairaut. Il estime finalement l'erreur occasionnée à 3",25 par l'emploi de ces tables "abrégées" (voir planche IV.2.4).

Le mémoire se poursuit aux fol. 213 à 214v°, avec l'écriture de l'auteur des premiers feuillets. Delambre traite des tables de la Lune publiées par Clairaut dans sa seconde édition en 1765. Il se propose de retrouver les explications et les démonstrations que Clairaut n'a pas fournies à la construction de la table reliant le mouvement horaire à la parallaxe horizontale de la Lune³⁴⁸, table critiquée par Dionis Duséjour dans le mémoire présenté au paragraphe précédent.

Le mouvement horaire en longitude est relié à la parallaxe horizontale de la Lune par la relation suivante, rappelons-le, non démontrée par Clairaut : $\text{Mouv}^{\text{h}} . \text{hor} . = 7106029'' . \sin^2 \varpi + 1'' . 7$

A l'aide de cette relation, Clairaut a pu construire une table, objet des discussions et de ces commentaires tardifs. S'inscrivant dans le même projet de vérification et d'éclaircissement des tables du mouvement horaire de Clairaut suggéré par Duséjour, l'auteur explique que :

³⁴⁶. Mes remerciements vont à M^{me} Marie Louise Prévot, de l'Observatoire de Marseille, pour son aide sur ce sujet. Le volume de la CDT de 1791 ne se trouve ni à Nantes, ni aux Archives de l'Académie des Sciences, ni à la Bibliothèque de l'Institut.

³⁴⁷. Voir supra, chap. II.2.

³⁴⁸. Clairaut, 1765, p. 159-161.

La table I dépend de la Parallaxe horizontale. l'auteur [Clairaut] a pris ce parti pour que les Equations subséquentes [fussent] moins considérables. l'inconvénient est que la Théorie en est plus compliquée et les erreurs plus difficiles à découvrir ; car M. Clairaut n'a laissé aucun renseignement sur la construction de ces tables³⁴⁹.

Tenant de combler les lacunes des explications fournies par Clairaut, l'auteur examine un par un les différents termes du développement, propose de légères corrections aux inégalités de la Lune ou aux coefficients du développement, cohérentes avec celles proposées pour la correction des tables de Mayer, pour la rectification du calcul du mouvement horaire de la Lune en longitude. Il aboutit finalement à une correction permettant d'atteindre, selon lui, une précision au dixième de seconde d'arc sur les formules du mouvement horaire donné par Clairaut :

Quelle que puisse être la cause de la différence entre la table I de M. Clairaut et celle que j'ai calculée, il me paroît certain qu'en réduisant en tables toutes les formules que je viens de démontrer on auroit avec la précision des dixièmes de seconde le mouvement horaire qui résulte de la Formule de Longitude de M. Clairaut³⁵⁰.

Objectif bien illusoire en regard de la précision générale, tant des observations effectuées en mer que des valeurs tabulées entrant dans le calcul de la longitude terrestre.

³⁴⁹. AD H, D. 128, fol. 213r°.

³⁵⁰. AD H, D. 128, fol. 214v°.

CONCLUSION

Cette présentation des travaux de Clairaut complète formidablement le regard habituel des historiens sur la théorie de la Lune, qui ne s'arrêtent le plus souvent qu'à l'examen des équations analytiques de l'orbite de la Lune issues de la résolution du problème des trois corps. Cette vision trop interne de l'histoire des mathématiques mixtes au XVIII^e siècle n'était pas suffisante et un examen plus complet se devait de prendre en compte le problème de la parallaxe et du mouvement horaire de la Lune, le tout formant un ensemble théorique cohérent. En l'espace de cinq années, de décembre 1750 à avril 1755, Clairaut aura achevé et complété sa théorie de la Lune, développant et s'acharnant à « livrer clefs en mains » des tables des positions de la Lune, de la parallaxe horizontale et du mouvement horaire lunaire. A travers ce vaste ensemble, Clairaut manifeste clairement sa volonté de fournir des résultats concrets, utilisables, et pratiques. Il contribue, plus que tout autre géomètre de l'Académie, à une réflexion générale sur les méthodes de l'astronomie nautique à cette époque. Ses travaux, commentés jusqu'à la fin du XVIII^e siècle, trente à quarante années après son décès, marquent l'histoire de l'astronomie et ce, d'une manière plus forte que ce que l'on imaginait auparavant.

Les recherches sur la théorie de la Lune sont le décor d'une joute entre les deux astronomes les plus influents de l'Académie entre 1750 et 1762, Lacaille et Le Monnier. Les rivalités claniques et les querelles d'autorité sont aussi le berceau de querelles de méthodes scientifiques. L'opposition entre Lacaille et Le Monnier apparaît profonde : personnelle et professionnelle, elle touche à presque tous les domaines de l'astronomie nautique, pratiques et théoriques.

Durant toutes ces années, entre 1750 et 1756, Clairaut ne manifeste aucun intérêt particulier pour une quelconque récompense pour les longitudes en mer. Quand en 1756, Lacaille et Lalande s'emparent de ses travaux pour affiner la connaissance de la parallaxe de la Lune, Clairaut s'est déjà tourné vers d'autres sujets de recherches : lunettes achromatiques et théorie du mouvement des comètes. Il faut attendre sa nomination comme « préposé au perfectionnement de la Marine », au décès de Pierre Bouguer (voir supra, chap. I.2), pour voir peu à peu émerger, chez Clairaut, une fibre maritime, si discrète soit-elle. Lorsqu'il entreprend en 1761 la révision de sa théorie, sans doute sous l'insistance de l'abbé Lacaille, Clairaut ne se doute peut-être pas que ses tables vont connaître un formidable succès à l'occasion de l'éclipse annulaire de Soleil du 1^{er} avril 1764. Cette réussite va le pousser à réclamer sa part du prix britannique des longitudes, ce qui n'avait jamais été souligné par ses biographes. Voyons cela dans le chapitre suivant.

PARTIE IV - CHAPITRE 3

IV.3

**ALEXIS-CLAIRAUT ET LES LONGITUDES EN MER :
UN RENDEZ-VOUS MANQUÉ ?**

PLAN

I. TOBIAS MAYER, LAURÉAT DU PRIX BRITANNIQUE DES LONGITUDES EN 1765

I.1 Bref historique des recherches de Tobias Mayer sur les tables de la Lune.

I.2 Clairaut réclame sa part de récompense.

I.2.1 Contenu de la lettre de Clairaut à John Bevis du 11 avril 1765.

I.2.2 Commentaires.

I.2.3 Autres explications avancées pour expliquer la surprise et la plainte de Clairaut.

II. LES ASTRONOMES ET LES TABLES DE CLAIRAUT : TESTS PONCTUELS, SUCCÈS ET OUBLI

II.1 1753-1761 : des tests trop ponctuels.

II.1.1 Les premiers tests par Delisle.

II.1.2 Le précieux soutien de Lacaille.

II.1.3 Lalande, les tables de Clairaut et la CDT : amours et désamours.

II.1.4 Jeurat : un astronome dans l'ombre, au service des tables de Clairaut.

II.2 L'éclipse annulaire du 1^{er} avril 1764 : le test décisif.

III. JEAURAT ET LÉMERY, 1764-1787 : 23 ANNÉES DE COMPARAISONS QUASI-ININTERROMPUES DE TABLES DE LA LUNE

III.1 Les tables de Clairaut dans les observations et mémoires de Jeurat jusqu'en 1780.

III.1.1 Observation et calcul de l'éclipse du 5 août 1766.

III.1.2 Observations de la Lune du 17 mars 1775.

III.1.3 Observations de la Lune du 25 au 28 juillet 1776.

III.1.4 L'éclipse de Soleil du 24 juin 1778.

III.2 Les grands calculs de Lémery.

CLAIRAUT ET LE PRIX BRITANNIQUE DES LONGITUDES

Le 11 avril 1765, un mois seulement environ avant sa mort brutale et inattendue survenue le 17 mai 1765¹, Clairaut écrit une lettre — méconnue — en anglais à l'astronome John Bevis². Il lui demande d'intercéder en sa faveur auprès des commissaires du *Board of Longitude* chargés d'attribuer le prix britannique pour la découverte du secret des longitudes. Cette lettre reproduite en annexe à ce chapitre est un document capital pour tenter de comprendre les réelles motivations de Clairaut, et son implication personnelle dans le développement de l'astronomie nautique au milieu du XVIII^e siècle.

Partageant le poste de « préposé au perfectionnement de la Marine » avec Le Monnier au décès de Pierre Bouguer à l'automne 1758, Clairaut prend peu à peu conscience que ses tables de la Lune peuvent rivaliser avec celles de Mayer, connues depuis 1753 et dont l'usage se répand chez les astronomes.

Pourquoi Clairaut attend-il le mois d'avril 1765 pour réclamer une part du prix des longitudes, défendant seulement à cette époque, l'excellent comportement de ses tables de la Lune ? Pourtant, les premières tables établies en 1752 et révisées en 1754 avaient été utilisées avec bonheur par Lacaille en 1761 pour la réduction des observations de la Lune effectuées au cap et par Lalande en 1756 pour le même objet. Pourquoi ne l'a-t-il pas fait dans les années 1750 et lors de ses voyages en Angleterre en 1752-53 puis en 1754 ?

Avant d'examiner le contenu de cette lettre et tenter de répondre à ces interrogations, il est nécessaire de rappeler brièvement comment l'astronome Tobias Mayer³ partagea avec l'horloger John Harrison le prix des longitudes en 1765 et de cerner le contexte dans lequel Clairaut écrivit sa lettre à John Bevis.

¹. Annoncée le lendemain à l'Académie, le samedi 18 mai 1765 [PV ARS, 1765, fol. 241r^o].

². Voir sa notice biographique dans le volume des annexes. A cette époque John Bevis est chargé auprès de Nevil Maskelyne, nouvel *Astronomer Royal*, des calculs des lieux de la Lune, et est l'un des dépositaires des manuscrits de Tobias Mayer [Forbes, 1965, p. 392].

³. Ce résumé s'appuie sur les nombreuses études d'E.G. Forbes, complétées de lectures de textes de Lalande (CDT). Voir Forbes, 1965, 1967, 1974 et 1975.

I. TOBIAS MAYER LAURÉAT DU PRIX BRITANNIQUE DES LONGITUDES EN

1765

I.1 BREF HISTORIQUE DES RECHERCHES DE TOBIAS MAYER SUR LES TABLES DE LA LUNE

En 1714, un acte de la Reine Anne⁴ créa le *Board of Longitude*, de manière à encourager et financer la recherche de méthodes de DLM⁵. D'un côté la recherche par les horlogers de garde-temps fiables conduisit à la mise au point de montres marines permettant de conserver le temps du méridien de départ à bord des navires. De l'autre côté, des astronomes assistés de navigateurs développèrent des méthodes employant le mouvement de la Lune. Le succès de ces dernières dépendait de la faculté de mettre à portée des marins, des tables et des procédures leur permettant de réduire facilement et rapidement les observations faites en mer.

Les travaux d'Euler, Clairaut et d'Alembert dans les années 1747-1751 sur le problème des trois corps et la théorie de la Lune avaient conduit les astronomes à suspecter les positions des étoiles. En effet, de petites erreurs dans les coordonnées des étoiles pouvaient affecter la détermination du mouvement moyen de la Lune déduit des observations, des occultations des étoiles par la Lune par exemple, et fausser les tables construites sur ces théories (voir notre étude sur les tables de Clairaut). Se basant sur cette idée, l'astronome et cartographe de Nuremberg (1746-1751) puis de Göttingen (1752-1762), Tobias Mayer (1723-1762), utilisa ses propres observations d'occultations pour obtenir une centaine de mesures de la longitude de la Lune de grande précision, entre 5 et 10" environ⁶. Comme le signale E. Forbes, les préoccupations scientifiques de Tobias Mayer ne peuvent se comprendre que si l'on connaît son intérêt pour la seule cartographie, et non pour la navigation astronomique : selon Mayer dans un manuscrit daté de 1747, l'objet principal de l'astronomie est l'établissement le plus précis possible des latitudes et longitudes terrestres⁷. Au cours de l'année 1755, il envoya de nouvelles tables du mouvement de la Lune⁸ — calculées d'après la première théorie de L.

⁴. Anne Stuart (1665-1714), reine de Grande-Bretagne de 1702 à 1714. Le *Longitude Act* est signé dans la douzième et dernière année de son règne.

⁵. Voir notre partie I.

⁶. Forbes, 1974, p. 8.

⁷. Forbes, 1974, p. 6.

⁸. Mayer, T., 1753, « *Novæ tabulæ motuum Solis et Lunæ* », in *Commentarii Societatis Scientiarum Göttingensis*, II, pp. 383-430 : les meilleures tables issues du problème des trois corps à cette époque.

Euler⁹ — à Lord Anson, président du *Board of Longitude*, tables assorties de nouvelles méthodes de DLM¹⁰. Cette lettre¹¹ quasiment inconnue des ouvrages de langue française est reproduite en annexe IV.1 : le gain du prix ne fait pas de doute dans l'esprit de Mayer.

La correspondance Euler-Mayer éditée par E. Forbes¹² permet de suivre l'évolution des travaux de Mayer sur la théorie de la Lune et la manière dont il construit ses premières tables de la Lune, laissant paraître de nombreuses hésitations. Remarquons qu'en novembre 1751, Mayer prend connaissance du succès de Clairaut au concours de l'Académie de Pétersbourg alors qu'il n'est pas encore parvenu à accorder la théorie d'Euler aux observations de la Lune¹³. Toutefois, déjà bien avancé dans ses recherches sur la théorie de la Lune, Mayer écrit à J.-N. Delisle le 14 janvier 1751, que ses tables de la Lune sont les plus précises que toutes celles existantes et qu'elles sont prêtes dans une première version :

Je viens de finir un calcul algébrique fort long et pénible, lequel j'avois entrepris sur la Théorie de la Lune dans le système Newtonien. J'en ai déduit de[s] Tables Lunaires beaucoup plus exactes qu'aucune autres puisque elles donnent le vrai lieu de la Lune à 2' minutes pres, ce que j'ai reconnu en les ayant comparées avec plus de 20 observations faites dans differents aspects. Elles ne sont pas moins commodes pour le calcul¹⁴.

Mayer entreprends ensuite d'expliquer ce qu'il y a d'original et de pratique dans ses nouvelles tables de la Lune :

[...] on n'y a besoin de chercher d'abord ni le vrai lieu du Soleil ni les anomalies vraies ou excentriques, comme dans celles des autres astronomes. Il suffit de prendre les moyens mouvemens pour trouver dans les Tables les équations, qui en meme tems sont toutes additives, de sorte que la reduction du lieu moyen de la Lune au

⁹. Euler, L., 1745, *Novæ et correctæ tabulæ ad loca lunæ computanda*, Berlin. et 1746, *L. Euleri Opuscula*, vol. I, Berlin : ce volume contient les premières tables de la Lune issues d'une première solution au problème des trois corps.

¹⁰. Mayer, T., 1753, « Tabularum luniarium usus in investiganda longitudine maris », in *Comment. Soc. Scient. Gott.*, III, pp. 375 et suiv.

¹¹. Forbes, 1974, planche 10.

¹². Forbes, 1971a, lettres de 1751 à 1753, pp. 33 à 67.

¹³. Forbes, 1971a, pp. 42-43 : lettre de Mayer à Euler, du 15 novembre 1751.

¹⁴. Forbes, 1983, p. 147 : lettre de Mayer à Delisle, du 14 janvier 1751.

vrai lieu se fait à la fois & par une seule addition. C'est sans doute la forme la plus aisée, qu'on pourra donner aux tables lunaires¹⁵.

Cette forme de présentation sera en effet adoptée par Clairaut et d'Alembert dans leurs tables respectives, connaissant des succès différents.

Mayer réagit très rapidement puisqu'en janvier 1752 ses équations de la Lune sont déjà bien établies et sont peu différentes de celles qui seront publiées dans la CDT de 1762¹⁶. Une année plus tard, après que Delisle ait sans doute fait parvenir à Tobias Mayer les observations de la Lune manquantes publiées par Halley avec ses tables¹⁷, les tables ont en janvier 1753¹⁸, pris leur forme quasi-définitive. La longitude de la Lune est donnée à moins de 2' et le plus souvent à moins de 1'30". En mai 1753, Mayer corrige ses tables en ajustant les coefficients de ses équations sur le saros de Halley¹⁹.

Forbes remarque fort justement que la théorie de Mayer s'éloigne notablement des équations de la théorie d'Euler sur laquelle elle est censée reposer. Mayer emploie une méthode d'approximation, ajustant les coefficients des équations (ou termes correctifs au mouvement moyen) sur les observations, faisant intervenir des facteurs qu'Euler avait d'abord négligé, des considérations sur la forme de la Terre et une accélération séculaire du mouvement moyen de la Lune²⁰.

Euler est donc amené à modifier et corriger ses propres travaux sous l'influence conjuguée des recherches croisées de Mayer et de Clairaut²¹ comme nous l'avons déjà noté dans le chapitre précédent.

Publiées à Göttingen en 1753, les tables de la Lune de Mayer sont transmises le 1^{er} décembre 1755 à l'astronome royal à l'observatoire de Greenwich, James Bradley²² pour examen et contrôle²³.

¹⁵. Ibid.

¹⁶. Forbes, 1971a, pp. 46-49 : lettre de Mayer à Euler, du 6 janvier 1752.

¹⁷. Le 27 janvier 1751, Delisle, dans sa réponse à la lettre précédente, précise à Mayer que Halley a publié des observations de la Lune avec ses tables et se propose de les lui envoyer très rapidement [Forbes, 1983, p. 150 : lettre de Delisle à Mayer, du 27 janvier 1751].

¹⁸. Forbes, 1971a, pp. 61-63 : lettre de Mayer à Euler, du 7 janvier 1753.

¹⁹. Forbes, 1971a, pp. 65-66 : lettre de Mayer à Euler, du 7 mai 1753.

²⁰. Voir Forbes, 1974, pp. 6-8. Voir la très longue note au sujet de l'accélération séculaire de la Lune au chapitre précédent (chap. IV.2).

²¹. Forbes, 1971a, pp. 63-64 : lettre d'Euler à Mayer, du 24 avril 1753.

²². J. Bradley est astronome royal de 1742 à 1762. Successeur de E. Halley (1720-1742), il est remplacé par Nathaniel Bliss pour un court intérim de 1762 à 1764. Nevil Maskelyne lui succède de 1765 à 1810.

Celui-ci entreprend alors de comparer les tables de Mayer avec 230 observations de la Lune effectuées durant ses cinq premières années à Greenwich avec les nouveaux instruments construits par le facteur John Bird²⁴.

Cette entreprise de comparaison n'est pas nouvelle et semble déjà inscrite dans les pratiques courantes des astronomes anglais, où elle est peut être plus répandue que dans celles des astronomes français. En 1746, Richard Dunthorne fait part à Charles Mason — deux des piliers du futur *Nautical Almanac* dans les années 1766-1771 — de ses amples vérifications et comparaisons des tables de la Lune de diverses provenances : ses propres tables, celles de Flamsteed, d'autres extraites des mémoires de l'ARS et de quelques observations de Halley. En tout, une centaine d'observations sont comparées en vue d'établir des tables de la Lune plus précises²⁵.

Considérant finalement que les tables de Mayer peuvent donner la longitude de la Lune à une minute d'arc près, Bradley recommande leur utilisation courante pour la marine auprès du *Board*. Le capitaine John Campbell se voit confier par l'Amirauté, la tâche de vérifier en mer la qualité des tables de Tobias Mayer. Entre 1757 et 1759, Campbell teste un nouvel instrument conçu par James Bradley, les tables de la Lune, la méthode des distances lunaires ainsi que le nouveau cercle de réflexion de Mayer. Jugeant cet instrument peu maniable et gauche, il commande au cours de l'année 1757 au facteur John Bird, un octant amélioré, permettant de mesurer des angles de 120°, c'est-à-dire un sextant²⁶. L'Amirauté transmettra les observations effectuées par John Campbell à James Bradley et Gael Morris qui les examineront avec soin²⁷. Afin de préciser son avis, Bradley étend ses comparaisons des observations avec les tables de Mayer. En 1760, il atteste lui-même avoir comparé les tables de Mayer avec près de 1100 observations ou plus de 1200 observations au total, et n'avoir trouvé que des écarts inférieurs à 1'30" environ entre observations et lieux calculés par ces tables²⁸.

²³. Lettre de James Bradley à M. Cleveland, secrétaire de l'Amirauté britannique, de Greenwich, le 10 février 1756 [Rigaud, 1972, pp. 84-85].

²⁴. Forbes, 1965, p. 392.

²⁵. Dunthorne, 1748, pp. 412-415.

²⁶. Stimson, 1996, pp. 82-83. Rappelons que l'*octant* ou *quartier de réflexion*, est un demi quart de cercle, dont les 45° sont divisés en 90 graduations. L'octant permet de mesurer des angles ou distances angulaires de 80°. Le sextant est un arc de 60° ou un sixième de cercle. Au XVIII^e siècle, les appellations sont fluctuantes. Lalande nous explique dans *L'Encyclopédie méthodique mathématique* (1789, tome III, p. 36) que le sextant se nomme aussi à la mer *quartier de réflexion* ou *octant de Hadley* ou encore *quartier anglais*. Voir infra, notre annexe sur les instruments de navigation.

²⁷. Lettre de J. Campbell à James Bradley du 30 mars 1757 [Rigaud, 1972, pp. 493-494]. Lettre de J. Cleveland à J. Bradley du 1^{er} avril 1757 [Rigaud, 1972, p. 494]. Lettre de Gael Morris à J. Bradley du 6 mars 1758 [Rigaud, 1972, p. 499].

²⁸. Lettre de J. Bradley à l'Amirauté britannique du 14 avril 1760 [Rigaud, 1972, pp. 84-89].

Les nouvelles tables sont transmises au Révérend Nevil Maskelyne afin que celui-ci puisse les tester lors de son voyage vers l'Île de Sainte-Hélène pour observer le passage de Vénus devant le Soleil pour 1761. Maskelyne emporte une autre copie des tables lors de son second voyage vers les Barbades en 1764 pour le test de la montre H4 de John Harrison (montre qui remportera le prix des Longitudes)²⁹. De retour, Maskelyne confirme la grande qualité des tables de Mayer pour la navigation et la possibilité de déterminer la longitude à moins d'un degré près, soit à 60 miles nautiques, conformément-aux exigences de l'Acte de 1714 et sous condition de réduction des erreurs instrumentales. Succès posthume pour Tobias Mayer, décédé prématurément le 20 février 1762.

Les tables de Mayer sont transmises par le nouveau président du *Board*, Lord Egmont, aux calculateurs chargés d'établir des tables nautiques, John Bevis et George Witchell. En raison du décès prématuré de Nathaniel Bliss en septembre 1764, Nevil Maskelyne devient astronome royal en janvier 1765 et de fait, membre du *Board of Longitudes*. Le 9 février 1765 il présente une requête expliquant qu'à l'aide des tables de Tobias Mayer et de la méthode des distances lunaires, il put fréquemment lors de ses traversées, déterminer la longitude à un degré près et parfois à 30' près³⁰. De ses voyages et ses recherches naissent le *British Mariner's Guide* (London, 1763) et le projet du *Nautical Almanac* que Maskelyne déposera le 30 mai 1765 au secrétariat du *Board of Longitude*³¹. Le premier volume paraîtra en 1766 et — à l'image de la CDT et de l'almanach proposé en 1759 par Lacaille — donnera les éphémérides nautiques et astronomiques pour l'année 1767³².

Approuvant le mémoire de Maskelyne, le *Board* et le Parlement décident d'attribuer à la veuve de Tobias Mayer une somme de 3000 £³³ et 300 £ à Leonhard Euler³⁴ pour avoir développé les bases théoriques sur lesquelles Mayer construisit ses tables, provoquant la réaction vive de Clairaut. Le 25 mai 1765, le *Board* est résolu à payer les récompenses promises depuis 1714, attribuant une part à

²⁹. Voir Randall, 1996, pp. 235-254.

³⁰. *Board of Longitudes*, confirmed minutes, vol. V, p. 40 [Forbes, 1966, p. 107, Forbes, 1970c, p. 174].

³¹. Forbes, 1965, p. 393.

³². Voir supra, chapitre II.3 pour un exposé du contenu de cet almanach nautique et ses ressemblances avec la CDT.

³³. Selon Lalande (CDT 1767, p. 205) 20 000 £ = 469 670 Livres de France. 1 Livre Sterling = 23,4835 Livres de France en 1765. Les prix octroyés par le *Board of Longitude* donnent 3000 £ = 70 451 Livres de France; 500 £ = 11 742 Livres de France. Jeaurat donne 68500 Livres pour le prix de 3000 £ attribué à la Veuve de Mayer [CDT 1786 (Paris, 1783), pp. 198-199], ce qui donne 1 £ = 22,83 Livres de France environ en 1783.

³⁴. Lalande estime que la récompense attribuée à L. Euler n'est pas si honteuse qu'il n'y paraît estimant que « *m^f. Euler y avoit un droit bien légitime, soit parce qu'il est le premier qui ait publié des tables d'après la théorie de l'attraction, soit parce que ses tables même servirent de modèle à celles de M. Mayer* » [CDT pour 1767 (Paris, 1765), pp. 211-212].

Tobias Mayer, l'autre à John Harrison³⁵ (celui-ci refusant un premier prix de 5000 £ estimant que la totalité des 20 000 £ promis par l'acte de 1714 lui revenait de droit et engageant une polémique avec Maskelyne)³⁶. L'attribution de cette récompense finalement mise au paiement le 13 juin 1765³⁷, était assortie d'une clause de renonciation de la Veuve de Mayer³⁸ à ses droits sur la propriété des tables de son mari et l'envoi d'une dernière version de celles-ci. En effet, avant son décès, Mayer avait amélioré sa théorie et la précision de ses tables à l'aide de nouvelles observations. Le 3 novembre 1765, la veuve de Tobias Mayer cède tous ses droits au *Board of longitude*, envoyant les dernières tables de son mari ainsi que des tables du Soleil qui seront utilisées en Angleterre jusqu'à la fin du siècle — alors qu'en France, ce sont les tables du Soleil établies par Lacaille qui serviront à l'établissement des éphémérides de la CDT³⁹.

Les tables de Mayer de 1753 deviennent alors la base de tous les calculs des mouvements de la Lune pour le *Nautical Almanac* à sa parution en 1766. A l'initiative de Lalande, elles seront insérées dans la CDT dès 1759 pour l'édition du volume de l'année 1761⁴⁰.

Les nouvelles tables de la Lune de Mayer envoyées par sa veuve en 1763 à l'Amirauté britannique, seront révisées et publiées en 1770 par Maskelyne (*New and correct tables of the motions of the sun and Moon*, London). Elles seront employées pour le *Nautical Almanac* tandis qu'en France, Jaurat optera pour les nouvelles tables publiées en 1772 sous la direction de L. Euler par son fils, Johan Albrecht, W. Krafft et J. Lexell (*Theoria motuum Lunæ etc.*, Saint-Pétersbourg suivies des tables *L. Euleri novæ tabulæ lunares singulari methodo constructæ [...]*, Saint-Pétersbourg, in-8°). Les tables de Mayer seront encore l'objet d'améliorations publiées à Londres en 1787, sous le titre *Mayer's Lunar tables, improved by Mr. Charles Mason*, celui-ci ayant détecté de petites erreurs au fur et à mesure des calculs des distances lunaires pour le *Nautical Almanac*.

³⁵. Lalande, CDT 1765, pp. 222-251 ; Forbes, 1974, pp. 11-17 ; Randall, 1996, pp. 235-254. Voir aussi H. Monod-Cassidy, 1980, p. 48 : Lalande prend connaissance de l'acte du parlement octroyant 5000 £ à J. Harrison le 22 avril 1763.

³⁶. Voir Pezenas, 1767; Randall, 1996, pp. 246-247. L'affaire est contée de manière plus ou moins romanesque par Dava Sobel dans son best-seller *Longitude* paru à Paris chez JC Lattès en 1996.

³⁷. Forbes, 1966, p. 108.

³⁸. Voir Forbes [1966, pp. 108-114] pour les lettres inédites écrites par la veuve de Tobias Mayer et adressées au Board of Longitude.

³⁹. Wilson, 1980; Forbes, 1995.

Pourquoi le prix, attribué à Mayer en 1765 après son décès, l'est-il si tard alors que l'affaire est quasiment entendue en 1760 ou au moins à la fin de 1761 ? Forbes l'explique par la Guerre de Sept Ans⁴¹ qui en 1760-61 entre dans sa phase la plus intense et détourne le Parlement et l'Amirauté britanniques du problème des longitudes, en demandant toutefois au capitaine John Campbell, l'inventeur du sextant, d'améliorer son instrument afin que les marins puissent disposer d'un instrument nautique précis⁴².

I.2 CLAIRAUT RÉCLAME SA PART DE RÉCOMPENSE

Au moment donc où Clairaut écrit sa lettre, John Bevis est l'un des assistants de Nevil Maskelyne, chargé du calcul des distances lunaires pour le nouvel almanach nautique que projette l'astronome royal. De part sa position, Bevis est l'un des dépositaires des tables de la Lune de Mayer, dont la qualité a été attestée par James Bradley, décédé en 1762⁴³.

Clairaut écrit-il en qualité de « préposé au perfectionnement de la navigation » ? Rappelons qu'en 1758, Clairaut succède à Bouguer à ce poste, le partageant avec Le Monnier. Les deux adversaires reçoivent chacun une pension de 1500 Livres, payée par le trésorier général de la Marine⁴⁴. Au décès de Clairaut, Le Monnier assurera seul cette charge malgré les prétentions que Lalande projetait sur cette succession⁴⁵. Clairaut s'estime-t-il, à cette époque, suffisamment investi de cette charge pour faire valoir ce titre auprès de John Bevis ? Le ton de sa lettre reproduite ci-après ne nous incite pas à

⁴⁰. CDT 1761 (Paris, 1759) : les tables de Tobias Mayer sont décrites et expliquées dans leur principe par Lalande, pp. 169-174. Les tables servant au calcul des positions de la Lune se trouvent pp. 121-140. Elles ont été l'objet d'une courte étude par Forbes, 1966.

⁴¹. Pendant cette Guerre de Sept Ans (1756-1763), l'Ancien Régime connaît ses plus grands désastres maritimes [Legohérel, 1999, pp. 57-59]. Suite à l'aide française apportée aux colons du Canada, la flotte britannique répond par un acte de piraterie à l'Automne 1755, en arraisonnant tous les navires marchands français. Un dixième des effectifs de la Flotte française (6000 Marins) est fait prisonnier. Louis XV déclare la guerre en juin 1756 en renversant les alliances et engage la guerre sur plusieurs fronts, tant terrestres que maritimes. La faiblesse de la Marine française est insurmontable et le constat fait par Choiseul à l'issue de la guerre en février 1763 est désastreux. La France ne sauve de ses colonies, que les Antilles, quelques territoires nordiques près de Terre-Neuve, ses cinq comptoirs de l'Inde et l'île de Gorée. Toutefois, les revenus commerciaux coloniaux de la France sont ainsi maintenus.

⁴². Forbes, 1974, p. 8.

⁴³. Rappelons que décèdent la même année, en 1762, année sombre pour l'astronomie, sans doute les trois plus grands astronomes de cette époque, Tobias Mayer, Nicolas-Louis Lacaille et James Bradley. Voir la notice que leur consacre Lalande dans la CDT pour 1767 (Paris, 1765), pp. 181-204.

⁴⁴. AN, MAR, C².117, « Etat des appointements de divers écrivains de la Marine et autres sujets entretenus par la Marine pour l'année 1761 ». Voir infra, chapitre I.2.

⁴⁵. Voir notre chapitre I.2, *Les savants et la Marine*.

le croire. Sa démarche semble plus personnelle. C'est en qualité de principal concurrent de Leonard Euler qu'il s'adresse à Bevis

I.2.1 Contenu de la lettre de Clairaut à Bevis, du 11 avril 1765

Il est intéressant de s'arrêter sur le contenu de la lettre de Clairaut. Remarquons qu'il maîtrise la langue anglaise depuis son élection comme Fellow de la Royal Society (F.R.S.) le 27 octobre 1737. Il eut l'occasion de la parfaire lors de deux longs séjours en Angleterre effectués en 1752 et 1753-54 sur lesquels nous ne savons malheureusement pas grand-chose, les éléments disponibles restant encore trop fragmentaires⁴⁶.

Depuis 1761, rappelons-le, Clairaut travaille de nouveau à la théorie de la Lune — non sans se faire violence, explique-t-il⁴⁷ — préparant la seconde édition de ses tables de la Lune. Dès l'impression achevée (vers mars 1765), il fait parvenir un exemplaire imprimé à John Bevis par l'un de ses amis partant en Angleterre.

En 1765, Clairaut apparaît ignorant des résultats et des conditions dans lesquelles le prix des longitudes est attribué par le Parlement et les commissaires chargés de statuer. Apprenant que Mayer vient de se voir attribuer une récompense⁴⁸, Clairaut se dit surpris, pensant que seul John Harrison serait concerné et que les tables de la Lune n'avaient rien à voir avec cette affaire. En effet, les tables ne constituent pas une méthode en soi. S'il en avait eu la moindre idée, explique Clairaut, il se serait manifesté et aurait présenté sa candidature pour la compétition, sûr de l'exactitude de ses tables. Fort des dernières performances de celles-ci lors de la prévision de l'éclipse annulaire de Soleil du 1^{er} avril 1764⁴⁹, Clairaut est à ce moment convaincu que ses tables soutiennent la comparaison avec celles de Mayer. Du reste, puisque Euler a lui aussi reçu une récompense, Clairaut ne comprend pas pourquoi il resterait à l'écart ayant autant contribué que son concurrent au développement de la théorie de la Lune, et en outre, l'ayant inspiré. Clairaut n'a pas tort, car si en 1763 Euler a un peu oublié ce qu'il doit

⁴⁶. D'après des recoupements entre les registres de présence dans les procès-verbaux de l'ARS de Paris, les lettres de P. Bouguer à Euler [Lamontagne, 1966], les lettres de Clairaut publiées par Boncompagni [1894], les lettres Clairaut-Boscovich [Taton, 1996] : Clairaut effectue un premier voyage en Angleterre d'octobre 1752 à mars 1753 puis un second de janvier à août 1754.

⁴⁷. Lettre de Clairaut à Daniel Bernoulli du 26 sept. 1761 [Boncompagni, 1894, lettre XIX, pp. 268-269 et Bâle, Beb LIa, 684.773].

⁴⁸. Sans doute l'apprend-il par les *Nouvelles d'Amsterdam* du 29 mars 1765, qui publie un article paru à Londres le 22 mars, résumé par Lalande dans la CDT pour 1767 (Paris, 1765), pp. 211-212.

⁴⁹. Voir infra pour les détails de cette affaire.

à Clairaut, en 1751, il reconnaissait volontiers être redevable au savant français pour la détermination du mouvement de l'apogée lunaire :

Quand l'Académie de Petersbourg me communiqua le mémoire de M^r. Clairaut, je fus encore fort éloigné de croire que le mouvement de l'apogée de la Lune étoit d'accord avec la Théorie de Newton [...] La lecture de ce mémoire [...] m'a pourtant donné occasion d'examiner de nouveau cette matière par une methode tout à fait differente de celles que j'avois employée auparavant, et c'est par là que je suis enfin parvenu à la véritable determination du mouvement de l'apogée. Ainsi je dois ouvertement avouer que je ne me suis pas éclairci sur cet article qu'après avoir vu la piece de M^r. Clairaut ; mais je ne pouvois pas faire mention de cette circonstance dans mon memoire que je lus dernièrement à l'Académie sur ce sujet⁵⁰.

Clairaut estime finalement qu'il est parvenu à trouver les « vrais mouvements de la Lune », que ses tables bâties uniquement sur la théorie sont plus fiables et moins suspectes que les tables de Mayer ajustées empiriquement d'après les observations, et qu'elles sont prêtes pour une utilisation nautique. N'a-t-il pas lui-même effectué des comparaisons de ses tables avec plus de 200 observations ? En conséquence, Clairaut demande à Bevis d'intercéder en sa faveur et au besoin, d'en appeler à certains de ses amis anglais (Stanley, Sir McDonald, Lord Morton, James Short) de manière à ce qu'il puisse être récompensé d'un tel travail.

En conclusion de sa lettre, Clairaut demande des explications à Bevis sur la manière dont les tables de Mayer ont été examinées. Quelles procédures ont-elles été suivies lors de leur vérification ? Qui sont les astronomes les ayant vérifiées et utilisées ? Combien de lieux de la Lune ont-ils été calculés pour comparaison ? Quelle est la plus grande erreur des tables en latitude et en longitude ?

Toutes ces questions témoignent curieusement de l'ignorance de Clairaut des travaux entrepris par Bradley depuis la fin de l'année 1755 dans la vérification des tables de la Lune de Mayer.

I.2.2 Commentaires

Quels sont les travaux et les recherches entrepris par Clairaut avant le moment où il écrit cette lettre ?

Depuis 1760, il travaille surtout aux problèmes de l'achromatisme, expérimentant même à la manière de John Dollond. Il témoigne dans une lettre à Daniel Bernoulli qu'il doit tout réapprendre en astronomie pour entreprendre une nouvelle édition de ses tables de la Lune et que cela exige de lui un énorme effort⁵¹. En effet Clairaut n'est pas astronome ; il doit donc revoir en particulier tout ce qui concerne le calcul astronomique numérique, ce qu'il déteste le plus et depuis longtemps⁵². Au contraire de Mayer qui travailla à ce problème sans relâche entre 1753 et son décès en 1762, Clairaut s'aventura — avec succès d'ailleurs — vers d'autres domaines de réflexion : le premier retour calculé de la comète de Halley⁵³, la mise au point de lunettes à objectifs achromatiques⁵⁴. Ayant délaissé pour un temps sa théorie de la Lune, il réapparaît sans doute un peu trop tard sur la scène des prétendants au prix des longitudes.

Il est difficile de savoir s'il s'était manifesté avant 1765, bien que le ton de cette lettre ne le laisse pas penser. Clairaut fait deux voyages en Angleterre⁵⁵ dans les années 1752-53 et 1754, que l'on peut cerner à l'aide de quelques indices épars dans sa correspondance publiée et les registres des PV de l'ARS où sont consignés les académiciens présents. Les pensionnaires étaient tenus à l'assiduité et toute absence devait faire l'objet d'une demande de dispense. Clairaut figure parmi les académiciens les plus zélés et assidus aux séances. Les motivations de ces voyages nous sont inconnues et constituent un point obscur de cette période de la vie scientifique de Clairaut. Une première recherche de mentions de Clairaut dans le Journal de la Chambre des Communes⁵⁶ est restée sans résultats. Néanmoins, sa présence à Londres est antérieure au dépôt par Tobias Mayer de ses tables de la Lune en 1755. On peut gager qu'au début des années 1750, la remise d'un prix des longitudes à un

⁵⁰. Lettre d'Euler à Maupertuis du 3 juillet 1751 [OO, IV A, 6, pp. 184-185]. L. Euler avait lu le 22 avril 1751 un mémoire intitulé « *Theoria motus Lunæ* », ébauche de ce qui deviendra sa *Théorie de la Lune* publiée à Saint-Pétersbourg en 1753 [Ibid., n.3, p. 185].

⁵¹. Lettre à D. Bernoulli du 26 sept. 1761 (op. cit. infra). La mort de John Dollond est ainsi rapportée par Arago : « *Le 30 novembre 1761, Dollond fut frappé d'apoplexie pendant qu'il étudiait un savant mémoire de Clairaut sur la théorie de la Lune, et mourut peu d'heures après* » [Arago, S.D., p. 374].

⁵². La première mention du dégoût marqué de Clairaut pour le calcul numérique se trouve dans une lettre adressée à Colin McLaurin, datée du 18 septembre 1741 [Passeron, 1995, p. 387].

⁵³. Voir Wilson, 1993; Boistel, 1995. Une édition en fac-similé et commentée par nos soins de la *Théorie du mouvement des Comètes* est en cours de publication.

⁵⁴. Les travaux de Clairaut sur l'achromatisme ont été encore trop peu étudiés [Taton, 1979b; Church, 1983; Taton, 1996]. Préparant l'éclipse annulaire du 1^{er} avril 1764, le cardinal de Luynes et Bailly observent la Lune le 17 mars avec une lunette achromatique due à « *M. de l'Etang, construite sur les principes de M. Clairaut, qui faisoit l'effet d'une lunette de 9 pieds* » [Bailly, 1764a, p. 277].

⁵⁵. Le premier, de septembre 1752 à avril 1753, le second, de janvier à août 1754 [Taton, 1996, p. 446, n.2].

⁵⁶. Je remercie vivement Miss Fiona Ward du service communication de la *Chambre des Communes* pour m'avoir assisté dans mes recherches.

astronome pour de bonnes tables de la Lune est prématuré : la théorie est toute neuve, les bonnes tables sont en cours d'élaboration et entrent à peine en phase de test. Voilà ce qui peut expliquer pourquoi Clairaut ne pouvait réclamer une telle reconnaissance ni une partie du prix des longitudes à cette époque.

I.2.3 Autres explications avancées pour expliquer la surprise et la plainte de Clairaut

Lalande fait en 1763 un voyage de trois mois en Angleterre⁵⁷ au cours duquel il rencontre de nombreux astronomes anglais. Il dîne chez John Bevis et chez Nevil Maskelyne, en mars, avril et mai 1763. Au courant de la remise du prix à John Harrison, Lalande ne pouvait ignorer la très grande considération dont jouissaient les tables de Mayer auprès des astronomes anglais. Par exemple, le 6 juin 1763, avant d'aller dîner chez le fabricant de télescopes James Short, Lalande se trouve chez Morris qui lui «*fait espérer la publication des nouvelles tables de Mayer et des observations de Bradley dans les Trans. Phil.*»⁵⁸.

De retour à Paris, Lalande ne semble pas s'être entretenu avec Clairaut sur ce sujet puisque ce dernier se révèle ignorant du fait que Mayer concourt à la remise du prix. Il est surprenant que Clairaut, malgré une orientation différente de ses recherches, ne sache pas que, depuis 1755, Bradley a confronté avec succès plus de 1200 observations aux tables de la Lune de Mayer puisque ce sont ces mêmes tables que Lalande utilise pour le calcul des lieux de la Lune dans la CDT dont il a la charge depuis 1759.

Auparavant, le 19 novembre 1757, Lalande avait lu son *Mémoire sur les équations séculaires et sur les moyens mouvemens [...] de la Lune [...]*⁵⁹ dans lequel il avait employé les tables de Clairaut pour tenter de raccorder les plus anciennes observations d'éclipses à peu près sûres et estimer ainsi la valeur de l'accélération séculaire du moyen mouvement de la Lune (dont il donne une valeur égale à 9",886 par siècle)⁶⁰. Lalande y traite des recherches de Halley, Dunthorne et de Mayer. Clairaut ne peut donc pas ignorer sur quelles bases les tables de Mayer sont construites et les raisons de leurs succès.

⁵⁷. Voir H. Monod-Cassidy, 1980 et les corrections de Shapin, 1977. Lalande part de Paris le 4 mars 1763 et est de retour le 16 juin 1763.

⁵⁸. H. Monod-Cassidy, 1980, à la date du 6 juin 1763, p. 79.

⁵⁹. Lalande, 1757, pp. 427-428.

⁶⁰. Lalande, 1757, p. 430.

Pourtant, Clairaut a été mis au courant des discussions londoniennes autour du prix des longitudes, sans doute par La Condamine et Camus, académiciens de son cercle d'amis plus ou moins proches. Clairaut en fait état dans une lettre adressée à Daniel Bernoulli le 28 juillet 1763⁶¹. Où il informe son correspondant des dernières tractations entre John Harrison et les Commissaires des Longitudes au sujet de sa montre qui sera récompensée quelque temps plus tard.

Il y a là des points obscurs qui touchent à la fois à la manière dont Clairaut considère les travaux extérieurs aux siens et aux échanges qu'il put avoir avec Lalande ou les autres astronomes à cette époque, entre les calculs effectués à l'occasion du retour de la comète de Halley et sa lettre à John Bevis.

En 1762, Lacaille, son plus fidèle soutien, décède. Lalande s'absente souvent à cette époque semble-t-il : en août 1764 il est remplacé par Pingré pour l'examen de la seconde édition des tables de Clairaut. Absent en 1765, Lalande se trouve à Naples pour des observations de physique⁶². Clairaut ne peut pas compter sur Le Monnier et Cassini de Thury pour des échanges amicaux et professionnels. Nous ne savons rien sur ses relations avec Berthoud qui se trouvait à Londres en avril et mai 1763, envoyé officiel de l'ARS pour prendre connaissance de la remise du prix à John Harrison⁶³. Qu'en est-il de La Condamine présent aussi à Londres à cette époque ?

Ces raisons expliquent peut-être le retard avec lequel Clairaut se rappelle au bon souvenir des commissaires des longitudes, et manque de manière curieuse l'attribution d'une partie du prix britannique. Le prix accordé par le Board of Longitude le 25 mai 1765 à la veuve de Tobias Mayer, est mis réglementairement au paiement le 13 juin 1765⁶⁴.

⁶¹. [Bâle Un. Bibl., L Ia, 684.797].

⁶². AN, MAR, dossier personnel C⁷.161, pièce 3 et AN, MAR, G 94, fol. 144. Voir aussi la lettre du P. Lagrange à R. Boscovich datée du 29 juin 1765 [Berkeley, microfilm 619/12, pp. 248-251] : Lalande rencontre les astronomes jésuites de Milan et le P. Boscovich à Naples avec lequel il mène quelques travaux dont la nature ne nous est pas connue. Nous renouvelons nos remerciements à M^{me} Elisabeth Badinter pour nous avoir communiqué cette correspondance. Ce voyage de Lalande en Italie (1765-66) a été suivi par la publication du *Voyage d'un français en Italie* (8 vol., Venise et Paris, 1769 ; 7 vols., Genève, 1770).

⁶³. H. Monod-Cassidy, 1980, 3 mai 1763, p. 57; le 9 mai 1763, p. 62.

⁶⁴. Forbes, 1966, pp. 107-108.

Clairaut a-t-il reçu des réponses entre l'envoi de sa lettre le 11 avril et son décès survenu le 17 mai 1765 ? L'inventaire des papiers du *Board of Longitude* dressé par Eric Forbes en 1970-1971 ne laisse malheureusement pas espérer l'existence d'un tel document⁶⁵.

Il semble pourtant que de telles lettres existent ou existèrent, si l'on accorde un peu de crédibilité aux propos de l'auteur — sans doute l'un des censeurs du JDS⁶⁶ —, d'une lettre publiée dans le JDS de décembre 1766. Cet auteur répond à une notice biographique de Clairaut écrite en 1765 par l'un de ses amis ou de ses proches, le lyonnais Alexandre Savérien (voir chap. I.1). Les successeurs de Clairaut⁶⁷ se disputent sa mémoire. Désireux de prendre lui aussi la défense de Clairaut, l'auteur-censeur écrit

[qu'] il seroit difficile de justifier l'intention de M. Savérien, lorsqu'il avance sans fondement que M. Clairaut est mort de chagrin de ce que la Société Royale n'avoit pas jugé ses nouvelles Tables dignes de concourir au prix des longitudes : le fait est que le prix étoit donné lorsque les Tables de M. Clairaut arriverent à Londres : les Sçavans Anglois frappés de leur exactitude ne purent que lui écrire des Lettres de félicitation qui ont été entre les mains de tous ses amis ; il n'a pas joui long-temps du plaisir de voir que les Astronomes se servoient de ses Tables préférablement à toutes les autres [...] ⁶⁸.

Nous n'avons pas encore pu découvrir si ces lettres existent encore. Les éventuels auteurs sont inconnus.

Alexandre Savérien répond par l'intermédiaire du JDS, en avril 1767. Refusant les critiques qui lui sont retournées, il corrige ses propos déformés⁶⁹ et souligne l'importance qu'accordait Clairaut au prix britannique des longitudes. En ce qui concerne l'attribution du prix, il précise :

[...] J'ai écrit [que Clairaut] fût très affligé de ce que ses Tables lui furent renvoyées sans récompense, & que cette espèce de refus *influa sur sa santé*. En second lieu le prix des longitudes n'est point donné, parce que personne n'a encore satisfait

⁶⁵. Forbes, 1970c, 1971d et 1971e. Des recherches auprès des Archives du Royal Observatory of Greenwich sont en cours.

⁶⁶. C'est ce que laisse entendre Savérien dans sa réponse dans le JDS, avril 1767, p. 262.

⁶⁷. Rappelons que Clairaut, censeur royal pour les mathématiques, fut collaborateur du JDS de 1734 à 1755, puis remplaçant Pierre Bouguer, fut rédacteur du Journal de 1755 à 1765 [Sgard, 1991, pp. 645-654 ; JDS, avril 1766, p. 194]. Le JDS laisse d'ailleurs entendre que Lalande remplaça Clairaut dès 1765. Ce qui contredirait Sgard qui écrit que Lalande ne devint rédacteur du JDS qu'en 1779.

⁶⁸. JDS, décembre 1766, vol. II, p. 865.

⁶⁹. JDS, avril 1767, pp. 259-263, lettre de Savérien du 3 mars 1767.

aux conditions de ce prix. Seulement pour en avoir approché, quelques Sçavans ont reçu des récompenses⁷⁰.

Tous ces arguments sont finalement affaire d'appréciation personnelle. Le prix des longitudes est attribué à Tobias Mayer et en cours de règlement au moment où Clairaut s'adresse à John Bevis.

Quant à l'utilisation répandue des tables de la Lune de Clairaut chez les astronomes, Savérien rectifie les propos de son contradicteur, soulignant l'emploi par Lalande des tables de Mayer :

J'avoue avec le Censeur que les Tables de M. Clairaut sont généralement estimées, mais je ne conviens point que les *Astronomes se servent de ses Tables préférentiellement à toutes les autres*; celles de M. Mayer sont actuellement très répandues & M. de la Lande ami de M. Clairaut les a fait imprimer sous ses yeux, & s'en sert pour les calculs de la Connoissance des tems⁷¹.

Il est donc clair qu'il faille accorder une plus grande importance au regard que pouvait porter Clairaut sur le prix britannique des longitudes, aspect ignoré jusqu'à la présente étude par l'ensemble des historiens des sciences. Les tables de la Lune, vraisemblablement développées dans un premier temps indépendamment du problème des longitudes, doivent être dans leur seconde version, rapportées à ce problème. D'abord indifférent au prix britannique, Clairaut s'est trouvé concerné lorsqu'il apprit le succès de Mayer. La réussite de ses tables lors de la prévision de l'éclipse annulaire de Soleil du premier avril 1764 permettait à Clairaut d'espérer recevoir, lui aussi, une récompense. On sait que Clairaut n'était pas indifférent aux prix académiques ; ces prix faisaient partie de l'activité scientifique normale de l'époque. Il avait lui-même concouru à plusieurs prix et chaque fois avec succès : Toulouse en 1750 pour la figure de la Terre, Saint-Pétersbourg en 1751 pour la théorie de la Lune, Saint-Pétersbourg à nouveau en 1761 pour la comète de Halley, partageant le prix avec le fils aîné de Leonhard Euler, Johann-Albrecht Euler.

Mais Clairaut s'est-il senti trompé par un détournement des termes du *Longitude Act* ? En effet, les tables de la Lune ne constituent pas en soi une méthode de DLM. Elles ne constituent finalement que l'un des outils employés dans des procédures d'observations et de calculs conduisant à la détermination d'une longitude, comme peuvent l'être, par exemple, les méthodes de Lacaille et de Borda (voir supra, troisième partie). Aussi, certainement convaincu que le prix britannique ne pouvait

⁷⁰. JDS, avril 1767, p. 262.

⁷¹. JDS, avril 1767, p. 262.

être attribué qu'à un artisan horloger ou à un astronome proposant une procédure complète d'observations et de calculs astronomiques, Clairaut ne s'est pas manifesté plus tôt auprès des commissaires britanniques des longitudes.

II. LES ASTRONOMES ET LES TABLES DE CLAIRAUT : TESTS PONCTUELS, SUCCÈS ET OUBLI

II.1 1753-1761 : DES TESTS TROP PONCTUELS

II.1.1 Les premiers tests par Delisle

J'ai déjà signalé par ailleurs comment, en septembre ou octobre 1753, Delisle et Clairaut avaient effectué un calcul d'un lieu de la Lune, qui avait conduit Delisle à émettre un jugement assez positif sur ces nouvelles tables, jugement confirmé par le P. Pezenas en 1754 (voir supra, chap. IV.2). Si les relations entre les deux hommes n'étaient pas suffisamment chaleureuses pour espérer voir ces tests poursuivis, il faut aussi considérer que Delisle est un représentant de l'« ancienne astronomie » et semble finalement assez réticent à l'introduction des théories analytiques dans l'établissement des tables de la Lune.

II.1.2 Le précieux soutien de Lacaille

Un second test plus significatif est l'utilisation par Lacaille des tables de Clairaut publiées en 1754, pour la réduction des observations effectuées au cap de Bonne-Espérance entre juin 1751 et janvier 1752 afin de trouver la parallaxe horizontale de la Lune⁷² (voir infra les chapitres II.1 et IV.2, notre courte étude sur les tables de la parallaxe de la Lune). Ce mémoire est lu à l'Académie les 15 et 18 avril et 23 juin 1761 et Lacaille donne ses références :

J'ai fait tous les calculs de la Lune, nécessaires pour mes réductions, sur les tables de M. Clairaut publiées en 1753; j'y ai cependant employé quelques équations un peu différentes, & que M. Clairaut m'a communiquées⁷³.

⁷². Lacaille, 1761, pp. 1-57.

⁷³. Lacaille, 1761, p. 3.

Lacaille emploie les tables du mouvement horaire de Clairaut avec bonheur et semble très satisfait de la précision obtenue. Le décès de Lacaille en 1762 prive Clairaut d'une aide solide et précieuse. Détestant le calcul numérique⁷⁴, Clairaut peut difficilement mener son travail jusqu'au bout sans l'aide d'un habile et dévoué calculateur. Il en témoigne dans une lettre du 23 février 1763 adressée au P. Boscovich :

[...] Nos libraires de Paris m'ayant demandé une seconde édition de ma Théorie de la Lune [...]. Je ferai paroître à la fin de cet ouvrage mes nouvelles Tables de la Lune que j'ai comparées à près de 200 observations sans trouver jamais plus de $1^{1/2}$ minute d'erreur. Je crois que si j'avois eu le tems de reprendre tous mes calculs, je seroit arrivé à quelque chose de plus juste encore, mais il faudroit un aussi bon ami que l'abbé de [la] Caille pour me donner de nouvelles forces dans ce travail⁷⁵.

En juillet de la même année, Clairaut confie sa tristesse à Daniel Bernoulli :

Sa perte me paroît de plus en plus irréparable. Il n'y a personne qui puisse lui être comparé pour la science et le zele, ni je crois la probité, au moins pour l'humanité [...]⁷⁶.

II.1.3 Lalande, les tables de Clairaut et la CDT : amours et désamours ?

Dans le second chapitre de cette quatrième partie (chap. IV.2) j'ai montré comment Lalande, entre 1752 et 1755, à l'occasion de ses travaux sur la parallaxe de la Lune, se libère progressivement de son maître Le Monnier et bascule dans le camp adverse, celui de Lacaille-Clairaut. Lalande explique clairement qu'en 1755, il s'est rallié aux nouvelles méthodes et aux tables de Clairaut pour calculer la parallaxe lunaire.

Dans sa lettre du 10 mars 1759 adressée au secrétaire de l'académie de Lyon, et déjà citée par ailleurs, Lalande souligne la bonne qualité des nouvelles tables de la Lune de Clairaut, lesquelles, annonce-t-il, ne s'écartent jamais de plus de deux minutes d'arc des meilleures observations⁷⁷. Dans

⁷⁴. Lettre à Colin McLaurin du 18 septembre 1741 [Passeron, 1995, p. 387].

⁷⁵. Lettre de Clairaut à Boscovich, de Paris le 23 février 1763 [Taton, 1996, lettre n°5, pp. 448-450, extrait p. 449].

⁷⁶. Lettre de Clairaut à Daniel Bernoulli, de Paris le 28 juillet 1763 [Bâle Un. Bibl. L Ia, 684.797].

⁷⁷. Arch. de l'Acad. de Lyon, Ms 268, III, fol. 27-28.

une lettre à Euler datée du 1^{er} janvier 1761, Lalande confirme, signalant que Clairaut travaille beaucoup à ses tables de la Lune et qu'en raison de leur présentation plus commode pour les calculs, il pense les intégrer à la CDT à la place des tables de Mayer, précédant ainsi les recommandations de Bailly et Pingré dans le rapport qu'il rendront le 5 septembre 1764⁷⁸ :

M^r. Clairaut travaille plus que jamais à donner des tables de la lune très-exactes, il les compare avec les observations, et il compte être toujours mieux qu'a une minute, du vrai, après quoi nous les emploierons dans la connoissance des temps, car leur forme qui procède par des moyens mouvemens est plus commode que celle des Tables de m. mayer⁷⁹.

Introduction des tables de Clairaut dans la CDT : une simple intention restée sans suite

Après le succès des prévisions de l'éclipse annulaire du 1^{er} avril 1764 sur laquelle nous revenons ci-dessous, le 11 avril 1764 Clairaut demande des commissaires pour l'examen de la seconde édition de ses tables de la Lune⁸⁰. Le secrétariat désigne Lalande et Bailly. Mais le 22 août 1764, Lalande qui doit s'absenter est remplacé par Pingré⁸¹. Le 5 septembre, les commissaires rendent un rapport très favorable⁸². Détaillant le contenu de l'ouvrage de Clairaut, ils précisent que les écarts des nouvelles tables de la Lune ne dépassent presque jamais 1',5 en longitude, soulignant le soin apporté par Clairaut à la simplicité de l'emploi de ses tables, et concluent, enthousiastes :

[...] En considération même du degré de précision que M. Clairaut a donné à ces nouvelles tables nous prendrons la liberté de représenter à l'académie qu'il seroit naturel qu'on en fit usage pour les calculs des mouvemens célestes qu'elle publie tous les ans. Il y a de fortes raisons pour préférer des tables de la théorie, à celles qui sont fondées sur des principes qui n'ont pas été publiés lorsque le degré d'exactitude en est à peu près le même de part et d'autre. C'est d'ailleurs un ouvrage sorti du sein

⁷⁸. Gapaillard, « Lettres de Lalande à Euler », à paraître. Lettre IX, de Lalande à Euler, de Paris, le 1^{er} janvier 1761.

⁷⁹. PV ARS, 1764, 5 sept. 1764, fol. 368r-371r.

⁸⁰. PV ARS, 1764, fol. 78v^o-79r^o.

⁸¹. PV ARS, 1764, fol. 335.

⁸². PV ARS, 1764, 5 sept. 1764, fol. 368r-371r.

de l'académie et il en peut être de sa gloire de montrer que la perfection de la théorie de la Lune est due a ses lumieres⁸³.

Les dernières lignes de ce rapport viennent confirmer la philosophie dominante à l'Académie des Sciences quant à la manière de construire les tables : on attend des tables issues de la seule théorie plutôt que des tables jugées « bâtarde », construites à la fois sur la théorie et sur des ajustements empiriques sur les observations. Le secrétaire perpétuel témoigne de cet exaltation en ces termes :

MM. Bailly et Pingré [...] on fait le rapport suivant des tables de M. Clairaut et ont proposé qu'on en fit à l'avenir usage pour calculer les lieux de la Lune de la Connoissance des Tems. on a remis à délibérer sur cet article aussitôt après la Saint-Martin⁸⁴.

Les registres dépouillés entre la fin 1764 et le mois de mai 1765 ne conservent pas trace d'une telle délibération et il semble bien que cette proposition soit restée lettre morte. Clairaut décède le 17 mai et sa mort est annoncée à la séance de l'Académie le lendemain⁸⁵. Bien peu préoccupés de l'introduction des tables de Clairaut dans la CDT, les académiciens seront mobilisés dès le 18 mai par l'affaire de la succession au poste de pensionnaire géomètre⁸⁶ laissé vacant par la mort de Clairaut. D'Alembert sera finalement élu à ce poste après de longues tractations que l'on peut suivre tout au long des procès-verbaux de l'année 1765.

Dans la CDT de l'année 1765 Lalande emploie toujours les tables de Mayer et justifie ainsi sa position :

Les longitudes de la Lune que nous donnons ici sont calculées sur les tables de la Lune de M. Mayer, que nous avons déjà insérées dans la *Connoissance des tems* de 1761 ; les erreurs de ces tables ne vont presque jamais à 2 minutes, assez rarement à

⁸³. PV ARS, 1764, fol. 371r.

⁸⁴. PV ARS, 1764, fol. 368r^o-371r^o.

⁸⁵. PV ARS, 1765, le samedi 18 mai 1765, fol. 341.

⁸⁶. La carrière académique de d'Alembert s'établit comme suit : élu adjoint-astronome le 10 mai 1741 (24 ans) après trois échecs contre Le Monnier, l'abbé de Gua et l'abbé Lacaille ; élu associé géomètre le 26 février 1746 en remplacement de Le Monnier promu pensionnaire ; nommé pensionnaire surnuméraire le 10 avril 1756 sans élection ; nommé pensionnaire titulaire au décès de Clairaut en 1765.

une seule, & pour l'ordinaire elles ne diffèrent que de quelques secondes de l'observation⁸⁷.

A cette époque, Lalande n'en fait encore que selon ses idées et semble ignorer quelques dispositions de l'Académie concernant le contenu de la CDT. Il partage pourtant le grand espoir que représente la publication des nouvelles tables de la Lune de Clairaut :

Ces nouvelles tables de la Lune qu'on attendoit avec impatience sont le fruit d'un travail immense où l'Auteur a su réunir les secours de la théorie & ceux de l'observation, on voit à la fin du livre une comparaison du calcul avec l'observation qui prouve l'exactitude de ces tables⁸⁸.

Mais Lalande ne suit pas les recommandations de Bailly et Pingré. Son intention formulée en 1761, d'intégrer les tables de la Lune de Clairaut dans la CDT restera pure annonce formelle. Comment faut-il alors interpréter l'allusion de Savérien au fait que Lalande imprima sous les yeux « de son ami »⁸⁹, les tables de la Lune de son rival Tobias Mayer ?

Quelles sont les relations entre Clairaut et Lalande dans les années 1761-1765 ?

Un faisceau de circonstances converge à une dénaturation des relations entre Clairaut et Lalande. Après s'être rapproché de Clairaut avant les fastidieux calculs sur la comète, Lalande s'en est écarté. Pour quelles raisons ? Plusieurs sans doute, parmi lesquelles figure en première place l'éviction du nom de Nicole-Reine Lepaute⁹⁰ de la *Théorie des Comètes* de 1760. Dans sa *Bibliographie Astronomique*⁹¹ Lalande regrette cette injustice soulignant que Clairaut avait agit ainsi afin de ne pas fâcher sa maîtresse de l'époque — une certaine M^{elle} Goulié⁹² — qui, selon la légende, aurait un peu participé à l'aventure de la comète de Halley⁹³ :

⁸⁷. Lalande, CDT pour 1765 (Paris, 1763), pp. 154-155.

⁸⁸. Lalande, CDT pour 1767 (Paris, 1765), p. 221.

⁸⁹. JDS, avril 1767, p. 262.

⁹⁰. Voir notre notice biographique à paraître dans le D.B.F.

⁹¹. Lalande, 1803, BA, pp. 676-681 et particulièrement p. 677.

⁹². Je remercie vivement M^{me} Elisabeth Badinter de m'avoir communiqué deux lettres de Clairaut inédites issues d'Archives privées à Genève [Lettre de Clairaut à Louis Necker datée du 20 avril 1762] et de la Burgerbibliothek de Berne [Lettre de Clairaut à G.E. Haller (fils) du 7 déc. 1761, Mss.h.h. III.181, fol. 123-124] où Clairaut mentionne le nom de sa maîtresse : l'orthographe y est variable. Il s'agit de M^{elle} Gouillé ou Goulier. Ces lettres viennent recouper des recherches personnelles sur ce sujet où nous avons identifié une M^{elle} Goulli ou Goulie en confrontant diverses

En 1759 Clairaut avait également cité Mme Lepaute dans son livre sur la comète où il profitait de cet immense travail; mais il supprima cet article par complaisance pour une femme jalouse du mérite de Mme Lepaute et qui avait des prétentions sans aucune espèce de connaissance. Elle parvint à faire commettre cette injustice à un savant judicieux, mais faible, qu'elle avait subjugué. On sait qu'il n'est pas rare de voir les femmes ordinaires déprécier celles qui ont des connaissances, les taxer de pédanterie, et contester leur mérite, pour se venger de leur supériorité; celles-ci sont en si petit nombre, que les autres sont presque parvenues à leur faire cacher ce qu'elles savent⁹⁴.

L'année 1759 marque le début de relations plus espacées et peut-être assez froides entre Clairaut et Lalande. Outre le mauvais état de santé dans lequel Lalande dit ressortir des calculs menés entre juin 1757 et la fin de l'année 1758 pour le premier retour calculé de la comète de Halley, il est de plus en plus accaparé par de nouvelles occupations. Lalande se voit charger de la CDT, il entreprend la rédaction de son *Astronomie* (Paris, 1764), et il n'hésite pas à déléguer de nombreux calculs quand il le peut à des calculateurs, comme M^{me} Lepaute, inaugurant une politique de recrutement d'assistants et de délégation des tâches pénibles (voir chapitre II.2). Par ailleurs, Lalande fait partie de la poignée d'académiciens chargés de préparer l'édition des volumes de l'*Histoire de l'Académie Royale des sciences* et de superviser leur impression, afin de résorber le retard considérable — jusqu'à six années — que cette publication avait accumulé. De plus, à cette époque, Lalande dirige la CDT d'une manière tout à fait personnelle et souvent opposée aux décisions de l'Académie. Il existe un monde entre les volontés et les propos de Lalande et la réalité (voir Chap. II.2).

On peut encore avancer une autre explication qui tient plus au caractère propre de Lalande et à son attitude vis-à-vis de ses « maîtres ». Lalande semble bien appliquer la vieille devise « trouve un maître et quitte-le ! », vite, pourrait-on ajouter dans son cas. De Delisle, il retire le goût de l'Histoire

sources [Morellet, 2000, pp. 140-141; Grimm et Diderot, 1823-1831, t. IV, pp. 281-285; Bachaumont, t. XVIII, au 24 février 1767; Lalande, 1803, p. 677]. L'« écolière » ou la calculatrice intime mentionnée dans les lettres de Clairaut à Boscovich n'est pas M^{me} Lepaute comme le laisse entendre par erreur René Taton [Taton, 1996, p. 445, n.3] mais bien M^{lle} Goulier. Elle est la « *petite compagne* », l'« *enfant* » que l'on peut lire dans la correspondance qu'échangent Alexis Clairaut et Daniel Bernoulli [Bâle, Un. Bibl. L Ia 684.753 à 807].

⁹³. C'est ce que laisse entendre Morellet (2000, p. 141) par exemple. Par recoupements, on peut penser que Clairaut rencontre M^{lle} Goulier en 1758 et il y a ainsi peu de chances qu'elle ait effectivement participé aux calculs sur la comète (communication privée de Mme Badinter). Il semblerait par ailleurs qu'elle n'ait été effectivement qu'une *écolière*, ne connaissant presque rien aux mathématiques, à peine les quatre opérations élémentaires.

⁹⁴. Lalande, 1803, BA, p. 677.

de l'Astronomie. De Le Monnier et de Delisle, il apprend à maîtriser les techniques de base de l'observation astronomique. Il les quitte vers 1754-55. Proche de Clairaut dans les années 1755-58, il apprend à maîtriser les méthodes d'approximations, le calcul différentiel, et à les appliquer à l'astronomie : il emploiera la méthode de Clairaut dans ses deux mémoires sur les perturbations des orbites de Mars et Vénus. Si Lalande conserve une estime scientifique et professionnelle pour son aîné géomètre, il est certain que les deux hommes ne sont pas liés d'amitié ; on ne trouve pas en effet dans la littérature que Lalande ait fait parti du cercle restreint des amis de Clairaut dans la période 1759-1765.

II.1.4 Jeurat : un astronome dans l'ombre, au service des tables de Clairaut

Un test des tables de la Lune a dû passer inaperçu puisque nous n'en avons trouvé mention nulle part ailleurs que dans le volume où il a été imprimé. Il est dû à Edme Jeurat. Publié en 1763 dans le quatrième tome des *Sçavans étrangers* au détour d'un mémoire sur les positions de la comète de Halley observée en mai 1759, il consiste en une comparaison d'un lieu de la Lune observé par Le Monnier à celui calculé sur les tables de Clairaut et de Mayer. Cet article est le premier d'une longue série de comparaisons systématiques entreprises par Jeurat dans les deux décennies suivantes et qui sont reproduites ci-après. Malheureusement, Jeurat ne se prononce pas sur la qualité des tables, laissant le lecteur seul juge. Jeurat ne peut toutefois dissimuler une certaine admiration pour les travaux de Clairaut :

Quoique ce calcul dépende & de la plus haute Géométrie & des meilleures observations, on a vû néanmoins avec étonnement (* JDS, janvier 1759) les succès prodigieux de M. Clairaut qui n'avoit de secours extérieur que celui de la géométrie, mais qui avoit en soi cette merveilleuse sagacité qui démêle nettement toutes les conséquences les plus éloignées des principes les plus compliqués de la Géométrie⁹⁵.

* * *

⁹⁵. Jeurat, 1759, p. 182.

DOCUMENT IV.3.1 - Jeaurat et une première comparaison des tables de la Lune de Clairaut et de Mayer (1759).

Observations d'un lieu de la Lune & comparaison des Tables de Mrs. Clairaut et Mayer, avec les observations de M. Le Monnier, faites au Collège d'Harcourt⁹⁶.

Ces sortes d'observations doivent être faites avec le plus de précision qu'il est possible, puisqu'elles servent à corriger la théorie de nos meilleurs géomètres; personne n'est plus en état de les pourvoir d'observations exactes & sûres que M. Le Monnier, & personne aussi ne fait un meilleur usage de la perspicacité astronomique que ce savant & laborieux Académicien.

Ce seroit peut-être un ouvrage utile de réduire d'aussi bonnes observations, & de les comparer en même temps aux meilleures tables, par exemple, à celles de M.rs Clairaut & Mayer. Ce travail serviroit à constater le degré de préférence que l'une des deux théories peut avoir sur l'autre: j'ai commencé cet essai sur un petit nombre d'observations choisies, & je joins à la fin de ce Mémoire ce que j'en ai calculé avec grand soin, ainsi que l'Observation suivante.

Observations du 10 juin 1759

Le 10 juin l'observai le passage du centre de la Lune au mural de M. de Fouchy, à 12^h 12' 21" temps vrai.

Dans le même champ de la Lunette j'observai les passages des deux étoiles υ sous l'oeil du Verseau.

υ la précédente à 13 ^h 24' 27"	}	Temps vrai.
υ la suivante à 13. 25. 23	}	

Le bord supérieur de la Lune étoit plus haut que l'Etoile précédente υ , de 15'16"45"; ce qui donne pour la hauteur apparente du bord supérieur de la Lune

corrigée de la réfraction.....18^d 34' 52"

sa distance app. au zénith.....71. 25. 8

sa vraie distance au zénith.....70. 32. 0

enfin celle du centre de la Lune.....70. 47. 19

Et par conséquent à 12^h 12' 21", 10 juin 1759,

Ascension droite de Lune.....261^d 53' 11"

Déclinaison australe de Lune.....21. 57. 9

Longitude vraie Lune.....8s 22. 28. 35

Latitude Boréale Lune.....1. 18. 22

⁹⁶. Jeaurat, 1759, pp. 187-189.

TEMPS VRAI	HAUTEUR Apparente	Diamètre observé	LONGITUDE observée	LATITUDE observée ⁹⁷
1740. 7 Mai. 9 ^h 11' 15"	☾ 44 ^d 24' 0"	30' 42" 1/2	6 ^s 2 ^d 14' 35"	B. 4 ^d 56' 27"
3 Mai. 6. 14. 41	☾ 60. 10. 32 ^{1/2}	30. 7 ^{1/2}	4. 12. 41. 13	B. 2. 17. 14
10 Avril. 11. 17. 1	☾ 42. 13. 20	30. 55	6. 7. 37. 30	B. 4. 54. 32
5 Avril 7. 34. 1	☾ 61. 19. 0	30. 10	4. 5. 24. 39	B. 1. 26. 41
5 Mars. 6. 25. 0	☾ 60. 59. 32 ^{1/2}	30. 42 ^{1/2}	2. 20. 20. 57	A. 2. 37. 49
1759. 10 Juin. 12. 12. 21	☾ 18. 34. 52		8. 22. 28. 35	B. 1. 18. 22

ERREURS des Tables de M. Clairaut		
En longitude	En latitude	En diamètre
+ 0 ^d 0' 38"	+ 0 ^d 0' 14"	- 0 ^d 0' 9"
+ 41	+ 59	- 3
+ 46	+ 19	- 13
+ 45	+ 7	- 7
+ 16	- 27	- 8
- 0. 1. 12	- 48	

ERREURS des Tables de M. Mayer	
En longitude	En latitude
+ 0' 47"	+ 0' 38"
- 0. 8	+ 0. 47
- 1. 16	+ 0. 51
+ 1. 26	+ 0. 23
+ 1. 20	- 0. 39
- 1. 6	- 0. 18

* * *

⁹⁷. B pour latitude Boréale, A pour Australe.

La clé de lecture d'une telle table passe par l'examen de l'erreur correspondant au mouvement de la Lune en longitude, erreur la plus significative pour juger de l'avancement des recherches sur la théorie de la Lune à cette époque. Le mouvement en longitude constitue le problème le plus délicat de la théorie — bien que l'ajustement en latitude pose aussi problème — et qu'il est nécessaire de résoudre en vue d'une utilisation nautique.

On s'aperçoit que les observations de Le Monnier effectuées en 1740 sont mieux représentées par les tables de Clairaut, avec des erreurs ne dépassant pas une minute d'arc, alors que celles de Mayer excèdent cette même quantité dans trois cas sur cinq. Dans le cas de l'observation effectuée en 1759, plus proche de la période pour laquelle Mayer établit ses tables, l'avantage est à ce dernier dont les prédictions s'écartent moins des observations que celles de Clairaut. Cette remarque semble rejoindre et confirmer celle que fait Clairaut dans sa lettre à John Bevis du 11 avril 1765 estimant que sa théorie représente mieux les observations sur des durées longues :

it is to hope that their agreement with the observations will hold more constantly than that which is grounded upon an empirick method, which may be good for a time not very distant from the observations made use of in the confection of the tables, and disagree afterwards⁹⁸.

Mais un seul test ne peut être significatif. Il en fallait d'autres effectués sur de longues durées pour confirmer cette idée.

⁹⁸. Clairaut, 1765, p. 208.

II.2 L'ÉCLIPSE ANNULAIRE DE SOLEIL DU 1^{er} AVRIL 1764 : LE TEST DÉCISIF

Le premier test significatif des tables de la Lune de Clairaut a lieu à l'occasion de l'éclipse de Soleil du 1^{er} avril 1764. C'est à cette occasion que Nicole Lepaute se fait remarquer par de longs calculs donnant l'évolution de l'éclipse de quart d'heure en quart d'heure pour toute l'Europe⁹⁹.

De l'avis de Bailly¹⁰⁰, l'éclipse de Soleil prévue pour le 1^{er} avril 1764 doit constituer un excellent test de qualité des diverses tables de la Lune, à savoir celles ajustées sur les observations (Halley, Cassini - Bailly ne dit rien des tables de Le Monnier¹⁰¹) et celles issues de la théorie et de la recherches des solutions au problème des trois corps (Euler-Mayer, Clairaut et d'Alembert). Remarquons au passage que Bailly assimile lui aussi les tables de Mayer à des tables « théoriques ». Les géomètres, d'Alembert, Condorcet, et Clairaut, regardent ces tables comme le résultat d'une « *horrible hybridation* » de la théorie et de la pratique empirique la plus sauvage.

Pour cette éclipse, les données du problème sont claires. Les tables de Mayer prévoient l'éclipse annulaire à Londres et dans l'Ouest de la France mais pas à Paris. Se basant sur les tables de Mayer, Lalande ne l'annonce pas non plus annulaire à Paris dans la CDT — pour cette publication, les calculs ne sont pas effectués par Mme Lepaute —. Selon Cassini de Thury, les tables de Cassini II donnent l'éclipse annulaire à Paris. Enfin, les tables de Clairaut et de d'Alembert donnent l'éclipse annulaire à Paris, comme le montrent les calculs de Cassini de Thury auquel ils ont communiqué leurs éléments du mouvement de la Lune déterminés pour cette date.

Le jour de l'éclipse, la météorologie est défavorable à Paris et au Havre où l'éclipse ne peut être convenablement observée, tandis qu'à Sens on put la voir entre deux nuages. Heureusement l'Europe de l'Astronomie s'est fédérée autour de cette observation cruciale et Uranie a bien fait les choses : l'éclipse est vue annulaire à Madrid (par l'abbé Clouet), à Bayonne (par Simonin), ainsi qu'à Calais (par Blondeau). Bailly écrit à juste titre qu'il est difficile que, dans ces conditions, l'éclipse ne fût pas

⁹⁹. CDT 1764, pp. 204-206.

¹⁰⁰. Bailly, 1764b, p. 274.

¹⁰¹. Mais Le Monnier ne ménage pas ses critiques et anticipe d'un mois les résultats de cette observation dans un mémoire présenté à l'Académie le 3 mars 1764. Il émet de fortes réserves sur la manière dont Clairaut corrige la latitude de la Lune. Par ailleurs, Le Monnier assure que le seul moyen fiable de corriger les tables en longitude reste la méthode employant « *la période de 18 ans ou Saros Chaldaïque* » [Le Monnier, 1764a, Mém., pp. 7-8]. Ce mémoire nous donne une indication précieuse des discussions animées des astronomes autour du calcul de cette éclipse et de la comparaison des tables analytiques de la Lune.

annulaire à Paris ! Réduisant les observations reçues d'autres observateurs, et disposant de tables manuscrites de Clairaut, Bailly écrit :

j'ai trouvé que la latitude boréale que j'avois calculé sur les tables de M. Clairaut s'en écartoit que très-peu; & même s'il falloit y appliquer quelque correction, ce seroit pour la diminuer. Par conséquent les tables de M. Mayer faisoient la Lune plus boréale qu'elle ne l'étoit réellement, & l'éclipse a du être à Paris encore plus annulaire que M. Cassini ne l'avoit annoncé¹⁰².

Cassini de Thury confirme également un certain avantage des tables de Clairaut sur celles de ses adversaires pour cette éclipse :

J'ai déjà été frappé en plusieurs occasions de l'exactitude des tables de M. Clairaut, que j'ai regardé comme juge d'un différent entre nos observations & celles de M. l'abbé de la Caille¹⁰³.

Le succès de sa prévision de l'éclipse a évidemment conforté la confiance que Clairaut plaçait dans ses tables de la Lune. Mais comme cela a été dit ailleurs dans ce chapitre, Clairaut ne semble pas avoir conçu, à l'époque, de prétendre au prix britannique des longitudes. En effet, les termes de la lettre qu'il adresse à John Bevis le 11 avril 1765, traduisent sa surprise à l'annonce de l'attribution de récompenses à Mayer et Euler pour leurs travaux sur la théorie des mouvements lunaires.

III. JEAURAT ET LÉMERY, 1764-1787 : 23 ANNÉES DE COMPARAISONS QUASI-INIMTERROMPUES DE TABLES DE LA LUNE

Comme cela a déjà été signalé plus haut, Jeurat avait entrepris en 1759 la confrontation des tables de la Lune aux observations, montrant alors que les tables de la Lune de Clairaut méritaient une attention particulière de la part des astronomes (voir document IV.3.1).

Ses motivations apparaissent clairement dans la CDT pour l'année 1786. Jeurat estime que les tables de Clairaut et d'Euler ont l'avantage d'être bâties uniquement sur la théorie, au contraire des tables ajustées empiriquement sur les observations comme le sont celles de Mayer. Il estime par ailleurs que si l'on rectifie ces « tables théoriques » sur les observations, elles seront meilleures que

¹⁰². Bailly, 1764b, p. 276.

celles de Mayer dont « *l'usage seul a voulu qu'elles soient les plus répandues* »¹⁰⁴, propos qui entrent en résonance avec ceux que tenait Clairaut aux auteurs du JDS, dans sa lettre du 11 janvier 1758¹⁰⁵. Ainsi, les « tables théoriques » ont la faveur de Jeurat.

Entérinant ce jugement, Condorcet s'approprie cette opinion :

[...] quant à la supériorité que paroissent avoir celles de Mayer, comme elles ont été corrigées en partie d'après les observations, & que celles de Clairaut ont été faites d'après la théorie seule, le temps seul peut apprendre si elles conserveront cette supériorité¹⁰⁶.

Jusqu'à son remplacement par Méchain en 1785, Jeurat, épaulé par Lémery, n'aura de cesse de mener son projet jusqu'au bout, et pendant plus de vingt ans, il entreprendra la comparaison systématique des positions calculées par les tables de Clairaut, les éditions successives des tables de Mayer et les nouvelles tables publiées par Euler en 1772, à des séries d'observations effectuées par James Bradley entre 1750 et 1760. Ces comparaisons, portant sur des observations anciennes, seront complétées par quelques tests plus dynamiques effectués lors des éclipses de Soleil ou des occultations d'étoiles par la Lune observées par Jeurat à l'Observatoire Royal.

Dans un mémoire lu en 1771, Dionis Duséjour, comparant les mouvements horaires chez Clairaut et Mayer, en appelle aux astronomes et les exhorte à vérifier de manière suivie les tables de Clairaut qui semblent à cette époque diverger et moins bien rendre compte des observations que les tables de Mayer¹⁰⁷. En effet, Duséjour met l'accent sur les grands écarts observés entre les tables lors de l'éclipse de 1769.

Il est intéressant de s'arrêter sur les principaux résultats des comparaisons et des mémoires rédigés par Jeurat (1766, 1776b, 1777a, 1777b, 1781, 1783, 1785) et Lémery (1777, 1780 et 1783), reproduits en partie ci-après.

¹⁰³. Cassini de Thury, 1764b, p. 352.

¹⁰⁴. Jeurat, CDT pour 1786 (Paris, 1783), pp. 198-199.

¹⁰⁵. Voir supra, chap. IV.2, sur l'opposition théorie/empirisme.

¹⁰⁶. Condorcet, 1777, HARS 1777, Hist. pp. 44-45.

¹⁰⁷. Duséjour, 1771b. Voir infra, chap. IV.2, notre étude sur le mouvement horaire.

III.1. LES TABLES DE CLAIRAUT DANS LES OBSERVATIONS DE JEAURAT JUSQU'EN 1780

Entreprises à la seule initiative de Jeurat avant 1775, les comparaisons des tables de Clairaut aux observations sont le plus souvent occasionnelles, lors de phénomènes exceptionnels, tels que éclipses de Soleil ou occultations d'étoiles par la Lune. Ces comparaisons prennent toutefois un caractère systématique à partir de 1775, année qui précède la nomination de Jeurat comme rédacteur de la CDT succédant ainsi à Lalande (voir supra, chap. II.2). Elles ont l'intérêt d'étendre la comparaison des tables sur des séries d'observations plus longues.

Jeurat donne en général des tableaux récapitulatifs qu'il commente à la différence de son premier article en 1759. Toutes les tables de comparaison donnent les "C-O", différences entre les instants Calculés (ou tabulés) et les instants Observés (au contraire des habitudes des astronomes modernes qui donnent les "O-C" comme nous l'avons déjà mentionné au chapitre précédent).

III.1.1 Observation et calcul de l'éclipse du 5 août 1766 (mémoire lu le 30 août 1766)

Le 5 août 1766, Jeurat et Messier sont à Colombes chez le marquis de Courtanvaux pour y observer une éclipse partielle de Soleil¹⁰⁸. Visiblement impressionné par le succès des tables de Clairaut lors de l'éclipse du 1^{er} avril 1764, Jeurat avait préparé sur ces mêmes tables l'observation de cette nouvelle éclipse en calculant « *le point apparent du disque du Soleil où se doit faire l'attouchement des bords [...]* »¹⁰⁹.

Sans commentaires, Jeurat donne la comparaison des observations avec les calculs sur les tables de Clairaut :

Longitude observée.....	4 ^s	13 ^d	6'	9''
Calculée selon M. Clairaut.....	4.	13.	6.	21.
Latitude boréale observée.....	0 ^d .	32'	4''.	
Calculée selon M. Clairaut.....	0.	33.	9.	

¹⁰⁸. Remarquons que Courtanvaux accueille les astronomes dans un observatoire très commode et très bien équipé selon les propos de Jeurat [Jeurat, 1766, Mém., p. 407].

¹⁰⁹. Jeurat, 1766, Mém., p. 408.

Conséquemment l'erreur des Tables de M. Clairaut, en longitude, est de +0' 12'',
& en latitude de +1' 5''¹¹⁰.

Cette observation favorable assoit davantage la bonne réputation des tables de la Lune de Clairaut et donne raison aux astronomes qui, en 1763, souhaitaient que les calculs des lieux de la Lune dans la CDT soient effectués sur ces tables.

III.1.2 Observations de la Lune du 17 mars 1775 (mémoire lu le 1^{er} avril 1775)

Condorcet nous rapporte les résultats de la comparaison¹¹¹ entreprise par Jeaurat à l'occasion de l'éclipse du 17 mars 1775 :

[...] l'erreur de la longitude a été de 8 secondes pour les tables de Mayer, & de 26 pour celles de Clairaut ; l'erreur de la latitude a été de 12 secondes pour les premières tables, & de 16 secondes pour les deuxièmes. On voit par là combien l'une et l'autre de ces Tables répondent aux Observations [...] ¹¹².

Jeaurat donne le détail des réductions de ses observations et se contente de donner le résultat de l'observation comparée aux valeurs calculées d'après les tables de Clairaut et de Mayer. Pour le 17 mars 1775 à 12^h 35' 4" temps vrai ou 12^h 43' 29" temps moyen, les coordonnées de la Lune sont données par la table suivante.

Table IV.3.1 : Comparaison des lieux de la Lune calculés sur les tables de Clairaut et Mayer par Jeaurat [HARS, 1776 (Paris, 1779), pp. 489-490]

Longitude observée de la Lune (Jeaurat)	6 ^s 5 ^d 17' 26" [=185° 17' 26"]
Longitude calculée selon Mayer	6 5. 17. 34.
Longitude calculée selon Clairaut	6 5. 17. 52.
Latitude boréale (B) observée (Jeaurat)	2 ^d . 45'. 16".
Latitude selon Mayer	2. 45. 2.
Latitude selon Clairaut	2. 45. 0.

¹¹⁰. Le texte original est erroné en indiquant 0' 5'' pour l'écart en latitude [Jeaurat, 1766, Mém., p. 410].

¹¹¹. Jeaurat, 1776a, Mém., pp. 487-490.

¹¹². Condorcet, HARS 1777, Hist. p. 44.

Le "C-O" en longitude est donc de 8" pour Mayer et 26" pour Clairaut, laissant présumer un avantage marqué pour les tables de Mayer. Jeurat ne commente pas les résultats.

III.1.3 Observations de la Lune du 25 au 28 juillet 1776 (mémoire lu le 14 août 1776)

A l'occasion de l'éclipse totale de Lune du 30 juillet 1776, Jeurat observe des positions de la Lune et dresse le tableau suivant¹¹³.

Table IV.3.2 : Comparaison des Tables de la Lune de Clairaut et de Mayer par Jeurat [HARS, 1776 (Paris, 1779), p. 268]

DATES DES OBSERV. <i>ANNEE 1776</i>	ANOMALIE moyenne de la LUNE	ERREURS DES TABLES EN LONGITUDE		ERREURS DES TABLES EN LATITUDE	
		M. CLAIRAUT	M. MAYER	M. CLAIRAUT	M. MAYER
25 juillet à 7 ^h 18' 42"	2 ^s 10 ^d 55' 51"	— 1' 7"	— 0' 39"	+ 0' 11"	+ 0' 3"
26 juillet à 8. 8. 52.	2. 24. 27. 1	— 0. 43	— 0. 14	+ 0. 12	+ 0. 4
27 juillet à 9. 2. 38	3. 8. 0. 11	— 1. 15	— 0. 46	— 0. 7	— 0. 1
28 juillet à 9. 59. 43	3. 21. 35. 8	— 1. 16	— 0. 45	+ 0. 40	+ 0. 32

L'erreur moyenne en longitude est de 1' 05" pour les tables de Clairaut et 0' 36" pour les tables de Mayer, attestant d'une meilleure qualité de ces dernières. Jeurat signale à cette époque la nécessité qu'il y aurait de retrancher 25' de l'anomalie moyenne de la Lune des tables de Clairaut. Mais cette considération, seulement basée sur quatre observations testées, empêche Jeurat de se prononcer sur la constance et la validité de cette correction¹¹⁴.

La bonne tenue apparente des tables de Clairaut face aux bonnes tables de Mayer, dont l'usage s'est répandu chez la plupart des astronomes, incite Jeurat et Lémery à explorer plus en avant les comparaisons de toutes les tables de la Lune existantes.

¹¹³. Jeurat, 1776b, p. 268-272.

¹¹⁴. Jeurat, 1776, p. 272.

III.1.4 L'éclipse de Soleil du 24 juin 1778 (mémoire lu le 27 juin 1778)

Dans le compte rendu des observations de cette éclipse de Soleil effectuées à l'Observatoire Royal, Jeurat rappelle la nécessité pour les astronomes d'observer ces phénomènes¹¹⁵ :

Les Observations d'Eclipse de Soleil sont importantes pour la détermination des Longitudes terrestres, & pour la rectification des Tables de la Lune [...]¹¹⁶.

Après avoir expliqué la manière dont il a effectué ses observations, il conclut en effectuant une courte et rapide comparaison des tables de Clairaut et Mayer¹¹⁷ :

Enfin, je conjecture que l'erreur des Tables est en longitude,

Pour les Tables de M. Mayer.....+ 7"

Pour les Tables de M. Clairault.....- 44"

Mais ce dont je suis plus certain, c'est que dans la circonstance dont je viens de donner le petit nombre d'observations que j'ai pu faire, les Tables de M^{rs}. Clairaut & Mayer différent entre elles,

Quant à la longitude, de- 51"

à la latitude, de- 12.

à l'ascension droite, de.....- 56.

Les écarts apparaissent donc, à cette époque, en défaveur des tables de Clairaut.

III.2. LES GRANDS CALCULS DE LÉMERY

La bibliothèque de l'Institut de France conserve un gros recueil in-folio de la main de Lémery, intitulé « Calculs de 526 lieux de la Lune sur les tables de M. Clairaut. Edition de 1765 »¹¹⁸. Une note manuscrite sur la première page indique que le volume a été remis à l'Académie le 7 juillet 1782. Dans une courte note préliminaire, Lémery présente l'objectif qu'il s'est fixé :

¹¹⁵. Jeurat, 1778, pp. 39-43.

¹¹⁶. Jeurat, 1778, p. 39.

¹¹⁷. Jeurat, 1778, p. 43.

¹¹⁸. Manuscrits de la Bibliothèque de l'Institut de France, Ms 2384, 513 tableaux.

je me suis engagé dans la Connaissance des Temps de 1779, à calculer une partie des observations de M. Bradley par les tables de la Lune de M. Clairaut, édition 1765. Ce volume en contient 526. Les 26 dernières ont été ajoutées pour constater les erreurs trouvées dans les observations du Nautical almanach de 1774. d'après les calculs faits sur les tables de mr. Mayer.

On voit que les erreurs sont à peu près les mêmes par les tables de Clairaut, ce qui achève de prouver que les erreurs viennent de la table des observations¹¹⁹.

Dans cet imposant volume, ce sont donc 526 observations de Bradley, effectuées entre les années 1750 et 1760, que Lémery compare avec les tables de Clairaut. Entreprise colossale, qui sera publiée sous une forme légèrement différente et allégée, dans la CDT pour 1783 (CDT 1783, pp. 352-371) puis dans la CDT pour 1786 (Paris, 1783, p. 387).

Nous avons reproduit en annexe à ce chapitre un tableau de comparaisons des tables de la Lune calculées par Lémery en 1783 (CDT pour 1786, p. 387 - voir planche IV.3.1). Lémery semble animé d'une volonté de faire passer Clairaut au statut de « Gloire Nationale », puisqu'il écrit en 1780 :

Par cette comparaison les Astronomes seront en état de voir si en changeant quelques-uns des coefficients des Tables de M. Clairaut, on ne pourroit pas les amener à une exactitude peut-être encore plus grande que celles des autres Tables. Ce seroit une gloire pour la France, & sur-tout pour l'Académie royale des Sciences, que tant de travaux importans pour le progrès de l'Astronomie doivent immortaliser dans l'histoire de cette belle Science¹²⁰.

Mais au contraire de ce que laisse entendre Lémery, ces tableaux indiquent une dégradation de la qualité des tables de Clairaut caractérisée par une dispersion croissante. Ayant calculé les moyennes et les écarts types des tableaux de comparaison publiés par Lémery dans la CDT pour 1786, il nous apparaît clairement que les tables de Clairaut ne soutiennent plus la comparaison avec les tables de la Lune de Mayer, corrigées et améliorées par Mason au fur et à mesure de l'avancement de ses propres calculs pour le *Nautical Almanac*¹²¹. En effet, la moyenne des écarts en longitude pour les tables de

¹¹⁹. Ibid., fol. 2.

¹²⁰. Lémery, 1780, p. 353.

¹²¹. Mason, 1787, *Mayer's Lunar tables improved by Mr. Charles Mason, published by order of the Commissioners of Longitude*, Londres (in-4°). Lalande nous dit que les tables parvinrent en France un peu plus tard ; Méchain s'en servit à partir de 1788 pour la CDT. Lalande ajoute que Mason était « désespéré de n'avoir pas les 250 000 £ qu'il croyait lui être dues pour ses tables de la Lune ; mais il avait mal interprété l'acte du parlement, ses tables n'étaient pas faites d'après la théorie. Il mourut en 1787 » [Lalande, 1803, BA, p. 601]. Ces tables furent

Clairaut est égale à $+15'',4$ (avec un écart-type double de celui pour les tables de Mayer), alors qu'elle n'est que $-3'',0$ pour les tables de Mayer, et $-10'',1$ pour les tables du *Nautical*.

Remarquons encore que toutes ces comparaisons portent toujours sur le même échantillon d'observations effectuées par Bradley entre 1750 et 1760.

Ces écarts n'empêchent pas Jean-Sylvain Bailly de clamer sa foi exagérée dans l'excellence des tables de Clairaut. Dans le troisième volume de son *Histoire de l'astronomie moderne [...] jusqu'en 1782*, se remémorant sans doute ses travaux antérieurs sur ces tables et ayant pris connaissance des travaux de Lémery, il écrit :

Les Tables du mouvement de la Lune que M. Clairaut a construites sur la solution particulière du problème des trois corps, représentent toutes ces observations avec une précision qu'il paroît difficile de surpasser. [...] Plus de 500 lieux de la Lune, récemment calculés par M. Lémery, prouvent que la Tables de M. Clairaut donnent le plus souvent, comme celles de M. Mayer, une erreur au-dessous d'une minute [d'arc]¹²².

Si le jugement paraît exagéré, il témoigne de la considération que certains astronomes éprouvent encore pour les tables de la Lune de Clairaut près de vingt ans après son décès, et leur souci d'entretenir activement la mémoire de ce grand géomètre.

Observation de la Lune lors de l'éclipse de Soleil du 17 octobre 1781 (mémoire lu le 21 nov. 1781)

Lors de l'observation de l'éclipse de Soleil du 17 octobre 1781, dernière éclipse objet de comparaison¹²³, les écarts entre les tables se sont accrus dans un sens qui ne doit pas plaire à Condorcet puisque Jeurat annonce un écart en longitude de seulement 11" pour les tables de Mayer,

remplacées par celles de Burg et Burckhardt basées sur la théorie de Laplace qui donna les équations séculaires du moyen mouvement de l'apogée lunaire [Delambre, HA 18, pp. 445, 598, 631 et 634].

¹²². Bailly, 1785, III, pp. 155-156. Cette citation permet de penser que Bailly a écrit cette notice sur les tables de Clairaut après le mois de juillet 1782, c'est-à-dire après le dépôt par Lémery de son manuscrit au secrétariat de l'Académie.

¹²³. Jeurat, 1781, pp. 9-20.

alors qu'il atteint 2' 01" pour les tables de Clairaut, soit environ onze fois plus (un écart similaire est observé en latitude : 1" contre 21,3" pour Clairaut)¹²⁴.

Cette observation négative et défavorable aux tables de Clairaut semble avoir marqué la fin des explorations que Jeurat avait entreprises depuis 1759. La révision des tables et de la théorie lunaire de Clairaut, suggérée par Jeurat en 1776, s'avérait maintenant nécessaire.

Clairaut avait trouvé en Jeurat, Bailly et Lémery ses plus fervents admirateurs, fidèles continuateurs, désireux de prouver à la communauté des astronomes la grande qualité de ses tables et la pertinence des propos qu'il tenait en 1758, exhortant les astronomes à multiplier sur une grande échelle, les comparaisons des observations aux théories.

A partir de 1780, Jeurat insère les errata des tables d'Euler publiées à Saint-Pétersbourg en 1772¹²⁵, expliquant en quoi réside la nouveauté de ces tables et de la théorie qui l'accompagne¹²⁶. Pourtant, elles seront encore loin de satisfaire les astronomes, jusqu'à ce que Pierre-Simon Laplace lise à l'Académie le 19 décembre 1787, son mémoire sur l'accélération séculaire de la Lune, levant ainsi l'un des obstacles à l'élaboration de tables précises¹²⁷.

A partir de 1783, Pierre Méchain n'emploie que les tables de Mayer dans ses calculs et réductions des observations de la Lune pour la CDT¹²⁸. Quant à Jeurat, l'affaire est entendue : seules sont valables les tables de Mayer. Désormais, c'est sur ces tables qu'il réduit ses observations¹²⁹.

¹²⁴. Jeurat, 1781, p. 10.

¹²⁵. CDT 1783, p. 199.

¹²⁶. Rappelons que cette seconde théorie de la Lune d'Euler rompt avec ses précédents travaux et les théories des années 1750. Euler opte pour un développement des équations en coordonnées cartésiennes rectangulaires, abandonnant les procédés qui résultaient des habitudes des astronomes (rayon-vecteur, latitude et longitude). Cette théorie ouvre la voie aux travaux plus modernes de Lagrange (prix ARS de 1772 et 1774) et de Laplace, ce dernier expliquant le 19 novembre 1787 [Laplace, 1825, t. V, p. 360] à l'Académie que « *la variation séculaire de l'excentricité de l'orbite terrestre produit dans le moyen mouvement de la Lune, l'équation séculaire déterminée par les astronomes* ». Laplace introduisait alors un terme correctif à la longitude de la Lune proportionnel au carré du temps [Mijonnet, 1987, 376-381]. Voir supra, la longue note sur l'accélération séculaire de la Lune, chap. IV.2.

¹²⁷. Lalande, 1803, BA, p.610; Laplace, 1835, pp. 279-298 et plus particulièrement, pp. 284-287. Voir Danjon, 1994, pp. 283-284 pour les explications techniques. Laplace avait annoncé sans démonstration cette découverte dans les mémoires de 1786 [HARS, 1786 (Paris, 1788), Mém., « Sur l'équation séculaire de la Lune », pp. 235-264]. Voir supra, chap. IV.2.

¹²⁸. Méchain, 1783a, 1783b, 1784.

¹²⁹. Jeurat, 1785, 1788.

CONCLUSION : QUID DE LA PÉRENNITÉ DES TABLES DE LA LUNE ?

Le détail du mouvement de la Lune résulte d'une mécanique extrêmement précise et délicate. Pour diverses raisons, et en dépit de leurs efforts certes méritoires, les géomètres du XVIII^e siècle étaient dans l'incapacité de produire des théories analytiques de ce mouvement suffisamment minutieuses. Les tables de la Lune qui en résultaient étaient donc condamnées à dériver inexorablement au cours du temps et à devenir rapidement caduques. M. et J. Chapront¹³⁰ dressent la liste des effets que les mathématiciens du XVIII^e siècle ne prenaient pas (ou ne pouvaient pas ?) prendre en compte : la non-sphéricité à la fois de la Terre et de la Lune, les effets de marées dus à ces deux corps, auxquels il faut ajouter les perturbations causées par des planètes découvertes ultérieurement (Uranus en 1781, Neptune en 1846), et aussi des effets relativistes. De plus, l'établissement de tables fiables de la Lune passe par la connaissance du mouvement de la Lune autour de son centre d'inertie, et des mouvements de précession et de nutation de la Terre. L'interdépendance existant entre les mouvements de la Lune et ceux de l'ensemble du système solaire constitue la difficulté à surmonter dans l'élaboration d'éphémérides de grande précision — constantes d'intégration, repères et origines, paramètres physiques tels que masses, aplatissements, etc.) — hors de portée des géomètres du XVIII^e siècle¹³¹.

Les théories du début du XIX^e siècle restent encore insuffisantes pour être en accord avec les observations. A l'image des tables de Mayer-Euler, toutes les tables de cette époque (et il en va de même des tables de Burg et Burckhardt¹³² employées jusqu'en 1861) sont basées sur des développements dont la forme est donnée par la théorie¹³³, mais dont les coefficients sont ajustés sur les observations, reculant le moment où seule la théorie sera capable de donner la solution exacte selon les vœux de Clairaut, de Condorcet et de Jaurat.

Ce que ne disent finalement ni Mayer, ni Clairaut réside en ceci :

« La méthode de construction des tables permet en principe une détermination des coefficients des inégalités plus précise que celle que la théorie peut fournir ; mais

¹³⁰. Chapront-Touzé et Chapront, 1996, pp. 119-122.

¹³¹. Ibid., p. 120.

¹³². Tables basées sur la théorie de Laplace [Delambre, HA 18, pp. 445, 631, 634, 598].

elle peut introduire également, pour certains coefficients de termes à longue période, des valeurs empiriques totalement différentes des valeurs théoriques exactes et qui proviennent de la compensation des inégalités du temps solaire moyen sur la période d'ajustement aux observations. On comprend donc que la précision de ces tables se dégrade avec le temps »¹³⁴.

Le rêve de Clairaut et de tous les astronomes et géomètres du XVIII^e siècle ne sera réalisé qu'au XX^e siècle, après que :

1°. **Sir Harold Spencer Jones**¹³⁵ mette en évidence en 1939 la non-uniformité du temps solaire moyen, celle de l'accélération séculaire de la longitude moyenne de la Lune (due aux effets de marée),

2°. l'UAI introduise en 1952 le Temps des Ephémérides afin d'éviter les diverses irrégularités de la rotation de la Terre¹³⁶.

A partir de 1960, les termes empiriques sont définitivement bannis des expressions donnant les positions de planètes dans le calcul des éphémérides¹³⁷.

¹³³. Chapront-Touzé et Chapront, 1996, p. 122.

¹³⁴. Ibid., p. 122.

¹³⁵. Harold Spencer Jones (1890-1960) fut le 10^{ème} astronome royal en 1933, retiré en 1955 [Masclat, 1999, p. 359].

¹³⁶. B.D.L., 1997, pp. 56; 63-64.

¹³⁷. Chapront-Touzé et Chapront, 1996, p. 122.

ANNEXE IV.3.1 : Lettre de Tobias Mayer (s.l.n.d.), adressée aux Lords de l'Amirauté britannique pour une récompense dans les termes de l'Acte de la Reine Anne [Forbes, 1974, pl. X et extraite de la Correspondance de Mayer conservée à Hanovre].

My Lords,

Having by infatigable application and a great deal of trouble found out the Longitude at sea, & take the liberty, humbly to present my discovery to your Lordships in the inclose papers, viz [with]

1. my new tables of the moon
2. a manuscript shewing the Method for finding out the Longitude at sea after the said tables.

Anders I think myself intituled to the reward grantes by un Act of Parliament in the 12th of Queen Annes called an Act for providing a publick reward to such person or persons, as shall discover the longitudes et sea. Il humbly submit the above mention 'd things to your Lordships farther inquiry & trial, not doubting, but they will be found just & applicable. I therefore hope, the reward will be granted to me according as the said Act of Parliament directs, and I remain with the utmost Submission,

My Lords, Your Lordships, most humble & most obedient servant,

Tob^s Mayer.

ANNEXE IV.3.2 : (Page suivante) Lettre de Clairaut à John Bevis de Paris, le 11 avril 1765, écrite en anglais et publiée dans le *Gentleman's Magazine*, vol. XXXV, p. 208 (reproduction intégrale), suivie d'un essai de traduction française de cette lettre.

Essai de traduction en français de la lettre d'Alexis Clairaut adressée à John Bevis le 11 avril 1765 pour la revendication d'une partie du prix britannique des Longitudes, parue dans le *Gentleman's Magazine*, vol. XXXV, p. 208 (1765).

Copie d'une lettre de M. CLAIRAUT au Dr. BEVIS, datée de Paris, le 11 avril 1765 ; à partir de l'original en anglais, écrit de sa main.

Monsieur,

Je vous ai écrit il y a quelques jours, profitant de l'opportunité d'un voyage en Angleterre de l'un de mes amis, qui m'a promis de vous remettre en mains propres, ci-jointes à ma lettre, une copie de mes nouvelles tables de la Lune. Je ne pensais pas, à cette époque, que je devrais si vite vous écrire à nouveau au sujet de ces tables. J'étais assez ignorant des conclusions de votre commission sur les longitudes. Je pensais que cela ne concernerait que le garde-temps [la montre marine] de Mr. Harrison, et que les tables de la Lune n'avaient rien à voir dans cette affaire. Si j'avais eu la moindre idée de cela, je serais venu en Angleterre, ou tout au moins envoyé mes nouvelles tables pour qu'elles soient présentées aux Commissaires, de manière à ce que mes calculs entrent en compétition avec ceux de M. Mayer.

Depuis, je pense avoir atteint un très haut degré de précision dans mes équations de la Lune ; et comme j'y suis parvenu à l'aide de la seule théorie, on peut espérer que leur accord avec les observations tiendra plus longtemps que celui qui est totalement fondé sur une méthode empirique qui peut être bonne pour une époque peu éloignée des observations employées pour la confection des tables, et ne s'accordant plus au-delà. Cependant, au cas où les nouvelles tables de M. Mayer auraient une plus grande exactitude que les miennes, j'ai au moins droit à une récompense, autant que M. Euler, dont la théorie n'est pas antérieure à la mienne, et ne peut-être plus utile que la mienne à M. Mayer.

Maintenant, mon cher et estimable ami, les choses étant ce qu'elles sont, ayez l'obligeance de me dire ce qui peut être fait, sans avoir perdu tout mon travail, en regard des récompenses anglaises. Si le temps, qui restera après votre réponse à ceci, est trop court pour [plaider] ma cause auprès de votre parlement, ne prendriez-vous pas vous-même, en mon nom, toutes les mesures nécessaires pour parvenir au but proposé ? J'ai quelques amis en Angleterre, qui, je l'espère, vous assisteront dans votre dessein de me servir. M. Stanley et Sir James MacDonald, par exemple, je dépends entièrement d'eux : j'espère aussi que Lord Morton montrera également sa bonté à cette occasion. Parlez-vous alors, avec notre ami M. Short, à ces Excellences de ce sujet.

Il doit être dit en ma faveur, 1^{ment}, que ma théorie de la Lune, publiée en 1747 (dans nos Volumes de l'Académie) est d'une grande utilité pour l'amélioration de toutes les tables. 2^{ment}, que j'ai été le premier (M. Euler l'a reconnu lui-même) qui ait trouvé le véritable mouvement de l'apogée de la Lune dans les lois de l'attraction [universelle] : je le dis comme une preuve d'avoir, il y a longtemps, ouvert la voie pour la théorie de la Lune. 3^{ment}, que l'exactitude actuelle de mes tables (ainsi que leur simplicité d'emploi pour les calculs), toujours entièrement fondées sur la même théorie, et sans recours aux [ajustements sur les] observations, ont montré pleinement la justesse de cette théorie. Si, après avoir examiné ces tables, vous les trouvez aussi exactes que je l'imagine de mes propres comparaisons avec 200 lieux de la Lune, j'aurai un grand avantage sur M. Mayer qui a seulement suivi une méthode empirique et a emprunté à la théorie d'un autre.

J'espère, mon cher Docteur, que vous ne resterez pas longtemps sans me répondre sur ces sujets, et que vous y joindrez un compte-rendu de la méthode qui a été employée pour examiner les tables de M. Mayer ; qui sont les astronomes qui en ont fait usage ; Combien de lieux de la Lune

ont été calculés pour apprécier leur exactitude ; Quelle est la plus grande erreur qui a été trouvée, soit en latitude, soit en longitude.

Pardonnez moi pour toutes ces questions, tous les soucis que je vous donne, et avec beaucoup de gratitude, je suis, pour la vie, Monsieur,

Votre très humble et très obéissant serviteur,

CLAIRAUT.

Résumé

Se basant sur de nombreuses archives, cette recherche se propose de réexaminer quarante années d'astronomie nautique (entre 1740 et 1780), durant lesquelles la méthode des distances lunaires — la méthode la plus usitée jusque dans les années 1850 pour la détermination des longitudes en mer — est mise au point, notamment par l'abbé Nicolas-Louis de Lacaille, et se voit finalement codifiée par le chevalier Jean-Charles de Borda.

Cette étude va s'attacher en particulier à reconsidérer les travaux scientifiques de savants de l'Académie des Sciences, Pierre-Louis Moreau de Maupertuis, Pierre Bouguer, Alexis Clairaut, Pierre-Charles Le Monnier et Jérôme Lalande, avec leur statut officiel méconnu de « *préposé au perfectionnement de la navigation* ». A la lumière de nombreuses mises à jour biographiques et de correspondances, on pourra mieux comprendre leurs influences mutuelles et leurs relations avec le milieu maritime. De même, on s'intéressera à la diffusion des méthodes auprès des marins, ainsi qu'à la manière dont la *Connaissance des Temps* — publication officielle de l'Académie des sciences et rivale du *Nautical Almanac* britannique — devient peu à peu un almanach nautique sous les actions de Jérôme Lalande, Pierre Méchain et des ministres de la Marine successifs.

On sera ainsi amené à porter un nouveau regard sur l'œuvre théorique d'Alexis Clairaut concernant le mouvement de la Lune, œuvre bien plus cohérente que l'on ne l'imaginait auparavant.

Mots-Clés : Astronomie nautique ; longitudes en mer ; distances lunaires ; éphémérides ; tables de la Lune ; mécanique céleste ; histoire de l'astronomie ; histoire de la navigation. Bouguer ; Clairaut ; d'Après de Manneville ; Lalande ; Lacaille ; Le Monnier ; Académie des sciences ; Marine.

Abstract

Based on numerous archives, correspondence and manuscripts, this research is dedicated to forty years of nautical astronomy in France, between 1740 and 1780. During this period, the method of lunar distances — the most used one for the determination of longitudes at sea up to the years 1850 — is developed by the abbé Nicolas-Louis de Lacaille and codified by the chevalier Jean-Charles de Borda.

This study reconsiders the scientific works of members of the French Academy of Sciences, Pierre-Louis Moreau de Maupertuis, Pierre Bouguer, Pierre-Charles Le Monnier, Alexis Clairaut and Jérôme Lalande, who were given the little known official responsibility of « *préposé au perfectionnement de la navigation* », i.e., persons in charge of improving navigation. With the help of unknown correspondences and biographic updates, this work clarifies their mutual influences and their relationships with the maritime sphere.

One important aim of this work is to examine how these methods were dispatched to seafarers and how the *Connaissance des Temps* — the official ephemeris of the Academy of sciences, in competition with the british *Nautical Almanac* — became a nautical almanac under the actions of Jérôme Lalande, Pierre Méchain, and the successive ministers of the French Navy.

This study also sheds a new light on the theoretical work of Alexis Clairaut on the Lunar motions. It appears to be more consistent than we have imagined before.

Key-words: Nautical astronomy ; Longitudes et sea ; Ephemeris ; Lunar tables ; Lalande ; Lacaille ; Clairaut ; Bouguer ; French Academy of Sciences ; History of astronomy ; History of astronomical navigation.

UNIVERSITÉ DE NANTES
FACULTÉ DES SCIENCES ET DES TECHNIQUES
CENTRE FRANÇOIS VIÈTE

L'ASTRONOMIE NAUTIQUE AU XVIIIème SIÈCLE
EN FRANCE :
TABLES DE LA LUNE ET LONGITUDES EN MER

TOME III
(Bibliographie, Annexes)

THÈSE DE DOCTORAT

Ecole doctorale : Connaissances, Langages, Cultures
Discipline : Histoire des sciences et des techniques

Présentée et soutenue publiquement par

Guy BOISTEL

Le jeudi 25 octobre 2001 devant le jury ci-dessous

<i>Président</i>	M. Patrice BAILHACHE • Professeur • Nantes
<i>Rapporteurs</i>	M ^{me} Michelle CHAPRONT-TOUZÉ • Astronome • Observatoire de Paris M. Philippe HAUDRÈRE • Professeur • Angers
<i>Examineurs</i>	Dr. Michael HOSKIN • Professeur • Cambridge M ^{me} Danielle FAUQUE • Chercheur associé • Orsay, Paris M. Jacques GAPAILLARD • Professeur • Nantes

Directeur de thèse : M. Jacques GAPAILLARD

Conclusion et perspectives

Je me proposais dans cette étude de répondre à quelques questions simples, à savoir :

De quelle nature sont les relations qu’entretiennent certains astronomes et géomètres de l’Académie Royale des Sciences (ARS) avec la Marine au milieu du XVIII^e siècle ? Quelles sont les contributions respectives des savants qui font l’objet de cette étude, aux progrès de l’astronomie nautique à cette époque ?

Les recherches entreprises ont conduit à une meilleure connaissance de l’activité des astronomes de l’Académie durant la période 1740-1780. Cette étude permet de dégager un certain nombre de résultats.

Le premier concerne l’engagement officiel de savants de l’Académie des sciences par le département de la Marine, au poste de « *préposé au perfectionnement de la navigation* ». Cette charge qui n’est jamais mentionnée dans les études historiques antérieures, s’avère de première importance pour bien comprendre le contexte dans lequel travaillent ces savants. Ce « filtre » est un outil essentiel pour porter un regard nouveau sur la cohérence des travaux des astronomes et des géomètres au milieu du XVIII^e siècle.

Le second résultat est constitué par l’histoire quasi inconnue des éphémérides les plus anciennes des publications astronomiques, la *Connaissance des Temps*. Cette histoire originale nous apprend beaucoup sur diverses personnalités (Jérôme Lalande, Pierre Lévêque, etc.), sur les procédures internes à l’Académie des sciences, ainsi que sur les relations entre la Marine (en général) et l’Académie.

De manière globale, cette étude impose une mise à jour évidente de nombreux éléments biographiques des principaux savants de l’Académie qui faisaient l’objet de mon étude. Par ailleurs, des personnages généralement considérés comme secondaires par les historiens de l’astronomie, ont joué un rôle important à des moments clefs de l’histoire de l’astronomie nautique.

Les débats sur les méthodes ont permis de mettre en lumière les influences et les emprunts entre astronomes, de même que les relations entre astronomes et marins. Ainsi l’une des pistes les plus importantes qui s’ouvrent à l’issue de ce travail, porte sur les relations entre

astronomes français et britanniques. La nature de ces échanges reste à éclaircir et un nouveau chantier se présente ici.

Pour résumer, voici les grandes lignes de cette thèse.

□ **L'Académie des sciences ne joue pas un rôle moteur dans le développement de l'astronomie nautique au milieu du XVIII^e siècle.**

Encouragés par de prétendues promesses de récompenses de la part du Régent, de nombreux inventeurs déposent leurs projets auprès du ministre de la Marine et des institutions académiques : Académie des Sciences et Académie de Marine. Mon inventaire des mémoires déposés auprès de ces institutions a montré que l'activité scientifique, qu'elle soit due aux professionnels ou aux amateurs, était au moins aussi importante en quantité que l'activité britannique recensée par les historiens de la navigation en Angleterre.

S'inscrivant dans un contexte politique qui n'accorde pas une grande importance à la Marine, l'Académie des sciences ne joue pas le rôle moteur qui aurait dû être le sien, concernant la diffusion de la nouvelle navigation astronomique qui se développe au cours du XVIII^e siècle. Par la trop grande diversité des sujets proposés, le prix *Rouillé de Meslay* (ou *prix de navigation de l'Académie*) instauré en 1720 n'encourage que médiocrement le développement des méthodes de navigation astronomique, pour la détermination des longitudes en mer notamment.

Ainsi, la période 1740-1780 est marquée par l'absence d'un véritable programme de recherche recueillant le consensus de la communauté des astronomes de l'Académie. Les initiatives importantes seront alors individuelles et personnelles.

1 Le poste de « préposé au perfectionnement de la navigation [ou de la Marine] », une clé pour comprendre l'œuvre scientifique nautique de quelques savants de l'Académie.

Si la Marine attire à elle quelques savants de l'Académie sensibles aux relations qu'entretiennent astronomie et navigation, ceux-ci sont le plus souvent plus préoccupés par le cumul des fonctions, l'accès aux honneurs, et les facilités de publication de leurs ouvrages que la charge semble promettre. C'est particulièrement le cas pour Maupertuis, Lalande et Le Monnier.

L'astronomie nautique souffre d'un certain manque d'implication personnelle des savants engagés et appointés par la Marine pour la perfectionner. Chez les « *préposés au perfectionnement de la Marine* », de Maupertuis à Lalande, en passant par Bouguer, Le Monnier et Clairaut, les motivations sont diverses et les relations avec la pratique ou les hommes de métier, restreintes ou limitées. Censeurs et commissaires pour la Marine, occupant des postes clefs à des moments cruciaux du développement de l'astronomie nautique, l'étude des arbitrages de ces cinq académiciens a conduit à réexaminer la place de leurs productions scientifiques en rapport avec leur statut, ainsi que leurs éventuelles prises de position, bonnes ou mauvaises, fondées ou non fondées.

Soucieux de justifier a posteriori son voyage en Laponie et ses travaux sur la figure de la Terre, Maupertuis, bien étranger aux problèmes réels de la navigation, ne produit que des ouvrages théoriques totalement déconnectés du public auquel ils sont censés s'adresser.

Au cours des années où il officie en qualité de préposé au perfectionnement de la Marine, Pierre Bouguer produit trois traités de grande importance pour la Marine, notamment son *Traité de navigation* qui connaîtra plusieurs rééditions, attestant de son utilité et du bon accueil que lui réservent les navigateurs. Mais il ne croit pas du tout à l'horlogerie comme futur moyen permettant de résoudre efficacement le problème des longitudes. Cette prise de position sévère aura pour conséquence dix années de retard dans les recherches françaises sur ce sujet. Il faudra attendre l'attribution du prix britannique à John Harrison en 1765 pour voir l'Académie proposer pour son prix de navigation, des sujets encourageant la recherche sur les montres marines.

L'œuvre de Clairaut dans ce domaine reste confinée aux progrès de l'astronomie théorique. Ses tables de la Lune, reconnues équivalentes à celles de son concurrent Mayer, ne s'imposeront pas sur la scène nautique, même si dans les années 1763-65 des astronomes de l'ARS envisagent de les intégrer aux tables de la CDT. Cependant il est le géomètre de l'Académie dont l'œuvre théorique s'est le plus rapprochée des besoins de la navigation de son temps. En cela, et face à ses concurrentes, — les théories d'Euler et de d'Alembert —, la théorie de la Lune de Clairaut est beaucoup plus cohérente.

Si l'œuvre de Le Monnier est avec celle de Bouguer, par sa diversité, la plus en accord avec le statut de « *préposé au perfectionnement de la Marine* », son impact sur le développement réel des sciences nautiques est délicat à apprécier. On peut notamment lui imputer l'ouverture du débat sur les méthodes lunaires (vers 1746), la publication d'un almanach nautique en 1753-54, alimentant les discussions sur ce sujet. Le soutien qu'il apporte aux expérimentations en mer des horloges marines est remarquable. En particulier, Le Monnier — sans oublier le père Pingré —,

semble avoir joué un rôle plus important que celui connu avant cette étude, dans l'organisation en 1769-70, du fameux voyage de la frégate *la Flore* (1771-1772).

Lalande, quant à lui, participe à la diffusion des connaissances et des méthodes de navigation astronomique. Si son action peut parfois paraître désordonnée et maladroite, c'est en raison d'une trop grande personnalisation des ouvrages dont la rédaction lui est confiée. Par les changements qu'il lui apporte dès 1760, il initie la transformation de la CDT en un almanach nautique à partir de 1772, faisant de celle-ci un recueil d'éphémérides et d'annales astronomiques incontournable face à la grande diversité de ce genre d'ouvrage. Il contribue ainsi à la réflexion générale sur le statut et la nature des tables astronomiques qui figurent dans la CDT. C'est donc indirectement à lui que l'on doit la réforme de la CDT en 1785, réforme demandée conjointement par l'Académie et les ministres de la Marine (de Castries et Fleurieu).

1 Débats et polémiques : les querelles de clans et les rivalités personnelles constituent des freins au développement de l'astronomie nautique

A l'opposé des idées de Jacques Cassini et de Fontenelle qui, en 1722, n'établissaient aucune hiérarchie dans les méthodes de détermination des longitudes en mer et préconisaient une recherche universelle, l'astronomie du milieu du XVIII^e siècle s'enferme dans les rivalités de clans et les querelles de méthodes. Oppositions de forme et oppositions de fond, la plus remarquable de ces rivalités est celle qui met face à face les deux astronomes les plus influents de l'Académie entre 1746 et 1762 : Lacaille et Le Monnier. L'abbé Lacaille défend la méthode des distances lunaires qu'il développe avec l'aide de l'officier de la Compagnie des Indes, d'Après de Manneville, et assure, en les employant, la promotion des tables analytiques de la Lune de Clairaut. Son rival et adversaire Le Monnier est adepte, lui, de la méthode des hauteurs et de l'angle horaire de la Lune, ainsi que de la correction des tables de la Lune sur le cycle du *saros* que Halley, selon Legentil, attribue de manière erronée aux Chaldéens. Inspirant pourtant les travaux de d'Alembert, Le Monnier n'aura que faire de la théorie de la Lune de celui-ci.

La *Connaissance des Temps* (CDT), éphéméride annuelle officielle de l'Académie des sciences depuis 1702, est toute prête à accueillir l'insertion de quelques tables bâties sur un modèle d'almanach nautique suggéré en 1753-54 par Lacaille. Tout concourt donc pour qu'en 1754 l'Académie puisse intégrer à la CDT les distances lunaires : structure, publication rôdée, astronomes compétents et engagés dans les progrès de la navigation. Dédaigné par l'Académie, par manque de clairvoyance ou sous l'effet d'influences claniques néfastes, ce modèle

d'almanach nautique sera repris avec profit par l'astronome royal d'Angleterre Nevil Maskelyne dans son *Nautical Almanac* en 1766. Avec cet emprunt à Lacaille, le *Nautical* devient ce que la CDT aurait pu et aurait dû être dix années auparavant.

Dès lors, les initiatives individuelles fleurissent. Lalande, animé d'une volonté de faire de la CDT un ouvrage personnel, tente peu à peu et contre la volonté de l'Académie, de transformer la CDT en un almanach nautique, y intégrant en 1772 les tables des distances lunaires sous la pression de l'Académie de Marine brestoise. Les marins brestoises entreprennent la même année, de leur propre initiative, de traduire et d'adapter le *Nautical Almanac* britannique. Ce procédé étant contraire au privilège d'impression accordé par le roi, l'Académie de Marine se fait rappeler à l'ordre par le ministre de la Marine. Et c'est ainsi qu'il n'y aura pas de suite à l'unique et seul volume des *Instructions nautiques de l'Académie de Marine* publié à Brest en 1772.

1 Des astronomes au service des marins ? L'exemple de Lacaille

La découverte de manuscrits de Lacaille et de d'Après de Mannevillette ont contribué à éclaircir les relations entre ces deux hommes et à remettre Lacaille à une place centrale dans les débats qui animent le monde de l'astronomie nautique de la seconde moitié du XVIII^e siècle.

Entre 1754 et 1762, Lacaille est le seul astronome à se préoccuper vraiment de la diffusion de la nouvelle navigation auprès des marins, profitant de son expérience acquise aux côtés de d'Après de Mannevillette lors de leur voyage au cap de Bonne-Espérance entre 1750 et 1754. L'activité de Lacaille est féconde : idée d'un modèle d'almanach nautique, méthode graphique destinée à réduire les longs calculs trigonométriques exigés par la méthode des distances lunaires, améliorations apportées au *Traité de navigation* de Pierre Bouguer. On doit à Lacaille une expression qui sera reprise jusqu'au début du XIX^e siècle, « *mettre les distances lunaires à la portée du commun des navigateurs* », idée forte qui inspirera un prix de l'Académie en 1790-91, le prix Raynal. Idée si forte qu'au cours des années 1790 le célèbre Borda se sentira obligé de se situer par rapport à cette prise de position de Lacaille décédé une trentaine d'années plus tôt.

* * *

La mise à jour de correspondances scientifiques s'annonce comme l'un des importants chantiers à entreprendre à la suite de cette recherche. Mon étude, comme tant d'autres, montre je pense, l'importance des correspondances pour mieux saisir les motivations profondes qui animent les savants dans leurs travaux, leurs relations avec la communauté savante et les querelles dans lesquelles certains tombent parfois avec une jouissance éclatante. Ainsi, une vingtaine de lettres de Jérôme Lalande échangées avec le ministre de la Marine ou quelques astronomes étrangers ont été inventoriées. Sa biographie reste assez vague dans la période 1760-1790 qui correspond justement à notre étude et aux lettres qui ont été identifiées. Ainsi une nouvelle page de sa vie et de son œuvre peut être remarquablement complétée.

La correspondance entre les astronomes de l'Académie, Lacaille, Le Monnier et l'officier de la Compagnie des Indes Jean-Baptiste d'Après de Manneville, mérite une étude et un inventaire détaillé complet. Au cours de cette thèse, cette correspondance a permis de préciser des points cruciaux dans l'œuvre de Lacaille sur les distances lunaires. Elle contient de nombreux éléments éclairants sur la querelle entre Lacaille et Le Monnier. Or nous avons montré que cette querelle joue précisément un rôle central dans les débats scientifiques au cours des années 1750, freinant en partie le développement de l'astronomie nautique. Initié par Mme M. Filliozat (Saint-Malo), exploité par O. Chapis (2000) en ce qui concerne la cartographie nautique, cet inventaire reste à compléter par une étude scientifique approfondie.

Par ailleurs, un important pôle de recherche autour des travaux de l'astronome jésuite Pezenas s'est dessiné. J'ai déjà entrepris une révision assez radicale de sa biographie et de l'histoire de l'Observatoire des jésuites de Marseille sous sa direction (Boistel et Caplan, à paraître). Ces travaux apportent aussi de nouveaux éléments sur les relations entre astronomes de Province et astronomes de la capitale, complétant et précisant ainsi les travaux de MM. Homet et Faidit sur le sujet. De même se précise la piste des réseaux des astronomes et savants jésuites avant la dispersion de l'ordre en 1762 dans la lignée des travaux de F. de Dainville et du P. Russo sur les Jésuites.

Ainsi, notre connaissance de l'activité des astronomes de l'Académie dans les années 1740-1780 s'est accrue, complétant ce que nous en avaient laissé entrevoir Lalande et Delambre dans leurs histoires de l'astronomie. Bien des travaux restent à mener pour mieux cerner et identifier les divers programmes de recherche individuels et collectifs qui animent les astronomes de l'Académie Royale des Sciences au cours du XVIII^e siècle.

BIBLIOGRAPHIE GÉNÉRALE

BIBLIOGRAPHIE GÉNÉRALE
I - SOURCES PRIMAIRES IMPRIMÉES

PLAN

1. OUVRAGES DE RÉFÉRENCES : ENCYCLOPÉDIES, ALMANACHS, ÉTRENNES, ÉPHÉMÉRIDES ASTRONOMIQUES, ANNALES ET ANNUIRES.

2. SOURCES PRIMAIRES IMPRIMÉES CLASSÉES PAR NOM D'AUTEUR.

1. OUVRAGES DE RÉFÉRENCES : JOURNAUX, ALMANACHS, ÉPHÉMÉRIDES

[1711-89] *Almanach Royal*, Paris. [AN, Usuels; Nantes, 45.964].

[an III] *Annales Nantaises, ou Abrégé chronologique de l'histoire de Nantes, depuis les temps les plus anciens, jusqu'à nos jours*, par Michel Guimard, Nantes [Coll. Privée, M. Jean-Louis Boistel]. (quelques éléments sur l'Ecole d'hydrographie de Nantes, sur Pierre Lévêque et sur le père jésuite Simon Chardin).

[1679...1815] *Connaissance des Temps*, Paris. [Nantes, 19.416]. Coll. incomplète. Les numéros manquants ont été consultés à la bibliothèque de l'Observatoire de Paris, à la bibliothèque de l'Observatoire de Marseille et aux Archives de l'Académie des Sciences de l'Institut de France.

[1753] *Dictionnaire universel de mathématiques et de Physique, où l'on traite de l'origine du progrès de ces deux sciences & des Arts qui en dépendent [...] avec l'exposition de leurs Principes, & l'analyse des sentimens des plus célèbres Auteurs sur chaque matière, Par Monsieur Savérien, de la société royale de Lyon*, Paris, J. Rollin, et C.-A. Jombert, 2 vols. [A.A.R.S., usuels].

[1752] *Dictionnaire Universel François et Latin, contenant la signification et la définition tant des mots de l'une & l'autre Langue [...], dédié à son Altesse Sérénissime Monseigneur Prince Souverain de Dombes dit **Dictionnaire de Trévoux***, Paris, par la Compagnie des Libraires Associés, tome IV. (article HISTIODROMIE, pp. 901-903, « art de la Marine ou Art de la Navigation »).

[] *Encyclopédie Raisonnée des Arts et des Sciences, "Diderot-d'Alembert"*. Articles : Longitudes, Lune, Navigation, Parallaxe, Tables, etc. [Nantes, usuels, éd. fac-similé].

[1782-1787] *Encyclopédie méthodique. Marine par Vial du Clairbois, Blondeau*, Paris, Panckoucke, 4 vols. (in-4°). [Nantes, 19.564 - (Polygraphie), 59.606]

[1784-1789] *Encyclopédie méthodique. Mathématiques, par MM. d'Alembert, l'abbé Bossut, de la Lande, le marquis de Condorcet, &c.*, 3 vols. (in-4°), Paris, Panckoucke; Liège, Plomteux. Réédition en fac-similé, Réédition du Bicentenaire, Paris, ACL-Editions 1987. Articles T.I :

Apogée, Apsides, Astronomie; Attraction; T. II : Lune, Logarithmes (tables astron.), Longitude en mer; T. III : Tables (astron.). (voir *infra*).

[1783...1792] *Etrennes intéressantes des quatre parties du Monde, enrichies de cartes géographiques contenant diverses connoissances aussi curieuses qu'utiles & un état très-exact de toutes les troupes du royaume*, Paris Langlois et Deschamps [Nantes, 46.636 rés.]

[1765] *Etrennes maritimes pour l'année 1765 [...] contenant des idées générales de la marine & des Vaisseaux et l'état des Officiers de la Marine à la fin de 1764*, Paris, Nyon [Nantes, 46.464].

[1748...1771] *Etrennes mignonnes, curieuses et utiles augmentées [...]*, Paris, Durand puis V^{ve} Durand [Nantes, 46.636 rés.]

[1745...1792] *Etrennes nantaises civiles, ecclésiastiques et nautiques calculées au méridien de Nantes*, Nantes, J. Vatar, puis V^{ve} Vatar, puis Despilly. [Nantes, 49.672 (1745-1753); 49.673 (1754-1757); 49.674 (1758-1782); 49.675 (1783-1792)]

[1665-1792] *Journal des Sçavans*, Paris, in-4° [Nantes, 60.263 et 60.272*rouge].

[1700-1789] *Histoire de l'Académie royale des sciences pour l'année xxxx avec les mémoires [...]* (désigné par HARS dans le texte) Paris, Imprimerie Royale [Nantes, 55.794*rouge].

[1745-1769] *Histoire de l'Académie Royale des Sciences et Belles-Lettres de Berlin*, dits « Mémoires de Berlin », Berlin, Haude et Spenner, libraires de la Cour et de l'Académie Royale [SHM Brest, années 1745-1769, 25 vols., R. 4065-4089].

[1754-58] *Mémoires de l'Académie des Belles-Lettres de Caen*, Caen, Jacques Manoury. Recueil des mémoires de l'Académie (créée en 1753), 3 vols. [Arch. Départ. du Calvados, usuels]

[1701-1760] *Mémoires de Trévoux, ou, Mémoires (ou Journal) pour l'Histoire des Sciences & des Beaux Arts recueillis par ordre de son Serenissime Monseigneur Prince Souverain de Dombes, à Trévoux*, chez Etienne Ganeau, . [Nantes, Cote 60292, 1701-1748, coll. incomplète; Angers, cote SA 5285, 1742-49 et 1755-60]. Les articles manquants ont été obtenus par le PEB. Nous donnons un inventaire des mémoires ou articles relatifs à la navigation dressé lors de nos recherches en annexe.

[1750-177??] *Mémoires de mathématiques et de physique présentés à l'Académie royale des sciences par divers sçavans & lus dans ses assemblées* (dits « Mémoires des sçavans étrangers » SAV ETR) [Nantes, 55.807*rouge].

[1692-1825] *Philosophical Transactions, giving some account of the present undertakings, studies and labours of the ingenious in many considerable parts of the World*, London, L. Davis and C. Reymers, Royal Society of London [SHM Brest, années 1751-1775, 25 vols., R. 4181-4205; GALLICA, BNF].

[1910-1922] *Procès-Verbaux des séances de l'Académie des sciences tenues depuis la fondation de l'Institut jusqu'au mois d'août 1835 [...] par MM. les secrétaires perpétuels*, [PV Institut], Hendaye, Imprimerie de l'Observatoire d'Abbadia, 10 volumes :

I (1910), 1795-1799; II (1912), 1800-1804; III (1913), 1805-1807; IV (1913), 1808-1811; V (1914), 1812-1815; VI (1915) 1816-1819; VII (1916), 1820-1823; VIII (1918), 1824-1827; IX (1918), 1828-1831, X (1922), 1832-1835.

[1752-1779] *Procès-Verbaux des séances de l'Académie Royale de Marine [ARM], Mémoires manuscrits des membres de l'ARM, Correspondance du secrétaire de l'ARM avec divers savants étrangers*, [SHM Vincennes, fonds ARM, 76-79, 87-89, 91-94, 100, 105-107, 110].

[1720-1777] *Recueil des pièces qui ont remporté les prix de l'Académie Royale des Sciences depuis leur fondation (en 1720) jusqu'en 1777, avec les pièces qui y ont concouru*, Paris, Ch. Jombert puis Gabriel Martin, 9 vols., in-4° [Nantes, 55.808*rouge].

[1700-1793] *Registres de présence et procès-verbaux des séances de l'ARS* (registres microfilmés ; Usuels aux A.A.R.S., Insitut de France).

[1734] *Table alphabétique des métiers contenues dans l'Histoire & les Mémoires de l'Académie Royale des Sciences, publiée par son Ordre*, (Par Godin) tome I, années 1666-1698, Paris, Compagnie des Libraires.

2. SOURCES PRIMAIRES IMPRIMÉES CLASSÉES PAR NOM D'AUTEUR

Le problème du classement chronologique se pose pour les mémoires publiés dans HARS et les SAV ETR. Il existe un délai important entre la lecture du mémoire et l'année de publication. Les mémoires sont parfois insérés au moment de l'impression. On a alors le choix de classer les mémoires en fonction de la date effective de publication, ou de la date de présentation ou de lecture, ou de l'année pour laquelle les mémoires sont édités. Dans le but de simplifier la recherche éventuelle de ces mémoires pour le lecteur, le choix s'est porté ici sur l'année d'édition du recueil des mémoires, manière naturelle de demander les documents à consulter dans les diverses bibliothèques.

ANONYMES

[1742] « Discours sur la Parallaxe de la Lune par M. de Maupertuis, A Paris [...] 1742, in-12 », *Journal des Sçavans*, mai 1741, pp. 308-312.

[1757a] « Recherches sur différens points importants du système du Monde; troisième partie. Par M. DALEMBERT etc. », *Journal des Sçavans*, juin 1757, pp. 336-347.

[1757b] « *Astronomice Fundamenta Novissimis Solis* [...] c'est-à-dire Fondemens de l'Astronomie établis sur de nouvelles observations du Soleil [...] par M. l'abbé de la Caille [...] », in *Journal des Sçavans*, septembre 1757, pp. 615-617.

[1760a] « Tables Astronomiques de M. Halley [...] par M. de la Lande, à Paris, chez Durand, 1759 », *Journal des Sçavans*, février 1760, pp. 79-89.

[1760b] « Connaissance des Temps pour l'année 1761 [...] calculée par M. de la Lande [...] A Paris, de l'imprimerie royale, 1759 », *Journal des Sçavans*, décembre 1760, pp. 845-848.

[1766a] « Eloge de M. Clairaut », *Journal des Sçavans*, avril 1766, pp. 191-194.

[1766b] « Connaissance des Mouvemens Célestes pour l'année commune 1766 [...] calculée par M. de la Lande, Paris, 1764 », *Journal des Sçavans*, mai 1766, pp. 291-295.

[1766c] « Connaissance des Mouvemens Célestes pour l'année commune 1767 [...] », *Journal des Sçavans*, août 1766, pp. 513-521.

[1766d] « Lettre à Messieurs les Auteurs du Journal des Sçavans », *Journal des Sçavans*, décembre 1766, vol. II, pp. 863-865 (à propos d'une notice biographique écrite par A. Savérien sur Clairaut).

[1767a] « Connaissance des Temps pour l'année bissextile 1768 [...] calculée par M. de la Lande », *Journal des Sçavans*, mai 1767, pp. 335-338.

[1767b] « *The Nautical Almanac and Astronomical Ephemeris for the year 1767*, published by order of the Commissioners of longitude [...] », *Journal des Sçavans*, juillet 1767, pp. 511-516.

D'ALEMBERT, JEAN-LE-ROND,

- [1748] Lettre de d'Alembert à G. Cramer du 16 juin 1748, in Ch. Henry (1886), *Corr. inédite de d'Alembert*, pp. 11-12.

- [1749] *Recherches sur la précession des équinoxes*, Paris, David l'Aîné. Réédition 1967, Bruxelles, Culture et Civilisation.

- [1751] Lettre de d'Alembert à G. Cramer du 18 octobre 1751, in Ch. Henry (1886), *Corr. inédite de d'Alembert*, pp. 13-14.

- [1754] *Recherches sur différens points importans du système du Monde*, Paris, David l'Aîné. Tome I. « Théorie de la Lune », pp. 1-260. [Nantes, 62.747*noire]. Réédition, 1966, Bruxelles, Culture et Civilisation.

- [1756] *Recherches sur différens points importans du système du Monde*, Paris, David l'Aîné. Tome III. « Nouvelles observations sur les tables de la Lune », pp. 1-84. [Nantes, 62.747*noire]. Réédition, 1966, Bruxelles, Culture et Civilisation (édition consultée).

- [1761] *Opuscules mathématiques ou mémoires sur différens sujets de géométrie, de mécanique, d'optique, d'astronomie*, Paris, David. Tome II : « Mémoire XIV. Réflexions sur le problème des trois corps, avec de nouvelles tables de la Lune, d'un usage très-simple & très-facile », pp. 239-312. « Nouvelles tables de la Lune », pp. 281-306. « Exemple pour faire usage de ces tables », pp. 307-312. [Vendôme, BM, Dd 11, édition originale consultée; ce texte est aussi accessible que Gallica].

- [1768] *Opuscules mathématiques ou mémoires sur différens sujets de géométrie, de mécanique, d'optique, d'astronomie*, Paris, David. Tome IV : « Mémoire XXIX. Réflexions sur la théorie de la Lune, & en général sur le problème des trois corps », pp. 367-380. [Vendôme, BM, Dd 11].

APIAN, PIERRE (ET GEMMA FRISIUS),

[1544] *La cosmographie de Pierre APIAN, livre très-utile, traictant de toutes les régions & pays du monde par artifice Astronomique, nouvellement traduit de Latin en François. et par Gemma Frison Mathématicien & Docteur en Medecine de Louvain corrige*, Anvers, imprimé par Gillis de Dieft, au mois d'aoust, 1544. [Bibl. Angers, SA 1317 (Latin) et SA 1319 (traduction française)]. (Principe de la méthode des distances lunaires).

D'APRÈS DE MANNEVILLETTE, JEAN-BAPTISTE,

- [1763] « Relation d'un voyage aux Isles de France et de Bourbon qui contient plusieurs Observations Astronomiques, tant pour la recherche des Longitudes sur mer, que pour déterminer la position géographique d ces Isles », SAV ETR, tome IV, pp. 399-457. [Présenté à l'ARS le 22 avril 1761. Rapport de Le Monnier et d'Alembert le 20 mai 1761. HARS 1761 (Paris, 1763), Hist., p. 164].

BACHAUMONT, LOUIS PETIT (DE),

[1783-1789] *Mémoires secrets pour servir à l'Histoire de la république des lettres en France, depuis 1762 jusqu'à nos jours ou Journal d'un observateur*, Londres, John Adamson, in-12, 36 vols. dits, *Mémoires secrets de Bachaumont*, [Nantes, 60.309; Gallica, années 1762-63, en mode texte].

BAILLY, JEAN-SYLVAIN,

- [1764a] « Sur l'éclipse de Soleil du 1er avril 1764 », HARS 1764 (Paris, 1767), Hist., 116-121, Mém., 273-283.

- [1764b] « rapport sur les tables de la Lune de M. Clairaut, seconde édition », PV ARS, 5 sept. 1764, fol. 368r°-391r°. (avec Pingré).

- [1785] *Histoire de l'Astronomie Moderne, depuis la fondation de l'Ecole d'Alexandrie, jusqu'à l'époque de M.D.CC. LXXXII [1782]*, nouvelle édition, tome III, Paris, De Bure. [numérisé sur le site de la B.N.F., Gallica]. « Discours III. Des progrès de la Géométrie & de son influence sur l'astronomie », pp. 135-212. Sur la théorie de la Lune et les tables de la Lune de Clairaut, pp. 150-156.

BARET, JEAN,

[1792] *Nouvelles solutions des problèmes de l'astronomie nautique*, Nantes, Malassis (in-8°, 158 pp.) [Nantes, 19.710*noire et 19.711]¹.

BERNOULLI, DANIEL,

[1750] *Recherches mécaniques et astronomiques sur la meilleure manière de trouver l'heure en mer par Observation*. Recueil des pièces qui ont remporté le prix de l'Académie royale des sciences en 1745 et 1747, Paris (1750), tome ??, pp. 1-110.

BERTHOUD, FERDINAND,

- [1773] *Eclaircissements sur l'invention, la théorie, la construction et les épreuves des nouvelles machines proposées en France pour la détermination des longitudes en mer par la mesure du tems &c.*, Paris [Nantes, 19.7415]

- [1775] *Les longitudes par la mesure du tems ou Méthode pour déterminer les longitudes en mer avec le secours des horloges marines, suivies du recueil des tables nécessaires au Pilote pour réduire les observations relatives à la longitude et la latitude*, Paris, in-4° [Nantes, 19.742*rouge]. L'ouvrage a été examiné par Bézout le 10 nov. 1774.

BEVIS, John,

[1754] « Mayer's new tables of the Sun and Moon », *Gentleman's magazine*, August 1754, vol. XXIV, pp. 374-376 (London).

BÉZOUT, ETIENNE,

- [1764-69] *Cours de mathématiques à l'usage des Gardes du Pavillon et de la Marine*, 6 vols., Paris. Le *Traité de Navigation*, constitue le tome VI.

- [1799 (an VII)] *Cours de mathématiques à l'usage des Gardes du Pavillon et de la Marine. tome VI. Traité de Navigation*, Paris (Rééd.) [Vendôme Dd 134 et copie perso]

BLONDEL SAINT-AUBIN,

- [1673] *Le trésor de la navigation, divisé en deux parties, la première contient la théorie & la pratique des triangles sphériques enrichie de plusieurs problèmes Astronomiques & géographiques très-utiles aux Navigateurs; la seconde enseigne l'art de naviguer par la supputation & démonstration des triangles rectilignes et sphériques; tant par les sinus que par les logarithmes*, Le Havre de Grâce, J. Gruchet [Vendôme, Dd 18].

- [1683] *Le véritable Art de Naviguer par le quartier de réduction, avec lequel on peut réduire les courses des Vaisseaux de Mer [...]*, Le Havre de Grâce, J. Gruchet [Vendôme Dd 19].

¹. Professeur d'hydrographie et de mathématiques à Nantes à la fin du XVIII^e siècle, mort en 1814.

BORDA, JEAN-CHARLES, CHEVALIER(DE)

[An XI=1802] *Description et usage du cercle de réflexion pour calculer les observations nautiques*, 2^{de} édition, Paris, F. Didot (Coll. Pers.) [Nantes, 3^{eme} éd., 1810, 19.756*noire].

BORDA, J.-C., PINGRÉ, A.-G., VERDUN DE LA CRENNE,

- [1773] *Opérations faites à bord de la Flore etc...*, HARS, 1773 (Paris, 1777), Hist., p. 64, Mém., pp. 258-334.

- [1778] *Voyage fait par ordre du Roi, en 1771 & 1772 par MM. Verdun, de Borda et Pingré à bord de La Flore*, Paris (in-4°). [Lalande, 1803, BA, p. 562].

BORDA, J.-C., PRONY, G.,

[an VI=1798] « Rapport sur un ouvrage de M. Callet intitulé *Recherches sur les meilleures manières de déterminer les longitudes à la mer* », Procès-verbaux de l'Académie des sciences de l'Institut de France, tome I (1910), séance du 21 Thermidor an VI (20 juillet 1798), pp. 441-443.

BORDA, J.-C., LÉVÊQUE, P.,

[an VII=1798] « Rapport sur le mémoire et la carte trigonométrique présentés par le C^{en} Maingon, lieutenant de Vaisseau », Procès-verbaux de l'Académie des sciences de l'Institut de France, tome I (1910), séance du 11 Vendémiaire an VII (2 octobre 1798), pp. 465-473. [*Reproduit intégralement en annexe*].

BOUGUER, JEAN,

- [1698] *Traité complet de la navigation &c.*, Paris, Impr. G. Paulus-du-Mesnil, et Nantes, P. de Heuqueville, Le Croisic, chez l'Auteur. Cet ouvrage est dédié au comte de Maurepas [Nantes, 19.668]

- [1706] *Traité complet de la navigation &c., seconde édition*, Paris, Impr. G. Paulus-du-Mesnil, et Nantes, P. de Heuqueville, Le Croisic, chez l'Auteur. L'ouvrage est dédié au comte de Pontchartrain [Nantes, 19.669*rouge].

BOUGUER, PIERRE,

- [1729] *De la méthode d'observer exactement sur mer la hauteur des astres*, Paris, C. Jombert [Nantes, 19.705*noire].

- [1748] *Entretiens sur la cause de l'inclinaison des orbites des Planètes. Où l'on répond à la Question proposée par l'Académie Royale des Sciences, pour le sujet du prix des années 1732 et 1734. Seconde Edition. Dans laquelle on a saisi l'occasion d'examiner quelle est l'étendue du Mécanisme ou des loix de Physique*, Paris, C. Jombert (in-4°; 140 pp.) : « Sur l'institution des loix de l'attraction », pp. 48-61. [Nantes, 19.367].

- [1752] « Mémoire sur les opérations nommées corrections par les Pilotes ;avec diverses remarques qui peuvent être utiles dans les parties pratiques des mathématiques », HARS 1752 (Paris, 1756), Mém., pp. 1-26 [Lu les 16 et 19 août 1752].

- [1753] *Nouveau traité de navigation contenant la théorie et la pratique du pilotage*, Paris, Guérin et Delatour, in-4° [Nantes, 19.671*rouge]

- [1760] *Nouveau traité de navigation contenant la théorie et la pratique du pilotage, revu et abrégé par l'abbé de la Caille*, Paris, Guérin, in-8° [Nantes, 19.672*rouge].

- [1781] *Nouveau traité de navigation contenant la théorie et la pratique du pilotage revu et abrégé par l'abbé de la Caille, nouvelle édition*, Paris, V^{ve} Desaint, in-8° [Nantes, 19.673*rouge]

BREWSTER, DAVID (LL.D., F.R.S.)

[1831] *The Life of Sir Isaac Newton*, Coll. « The Family Library », n°XXIV, London, John Murray.

CARLIER, (LE P. CL.),

[1763] *Journal historique du voyage fait au Cap de Bonne-Espérance par feu M. de La Caille*, Paris, (in-12°) [Nantes, 34.539]. (Les extraits commentés du Journal de Lacaille se trouve aux pp. 109-256).

CASSINI (I), JEAN-DOMINIQUE,

[1677] « Nouvelle théorie de la Lune », HARS 1677 (Paris, 1698, t. X), pp. 117-120; (1698), pp. 589-592 (rupture de pagination).

CASSINI (II), JACQUES,

- [1711] « Observations de quelques éclipses des planetes & Etoiles fixes par la Lune, faites en divers lieux, comparées ensemble pour déterminer les différences des Meridiens », HARS 1711 (Paris, 1730), Mém., pp. 16-23 [Mém. lu le 24 janvier 1711].

- [1722] « Sur la recherche des longitudes en mer », HARS 1722 (Paris, 1724), Hist. pp. 96-107.

- [1740] *Elément d'Astronomie*, Paris, Imprimerie Royale. Article IV, « De la parallaxe », pp. 17-31. Livre III, chap; VII, « Du mouvement vrai de la Lune », pp. 289-292; chap. VIII, « Des moyens mouvemens de la Lune », 292-334.

- [1740] *Tables astronomiques du Soleil, de la Lune, des planètes [...] avec l'explication et l'usage de ces mêmes tables*, Paris, Impr. royale [Nantes, 19.431*rouge].

CASSINI (III) DE THURY, CESAR-FRANCOIS,

- [1755] « Sur une addition à faire aux Tables Astronomiques de M. Cassini, publiées en 1740 », HARS 1755 (Paris, 1761), Hist., pp. 107-108, Mém., pp. 372-389, lu le 16 juillet 1755. (Cassini III fait allusion au *saros* et suscite la réponse de Legentil sur ce sujet).

- [1756] *Additions aux Tables Astronomiques de Cassini*, Paris, Durand [Nantes, 19.432].

- [1764a] « Réflexions sur les observations de la Lune publiées par M. l'abbé de la Caille, dans ses éphémérides depuis 1765 jusqu'en 1775 & sur les tables du Soleil qu'il a données en 1758 », HARS 1764 (Paris, 1767), Mém., pp. 390-407. (Le manuscrit se trouve dans les PV ARS, t. 83, 1764, séance du 11 février 1764, fol. 23v°-35v°. C'est ce texte manuscrit que nous avons consulté préférentiellement au mémoire imprimé).

- [1764b] « Calcul de l'éclipse du Soleil du 1^{er} avril 1764 selon nos tables corrigées », HARS 1764 (Paris, 1767), Mém., pp. 351-352.

CHABERT-COGOLIN, LE MARQUIS DE...

- [1750] « Mémoire sur la longitude de Buenos-Aires, lu le 7 février 1748 », SAV ETR, tome I, pp. 411-419. [Examiné par P. Bouguer et P.-C. Le Monnier, PV ARS 1748, séance du 24 février, p. 60]

- [1753] *Voyage fait par ordre du Roi en 1750 & 1751 dans l'Amérique Septentrionale [...] pour en fixer les principaux points par des Observations Astronomiques*, (in-4°, 288 pp.), Paris, Imprimerie Royale [A.A.S., Rés/7]. [Examiné par l'ARS, le 6 sept. 1752 par La Galissonnière, Bouguer, Le Monnier; par l'ARM le 9 juillet 1753 par Choquet]. Sur les observations et calculs de longitude, pp. 191-259.

- [1756] « Détermination de la latitude & de la longitude du Fort Saint-Philippe à l'entrée du Port-Mahon dans l'Isle de Minorque par des observations faites en 1756 & 1757 », HARS 1756 (Paris, 1762), Mém., pp. 438-442.

- [1783] « Mémoire sur l'usage des horloges marines, relativement à la Navigation & sur-tout à la géographie [...] par des observations faites pendant la campagne de M. le Comte d'Estaing, en 1778 & 1779, & celle de M. le Comte de Grasse, en 1781 & 1782 », HARS 1783 (Paris, 1786), Mém., pp. 49-66 [Lu lors de l'Assemblée Publique de Pâques 1783].

CHAPPE D'AUTEROCHE (L'ABBE),

[1754] *Tables Astronomiques de M. Hallei. Première Partie qui contient aussi les observations de la Lune, avec les préceptes pour calculer les lieux du Soleil & de la Lune, & découvrir les erreurs des Tables lunaires pendant une période de 223 lunaisons; ouvrage destiné principalement à l'usage des Navigateurs & au progrès de la Phisique. Seconde édition par M. l'abbé Chappe d'Auteroche, où l'on trouvera plusieurs additions & dissertations phisiques communiquées à l'Académie Royale des Sciences, Paris, Durand et Pissot, in-8°, [Nantes, 19.433(I)].* L'ouvrage est dédié au comte d'Argenson pour les progrès des sciences et de la navigation.

CLAIRAUT, ALEXIS-CLAUDE,

- [1743] « De l'orbite de la Lune dans le système de M. Newton », HARS 1743 (Paris, 1746), Hist., pp. 123-129; Mém., pp. 17-32. [Lu les 13 juin, 18 et 22 juillet, 5 déc. 1744 (P.V. 1744, pp. 328, 397, 504-510)].

- [1745a] « Du système du monde dans les principes de la gravitation universelle », HARS 1745 (Paris, 1749), Mém., pp. 329-364. [recueil de mémoires lus entre le 7 janvier et le 20 janvier 1748²].

- [1745b] pièces de la polémique entre Clairaut et Buffon au sujet de la modification de la loi de l'attraction universelle : HARS 1745 (Paris, 1749), Mém., pp. 493-500; 529-548; 577-578; 578-580; 580-583; 583-586.

- [1745c] « Avertissement de M. Clairaut au sujet des mémoires qu'il a donnez en 1747 & 1748, sur le système du Monde dans les principes de l'attraction », HARS 1745 (Paris, 1749), Mém., pp. 577-578. [Présenté à l'ARS le 17 mai 1749 : annonce du revirement de Clairaut au sujet de la loi de la gravitation universelle].

- [1748] « De l'orbite de la Lune, en ne négligeant pas les quarrés des quantités de même ordre que les forces perturbatrices », HARS 1748 (Paris, 1752), Mém., pp. 421-440. [déposé sous pli cacheté le 21 janv. 1749 et lu les 15, 18 et 22 mars 1752 (P.V. 1752, pp. 157, 159, 161-168)].

- [1752a] *Théorie de la Lune déduite du seul principe de l'attraction réciproquement proportionnelle (sic) aux quarrés des distances...*, Pièce qui a remporté le prix de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg proposé en 1750..., Saint-Pétersbourg, Impr. Ac. Imp. Sci., (in-4°, 92 pp.) [Bib. Ste Geneviève, V 4° 262 FA]. La partie principale est datée du 6 déc. 1750 ; à la suite se trouvent des « Remarques & additions », envoyées par Clairaut à Schumacher le 2 janvier 1752³. [Toulouse, BM, Fa C 267].

- [1752b] « Construction des tables de la parallaxe horizontale de la Lune qui suivent la théorie etc. », HARS 1752 (Paris, 1756), Hist. pp. 111-116, Mém. 142-160 [Lu les 16 et 23 janvier 1754].

². Taton, 1976, p. 106.

³. Taton, 1976, p. 108. Cf. infra, chap. IV.2.

- [1752c] « Construction des tables du mouvement horaire de la Lune », HARS 1752 (Paris, 1756), Mém. pp. 593-622 [Mém. lu le 30 avril 1755].
- [1754] *Tables de la Lune calculées suivant la théorie de la gravitation universelle*, Paris, Durand & Pissot . Déposé à l'ARS en grande hâte le 5 sept. 1753; examiné par Cassini de Thury et Le Monnier le 22 déc. 1753. [Médiathèque HST Cité des Sciences et de l'Industrie, La Villette, Paris, QRT 3987 : l'exemplaire conservé et consulté provient de la Bibliothèque Ste Geneviève]. [Toulouse, BM, Fa D 7646].
- [1758] « Lettre de M. Clairaut à Messieurs les auteurs du Journal des Sçavans », J.D.S., février 1758, pp. 67-82 : lettre datée de Paris le 11 janv. 1758
- [1759] « Exposition abrégée du système du Monde, et explications des principaux phénomènes astronomiques tirée des principes de M. Newton », in [Newton] *Principes Mathématiques de la Philosophie Naturelle, par feu Madame la Marquise Du Chastellet*, Paris, Desaint & Saillant, Lambert (2 vols.), tome II, pp. 1-110 de la seconde pagination. Réédition fac-similé : Paris, A. Blanchard (1966).
- [1760a] « Mémoire sur les mouvemens des corps célestes », J.D.S., décembre 1760, vol. I, première partie, pp. 751-775; seconde partie, vol. II, pp. 815-832 : « Application des mêmes principes à la Théorie de la Lune », pp. 822-827.
- [1760b] « Nouvelle solution de quelques problèmes sur la manœuvre des vaisseaux, qui se trouvent dans le vol. de l'Académie de 1754 », HARS 1760 (Paris, 1766), Hist., pp. 141-142, Mém., pp. 171-178. [Mém. lu les 22 et 26 mars 1760 ; PV ARS, 1760, fol. 199 et 201-207].
- [1762] « Réponse de M. Clairaut au mémoire de M. Fontaine, inséré dans le *Journal des Sçavans* de février 1762 », J.D.S., mai 1762, pp. 302-310.
- [1765a] « Copy of a letter from M. CLAIRAUT to Dr BEVIS, dated Paris, 11 April 1765, from the English Original, in his own hand », *Gentleman's Magazine* (1765), vol. XXXV, p. 208.
- [1765b] *Théorie de la Lune, seconde édition à laquelle on a joint des Tables de la Lune, construites sur une nouvelle révision de toutes les espèces de calcul dont leurs équations dépendent*, Paris, Dessaint & Saillant (in-4°, viii-162 pp.). [SHM Brest, R 2928]. Cette édition comporte les deux versions de la théorie de la Lune de Clairaut. L'édition de 1752 se trouve aux pages 1-93, signée et datée du 6 décembre 1750. Elle est suivie des additions et des nouvelles recherches de Clairaut qui se trouvent aux pages 94-161.

CONDORCET, J.M.C. DE,

[1774] « Eloge de M. Fontaine [», HARS 1771 (Paris, 1774), pp. 105-116.

COTTE, LOUIS (LE P.)

- [1803] « Table alphabétique des Matières traitées dans les Ouvrages qui composent la *Bibliographie Astronomique* de M. de la Lande », in Lalande, 1803, *Bibliographie Astronomique*, Paris, Impr. de la République, pp. 918 et suiv.
- [1806 - an XIV] « Table alphabétique des matières et des tables contenues dans les volumes de la *Connaissance des Temps* après 1760 et jusqu'en 1805 », C.D.T. pour l'an XIV (1806), pp. 462-495.

COUBERT [COUBARD] - LE MONNIER, P.C.,

[1766] *Abrégé du pilotage, divisé en deux parties où l'on traite principalement des amplitudes, des loxodromies dans l'hypothèse de la sphère & du sphéroïde, des marées, des variations de l'aiman, & de la recherches des longitudes à la mer*, Paris, Desaint (in-8°, 279 pp.). Edition revue

et corrigée de l'édition originale de 1685, à Brest chez Malassis [BN V 23114], réédité au Havre en 1693 et 1702. [coll. privée, Cap^e Clet DONNART].

DE CHARNIÈRES, M.-C.-F.,

- [1767] *Mémoire sur l'observation des longitudes en mer publié par ordre du Roi*, Paris, Imprimerie Royale. [SHM T, INV 877]. Examiné le 2 juillet 1768.

- [1772] *Théorie et Pratique des Longitudes en mer publiées par ordre du Roi*, Paris, Imprimerie Royale (Copie transmise par Danielle Fauque). Examiné par Cassini et Le Monnier le 21 mars 1772 et rapport élogieux (Mémoire remis le 11 mars 1772).

DECHALES, CLAUDE-MILLIET (LE P.),

- [1674] *Cursus eu mathematicus*, (en latin) Lyon, Anisson, 3 vols. in-folio. « Navigation », tome II, pp. 237-341 [BM Vendôme, Dd 1].

- [1677] *L'Art de Naviguer démontré par Principes*, Paris (en français) [BM Angers, SA 3986].

DELAMBRE, JEAN-BAPTISTE

- [1810] *Rapport historique sur les progrès des sciences mathématiques depuis 1789 et sur leur état actuel [...]*, Paris, Impr. Impériale. Réédition à Amsterdam, N.V. Boekhandel & Antiquariaat, B. M. Israël.

- [1814] *Traité complet d'astronomie théorique et pratique*, 3 volumes in-4°, Paris, V^{ve} Courcier. Volume III en particulier (parallaxe lunaire, longitudes en mer).

- [1827] *Histoire de l'Astronomie au XVIII^e siècle*, publiée par M. Mathieu, Paris, Bachelier [abrégée en HA 18]. (document numérisé à la BNF: <http://gallica.bnf.fr/> à partir de l'ouvrage BN V-8181).

- [1989] *Rapports à L'empereur sur les progrès des sciences, des lettres et des arts depuis 1789. I Sciences mathématiques*, Présentation et notes de Jean Dhombres, Paris, Belin.

DELAMBRE, J.-B., MÉCHAIN, P.,

[an VII=1799] « Rapport des C^{ens} Delambre et Méchain sur le mémoire de M. Bouvard : *Rectifications des moyens mouvements de la Lune par les éclipses anciennes et modernes* », PV Institut, 11 Messidor an VII (=29 juin 1799), I, pp. 591-592.

DELISLE, JOSEPH-NICOLAS,

- [1749] « Première lettre de M. de L'Isle [...] sur les *Tables astronomiques de M. Halley [...]* », JDS, déc. 1749, pp. 848-858 [ne concerne pas la Lune mais les tables des planètes Jupiter et Saturne].

- [1750] « Seconde lettre de M. de L'Isle [...] sur les *Tables astronomiques de M. Halley [...]* », JDS, mars 1750, pp. 150-163. [Edité séparément à Paris, in-12° : OP, 21589].

- [1757] « Nouvelle théorie des éclipses sujetes aux parallaxes, appliquée à la grande éclipse qu'on observa le 15 juillet 1748 », HARS 1757 (Paris, 1762), pp. 490-515 [commencé en 1749, lu en août 1749, achevé en 1754].

DIGARD DE KERGUETTE, JEAN,

[1761] « Observations sur la Marine et le Commerce », in *Annonces, Affiches, Nouvelles et Avis divers sur la ville de Nantes*, Nantes, V^{ve} Joseph Vatar, Mémoire publié en plusieurs articles dans les numéros (hebdomadaires) des 2, 16 et 30 janvier 1761, 6 et 20 février 1761, 6 et 20 mars 1761,

10 et 24 avril 1761. [Nantes, Mic B 14 (1761), pp. 2-3, 10-11, 18-19, 22-23, 30, 38-39, 46-47, 58, 66]

DUBOIS, M., HILLERET, G.,

[1870-1872] *Cours [manuscrit] d'astronomie et de navigation, 1ère et 2nde années de l'Ecole Navale*, Brest, Imp. Roger Père. [Coll. Personnelle].

DUCOM, P.,

[1820] *Cours d'observations Nautiques, contenant toutes les connaissances [...] les meilleures méthodes de latitude et de longitude par observations [...] suivie d'une collection des meilleures tables etc.*, Bordeaux, Pinard, Imprimeur. Paris, M^{me} V^{ve} Courcier.

DULAGUE, VINCENT-FRANÇOIS-JEAN,

[1787] *Leçons de navigation. Seconde édition revue et augmentée*, Rouen, V^{ve} Besongne, in-8° [Nantes, 19.675]. Un autre exemplaire existe avec la cote [62.797*noire] daté de 1784 et donné comme une troisième édition.

DUNTHORNE, Richard,

[1748] « A letter from M^r. Richard Dunthorne to the Rev. Mr. Cha. Mason F.R.S. [...] concerning the Moon's Motion », datée du 4 nov. 1746, art. XIII, Ph. Tra., vol. XLIV (London, 1748), pp. 412-420 [Lue le 5 nov. 1746].

DU SÉJOUR, PIERRE-ACHILLE DIONIS

- [1771a] « Nouvelles méthodes analytiques pour calculer les éclipses de Soleil, &c. Neuvième mémoire etc. », HARS 1771 (Paris, 1774), Mém. pp. 97-240.

- [1771b] « Remarques sur les mouvemens horaires que l'on déduit des Tables de M^{rs}. Clairaut et Mayer », pp. 163-168, extrait du mémoire (1771a), HARS 1771 (Paris, 1774).

- [1775] « Nouvelles méthodes analytiques pour calculer les éclipses des Soleil etc. Douzième mémoires [...] », HARS 1775 (Paris, 1778), Mém., pp. 265-376.

- [1782] « Nouvelles méthodes analytiques pour résoudre diverses questions astronomiques. XVII^e mémoire dans lequel on applique à la détermination de la constante de la parallaxe de la Lune, les formules analytiques démontrées dans les mémoires précédens », HARS 1782 (Paris, 1785), Mém., pp. 321-344.

- [1789] *Traité analytique des mouvemens apparens des corps célestes*, Paris, V^{ve} Valade. 2 vols. in-4° [BM Nantes, 19.329*rouge].

EULER, JOHANN-ALBRECHT, (LE FILS)

- [1766] « Réflexions sur la variation de la Lune », HASB 1766 (Berlin, 1768), pp. 334-353 [lu le 17 avril 1766]. [SHM Brest, R. 4086].

EULER, LEONHARD, (LE PERE)

- [1753] « art. XXXVIII. Extract of a letter form Professor Euler, of Berlin, to the Rev. Mr. Caspar Wetstein, Chaplain to Her Royal Highness, the Princess Dowager of Wales : wether the theory of Sir Isaac Newton is sufficient to explain all the irregularities which are found in the motion of the Moon ? », art. XXXVIII, Ph. Tra., vol. XLVII (London, 1753), pp. 263-264. [Lue le 24 oct. 1751].

- [1763a] « Réflexions sur les diverses manières dont on peut représenter le mouvement de la Lune », HASB 1763 (Berlin, 1770), t. XIX, pp. 180-193 [Lu le 18 déc. 1763].

- [1763b] « Considérations sur le(s) problème(s) des trois corps », HASB 1763 (Berlin, 1770), t. XIX, pp. 194-200 [Lu le 4 déc. 1765].
- [1763c] « Nouvelle manière de comparer les observations de la Lune avec la Théorie », HASB 1763 (Berlin, 1770), t. XIX, pp. 221-234 [lu le 6 fév. 1766]. [SHM Brest, R. 4083]
- [1980-86] *L. Euleri Opera Omnia*, Leipzig, Zürich. En particulier, *Series quarta A, Commercium Epistolicum*, vol. 5 (1980) : correspondances d'Euler avec Clairaut (et Acad. de Pétersbourg) ; 6 (1986) avec d'Alembert, Maupertuis, Lagrange. Référencées respectivement sous les cotes OO IV A, 5 et OO IV A, 6.

Series secunda, *Opera Mechanica et Astronomica* : vol. 22 : *Theoria motuum Lunæ*. (Leo Courvoisier ed.); vol. 23 : *Sol et Luna I* (Fleckenstein, J.H. ed.); vol. 24 : *Sol et Luna II* ; vol. 28 : *Commentationes astronomicæ ad theoriam motuum planetarum et cometarum pertinentes* (Leo Courvoisier ed.)

FIZES, NICOLAS,

[1689] *Elémens d'Astronomie [...] avec les principes de la Géographie, de la Navigation, pour servir aux conférences de Fizes [...]*, Montpellier (in-8°), chez l'auteur [BM Angers, SA 1300].

FONTAINE (DES BERTINS), ALEXIS,

- [1762] « Doutes sur la méthode de M. Clairault, pour déterminer le mouvement de la Lune autour de la Terre », J.D.S., février 1762, pp. 111-115. [*Recueil ...*, pp. 393-403].
- [1764] *Recueil des mémoires non imprimés par l'Académie par M. Fontaine*, Paris, Impr. Royale. [Examiné par d'Alembert et Bézout le 20 déc. 1763]. « Sur le mouvement de la Lune autour de la Terre, d'après le système de la pesanteur », pp. 404-418.
- [1767] « Mémoire sur le mouvement des apsides de la Lune », HARS 1767 (Paris, 1770), p. 119.
- [1770] *Traité de calcul différentiel et intégral, par M. Fontaine, pour servir de suite aux mémoires de la même académie, non imprimés dans leur temps*, Paris, Impr. Royale [Nantes, 18.791]. Reprend sous un faux-titre les mémoires de Fontaine imprimés en 1764.

FONTENELLE,

- [1722] « A la recherche des longitudes en mer », HARS 1722 (Paris, 1724), Hist., pp. 96-107.
- [1728] « Sur la parallaxe de la Lune », HARS 1723 (Paris, 1725), Hist., pp. 68-74. (sur un mémoire de Maraldi).
- [1740] *Eloge des Académiciens avec l'Histoire de l'Académie royale des sciences en M. DC XCIX, avec un discours préliminaire sur l'utilité des mathématiques. Par M. Fontenelle, secrétaire perpétuel*, 2 tomes, La Haye, Isaac vander Kloot [réédition 1696, Bruxelles, Culture et Civilisation].

FOURNIER, GEORGES, (LE P.),

[1667] *Hydrographie, contenant la théorie et la pratique de toutes les parties de la navigation, 2^e éd., revue et augmentée*, Paris, Jean du Puis [Nantes, 19.593*rouge]. Réédition en fac-similé, J. Boudriot (dir.), Grenoble (1973), Ed. des Quatre Seigneurs.

FRANCŒUR, LOUIS-BENJAMIN,

[1821] *Uranographie ou Traité Élémentaire d'Astronomie à l'usage des personnes peu versées dans les mathématiques, des géographes, des marins, des ingénieurs, eytc? accompagné de planisphères*, troisième édition revue et considérablement augmentée, Paris, M^{me} V^{ve} Courcier. (première édition 1812). (Collection personnelle ; [Nantes, 5^{eme} éd., 1837, 19.295]).

GALILÉE,

[1968] *Le Opere* [Œuvres Complètes]. *Correspondance*, Ed. by G. Barbera, Firenze, volumes XVI (1968) et XVII (1968).

GAUTIER, ALFRED,

[1817] *Essai historique sur le problème des trois corps, ou Dissertation sur la théorie des mouvements de la Lune et des Planètes, abstraction faire de leur figure*, Thèse, Paris, V^e Courcier [Bibliothèque de l'Institut de France]. Chap. I, « Esquisse rapide des connaissances acquises sur les mouvements de la Lune par les Astronomes observateurs, jusqu'à Newton [...] », pp. 1-15; Chap. II, « Théorie de la Lune de Clairaut. Mouvement de l'apogée de la Lune », pp. 15-35 ; Chap. III, « Théorie de la Lune de d'Alembert », pp. 35-43 ; Chap. VI, « Nouvelles recherches de d'Alembert et de Clairaut. Discussion entre ces deux géomètres », pp. 58-65; Chap. VII, « Tables et Théorie de la Lune de Mayer », pp. 65-74; Chap. X, « Découvertes de M. Laplace dans la théorie de la Lune », pp. 84-97.

Devenue rare, cette étude — souvent hagiographique — reste un document historique important dans l'histoire des études sur le problème des trois corps.

GODIN, LOUIS,

[1732] « Mémoire sur la parallaxe de la Lune », HARS 1732 (Paris, 1735), Mém. pp. 51-63 [Lu le 6 janvier 1732].

GRANDJEAN DE FOUCHY, JEAN-PAUL,

- [1733] « Sur une nouvelle méthode pour les longitudes », HARS 1733 (Paris, 1735) Hist. pp. 76-79.

- [1752a] « Sur la parallaxe de la Lune », HARS 1752 (Paris, 1756), Hist. pp. 103-110 (Notice sur le premier mémoire de J.J. Lalande).

- [1752b] Notice sur les tables de la Lune de Clairaut (édition 1754), HARS 1752 (Paris, 1756), Hist. pp. 111-116.

- [1755] « Sur une addition à faire aux Tables Astronomiques de M. Cassini », HARS 1755 (Paris, 1761), Hist., pp. 107-108. (Sur le Saros de Halley - Voir la réponse de Legentil en 1756).

- [1756a] « Sur le Saros chaldaïque », HARS 1756 (Paris, 1762), Hist., pp. 80-90 (Notice sur le mémoire de Le Gentil).

- [1756b] « Sur les *Additions aux Tables Astronomiques de M. Cassini* », HARS 1756 (Paris, 1762), Hist., pp. 100-106.

- [1758] « Eloge de Monsieur Bouguer », *Journal des sçavans*, novembre 1758, pp. 699-700.

- [1759] « Sur l'observation des longitudes en mer par le moyen de la Lune », HARS 1759 (Paris, 1765), pp. 166-180 (Notice sur le mémoire de Lacaille).

- [1760] « Eloge de M. Godin », HARS 1760 (Paris, 1766), Hist. pp. 181-194.

- [1761] « Eloge de M. Roüillé », HARS 1761 (Paris, 1763), Hist., pp. 182-188.

- [1762] « Eloge de M. l'abbé de la Caille », HARS 1762 (Paris, 1764), Hist., pp. 197-212.

- [1765] « Eloge de M. Clairaut », HARS 1765 (Paris, 1768), Hist., pp. 144-159.

GREGORY, DAVID,

[1715] *The Elements of Physical and Geometrical Astronomy*, 2^{de} Edition, 2 vols., Genève, 1726. Réédition (1972) en fac-similé, Coll. *Sources of Science*, n° 119, NY & London, Johnson

Reprint : Théorie du mouvement de la Lune de Newton (1702), pp. 563-571 [voir la page Web de Nicholas Kollerstrom].

GRIMM, MELCHIOR, DIDEROT, DENIS,

[1823-1831] *Correspondance littéraire, philosophique et critique de Grimm et Diderot depuis 1753 jusqu'en 1790*, Paris, Furne Ed., 15 volumes [Nantes, 103.261]. Sur le décès de Clairaut, voir le tome IV, lettre du 1^{er} juin 1765, pp. 281-285.

GRISCHOW, NATHANIEL,

[1750] « Détermination de la différence des méridiens entre l'observatoire royal de Paris et celui de Berlin (1717-1727), lu le 1^{er} mars 1749 », SAV ETR, tome I (Paris, 1750), pp. 539-553. [Le mémoire a été lu en deux parties, le 1^{er} mars et le 26 février 1749]

HADLEY, JOHN,

[1731] « The description of a new instrument for taking angles. By John Hadley, Esq. Vice-President R.S., communicated to the Society on May 13, 1731 », Ph. Tra., 1731-1732, vol. XXXVII, n°420, pp. 147-157.

HALLEY, EDMOND,

- [1731] « A proposal of a method for finding the longitude at sea within a degree, or 20 Leagues, by Dr. Halley [...] With an account of the Progress he hath made therein, by a continued Series of accurate Observations of the Moon, taken by himself at the Royal Observatory at Greenwich », Ph. Tra., 1731-1732, vol. XXXVII (London, 1733), n° 421, pp. 185-195.

- [1754] *Tables astronomiques de M. Hallei [...] Seconde édition par M. l'abbé Chappe d'Auteroche*, Paris, Durand et Pissot, in-8° [Nantes, 19.433 (I)]

- [1759] *Tables astronomiques de M. Halley pour les planètes et les comètes, réduites au nouveau stile & au méridien de Paris [...] avec des explications détaillées et l'Histoire de la Comète de 1759, par Delalande*, 2^{de} édition, Paris, Durand [Nantes, 19.433 (II)]

HALMA, L'ABBE,

[1813-1816] *Composition mathématique de Cl. Ptolémée, ou, Astronomie Ancienne [L'Almageste], traduite par l'abbé Halma, et suivie de notes par M. Delambre*, Paris, Eberhardt. Tome I (1813), tome II (1816). Réédition, Paris, Librairie A. Blanchard (1988). (Pour les mouvements de la Lune, tome I, livre IV, pp. 211 et suiv. Sur la parallaxe de la Lune, I, livre V, chap. XI, pp. 325-327; chap. XII, pp. 327-332; chap. XIII, pp. 360-372).

HOEFER, FERDINAND,

[1873] *Histoire de l'Astronomie depuis ses origines jusqu'à nos jours*, Paris, Hachette et Cie [Nantes, 78.469].

HOSTE, PAUL (LE P.)

[1692] *Recueil des traitez de mathématiques qui peuvent estre nécessaires à un gentilhomme pour servir par mer et par terre*, Lyon, Anisson, 3 vols. [Nantes, 18.633, tome II seulement].

JEURAT, EDMÉ-SEBASTIEN,

- [1763] « Observations de la comète de 1682, 1607 & 1531 faites en mai 1759, par M. Jeurat; ingénieur-géographe du roi, professeur de mathématiques à l'Ecole Royale Militaire », SAV ETR, tome IV (1763), pp. 182-189. Article pp. 187-189 : « observations d'un lieu de la Lune & comparaison des Tables de M^{rs}. Clairaut et Mayer avec les observations de M. Le Monnier, faites au collège d'Harcourt ».

- [1766] « Observation et calcul de l'éclipse du 5 août 1766 », HARS 1766 (Paris, 1769), Mém., pp. 407-415, lu le 30 août 1766 (calculs sur les tables de Clairaut et comparaisons avec les observations).
- [1775-1784] *Connaissance des Temps [...]*, Paris, Impr. Royale.
- [1776a] « Observations de la Lune, faites avant l'éclipse totale de Lune du 30 juillet 1776 et comparaison des lieux observés aux lieux calculés avec les tables de M^{rs}. Clairaut et Mayer », HARS 1776 (Paris, 1779), Mém. pp. 268-272, lu le 14 août 1776.
- [1776b] « Des réfractions astronomiques », CDT pour 1776, pp. 218-225.
- [1777a] « Observations de la Lune faites à l'Observatoire royal et comparaison du lieu observé de la Lune et lieu calculé avec les tables de MM. Clairaut et Mayer pour le 17 mars 1775 », HARS 1777 (Paris, 1780), Mém. pp. 487-490 [Lu le 1^{er} avril 1775].
- [1777b] « Observations de la Lune, comparées avec les tables de M. Mayer », CDT pour 1779 (Paris, 1777), pp. 260-263.
- [1778] « Observation de l'éclipse de Soleil du 24 juin 1778, faite à l'Observatoire royal de Paris », HARS 1778 (Paris, 1781), Mém., pp. 39-43.
- [1781] « Observation de l'éclipse de Soleil du 17 octobre 1781 au matin, faite à l'observatoire royal de Paris; & détermination de l'erreur des tables de la Lune, de M^{rs}. Clairaut et Mayer, dans les circonstances de cette éclipse-ci », HARS 1781, Mém. pp. 9-20, lu le 21 novembre 1781.
- [1783] « Des tables les plus récentes de la Lune », CDT pour 1786 (Paris, 1783), pp. 198-199.
- [1785] « Observation de la Lune lors de son passage par le méridien environ deux heures avant l'occultation d'un grand nombre des Etoiles des Pléiades, le 13 décembre 1785, par M. Jeurat », HARS 1785 (Paris, 1788), Mém. pp. 229-232, lu le 17 décembre 1785.
- [1788] « Observations et calculs de l'éclipse de Soleil du 4 juin 1788 au matin », HARS 1788 (Paris, 1791), Mém., pp. 742-746, lu le 16 août 1788.

JONCHERE, M. DE LA,

[1736] *Découverte des Longitudes, estimées généralement impossible à trouver : suivies de tables dressées sur le premier méridien, pour en procurer à toutes personnes l'usage facile, tant sur terre que sur mer, tous les jours & en tous lieux*, Paris, C. Jombert et V^{ve} Delaulne. [recension dans les *Mémoire de Trévoux*, nov. 1736, pp. 2382-2394].

JURAIN, HENRI, (L'ABBE),

[1750] « Recherches sur le mouvement de l'apogée lunaire », J.D.S., mars 1750, pp. 141-150.

KEPLER, JOHANNES

[1969] « Tabulæ Rudolphinæ (1627) », in *Gesammelte Werke*, Band X, F. Hammer (dir.), München, C.H. Beck's che Verlagsbuchhandlung.

LACAILLE, NICOLAS-LOUIS (DE),

- [1741] « [Sur le] Calcul [infinitésimal]des différences dans la trigonométrie sphérique [,par rapport à l'Astronomie] », HARS 1741 (Paris, 1744), Hist., pp. 115-117; Mém., pp. 238-260 (+ pl. VII, p. 260). [Mémoire lu les 10 et 14 février 1742 (PV ARS 1742, pp. 55-72)].
- [1744] *Ephémérides des Mouvemens célestes, pour dix années, IV : depuis 1745 jusqu'en 1755, et pour le méridien de la ville de Paris [...]*, Paris, impr. J.-J.-E. Collombat et Fils (in-4°) [Toulouse, BM, Fa B 1664(1)].

- [1746] *Leçons élémentaires d'Astronomie géométrique et physique*, Paris, Frères Guérin et Delatour. [Nantes, 19.248].
- [1748] « Observations faites au Cap de Bonne-Espérance, pour servir à déterminer la parallaxe de la Lune, de Mars & de Vénus », HARS 1755 (Paris, 1752), Mém., pp. 601-612.
- [1751a] « Suite des observations faites au Cap de Bonne-Espérance, pour la parallaxe de la Lune, avec un sextant de six pieds de rayon », HARS 1751 (Paris, 1755), Hist., pp. 158-169; Mém., pp. 310-318. [Lu le 22 août 1753 par Cassini III (PV ARS 1753, pp. 530-531)].
- [1751b] « Diverses observations astronomiques et physiques, faites au Cap de Bonne-Espérance, pendant les années 1751 et 1752, & une partie de 1753 », HARS 1751 (Paris, 1755), Hist., pp. 158-169; Mém., pp. 398-456. [Lu en plusieurs parties, du 10 juillet au 3 août 1754 (PV ARS, 1754, pp. 392, 393-409)].
- [1751c] « Relation abrégée du voyage fait par ordre du roi, au Cap de Bonne-Espérance », HARS 1751 (Paris, 1755), Hist., pp. 158-169; Mém., pp. 519-536. [lu le 15 nov. 1754 (PV ARS, 1754, pp. 475-493)] (voir J. Loridan, 1890, pp. 260-275 pour une reproduction quasi-intégrale de ce texte).
- [1754] « Diverses observations faites pendant le cours de trois différentes traversées pour un voyage au Cap de Bonne-Espérance, & aux Isles de France & de Bourbon », HARS 1754 (Paris, 1759), Hist., pp. 110-116; Mém., pp. 94-130. [Lu le 11 juin 1755 (PV ARS, 1755, pp. 350-371; 390-419)].
- [1755a] *Ephémérides des Mouvements célestes, pour dix années, V : depuis 1755 jusqu'en 1765, et pour le méridien de la ville de Paris [...]*, Paris, J.-J.-E. Collombat (in-4°). [Angers, BM, SA 1372; Toulouse, BM, Fa B 1664(2)].
- [1755b] « Recherches sur les réfractions astronomiques, & sur la hauteur du Pole à Paris ; avec une Table de réfractions », HARS 1755 (Paris, 1761), Hist., pp. 111-119; Mém., pp. 547-593 [Mémoire lu le 14 juillet 1756 puis les 22 et 26 juillet 1758].
- [1759] « Mémoire sur l'observation des longitudes en mer », HARS 1759 (Paris, 1765), Hist. 166-180; Mém., pp. 63-98. [présenté à l'ARS le 3 fév., 7, 14, 17 et 31 mars 1759; rapport de Camus, de Montigny, Chabert et Lalande le 28 avril 1759].
- [1760] *Nouveau Traité de navigation, contenant la théorie et la pratique du pilotage [...] de P. Bouguer, revu et abrégé par M. l'abbé de La Caille*, Paris, H.-L. Guérin et L.-F. Delatour (in-8°) [Nantes, 19.672].
- [1761a] « Mémoire sur la parallaxe de la Lune », HARS 1761 (Paris, 1763), Mém., pp. 1-57 [présenté à l'ARS les 15 et 18 avril, 23 juin 1761].
- [1761b] *Leçons élémentaires d'Astronomie, géométrique et physique. Nouvelle édition, revue, corrigée et augmentée*, Paris, Guérin [Nantes, 78.167]
- [1762] « Extract of a letter from the Abbé de La Caille [...] to William Watson [...] recommending to the Rev. Mr. Nevil Maskelyne, to make at St. Helena a Series of Observations for discovering the Parallaxe of the Moon », datée du 8 janv. 1761, Ph. Tra., art. V, vol. LII (London, 1762), part I, pp. 21-25 [lue le 8 janvier 1761 - suscite la réponse de Maskelyne du 17 janv. 1762].
- [1763a] *Ephémérides des Mouvements célestes, pour dix années, VI : depuis 1765 jusqu'en 1775, et pour le méridien de la ville de Paris [...]*, Paris, impr. J.-T. Hérisant & V^{ve} Collombat (in-4°). [Toulouse, BM, Fa B 1664(3)].
- [1763b] *Journal historique du voyage au Cap de Bonne-Espérance* in Le P. Carlier, 1763, pp. 109-256.

LA COUDRAYE, LE CHEVALIER DE,

[1785] *Dissertation sur l'observation de la longitude à la mer*, Bordeaux, Pallandre l'Aîné [Nantes, 19.709*noire].

LAGRANGE, JOSEPH-LOUIS,

[1870] « Mémoire sur l'Equation séculaire de la Lune », in *Œuvres [complètes] de Lagrange*, J.A. Serret (dir.), tome V (1870), pp. 687-698 [Mémoire publié dans la nouvelle série des Mémoires HASB, 1792-1793].

LA HIRE, PHILIPPE (DE)

[1694] « Examen du Rapport du diamètre de la Lune à celui de la Terre & de sa parallaxe », HARS 1699 (Paris, ??), T. II, p. 229 et suiv. [A.A.R.S. usuels].

LALANDE, JOSEPH-JEROME LE FRANÇAIS (DE),

- [1752] « Premier mémoire sur la parallaxe de la Lune & sur sa distance à la Terre; dans lequel on applique les nouvelles observations faites par ordre du roi en 1751 & 1752 à Berlin & au Cap de Bonne-Espérance, à un sphéroïde aplati pour en déduire les parallaxes dans différens points de la Terre, par M. le François de la Lande », HARS 1752 (Paris, 1756), Hist., pp. 103-110; Mém. pp. 78-114. (tables des parallaxes, p. 87). Ce mémoire est daté de décembre 1752.

- [1753] « Second mémoire sur la parallaxe de la Lune & sur sa distance à la Terre; dans lequel on applique les nouvelles observations faites par ordre du roi en 1751 & 1752 à Berlin & au Cap de Bonne-Espérance etc. », HARS 1753 (Paris, 1757), pp. 97-105 [non daté]. Ce second mémoire est soumis à l'ARS le 10 janvier 1753, examiné par Bouguer, Cassini, Le Monnier à la séance du 20 janvier 1753. (Lalande abandonne ses inspirations antérieures - Le Monnier, Halley - et se rallie au clan Lacaille-Clairaut).

- [1756] « Troisième mémoire sur la parallaxe de la Lune contenant la manière de considérer l'aplatissement de la Terre dans le calcul des éclipses avec des tables propres à cet usage ; & le dernier résultat des observations faites à Berlin en 1751 & 1752, pour déterminer la parallaxe », HARS 1756 (Paris, 1762), Mém., pp. 364-379 [non daté]. La lecture de ce mémoire débute le 4 sept. 1754 et s'achève le 29 janvier 1755.

(table des parallaxes horizontales selon les calculs de Clairaut comparées aux observations, p. 378).

- [1757] « Mémoire sur les équations séculaires et sur les moyens mouvemens du Soleil, de la Lune, de Saturne, de Jupiter & de Mars, avec les observations de Tycho Brahé, faites sur Mars en 1593, tirées des manuscrits de cet Auteur », HARS 1757 (Paris, 1762), Mém., pp. 411-430. [Lu le 19 novembre 1757].

- [1759] *Tables astronomiques de M. Halley pour les planètes et les comètes, réduites au nouveau stîle & au méridien de Paris [...] avec des explications détaillées et l'Histoire de la Comète de 1759, par Delalande*, Paris, 2^{de} édition [Nantes, 19.433 (II)]

- [1759-1774] *Connaissance des Temps [...]*, Paris, Impr. Royale.

- [1761a] « Table des réfractions », CDT pour 1761, pp. 212-213.

- [1761b] « Mémoire sur les interpolations, ou sur l'usage des différentes secondes, troisièmes, &c. dans les calculs astronomiques », HARS 1761 (Paris, 1763), Mém., pp. 125-139, lu le 24 juillet 1761 (Sur les calculs de la longitude de la Lune dans les tables astronomiques et sur les méthodes de calculs diffusées dans la CDT).

- [1762a] « Histoire des travaux et des découvertes de l'Académie des sciences sur la grandeur & sur la Figure de la Terre », CDT pour 1762, pp. 194-209.
- [1762b] *Exposition du calcul astronomique*, Paris, Impr. Royale ?? [Angers, BM, SA 1373].
- [1764] *Astronomie*, 1ère édition (2 vols.), Paris, Imprimerie royale [Nantes, 19.285].
- [1765a] « De la table des réfractions », CDT pour 1765, pp. 195-197.
- [1765b] « Relation des dernières expériences faites en Angleterre pour la découverte des longitudes », CDT pour 1765, pp. 222-251.
- [1767a] « Remarques sur la vie & les ouvrages de M^{rs}. de la Caille, Bradley, Mayer & Simpson », CDT pour 1767, pp. 181-204.
- [1767b] « Suite des expériences faites en mer pour la découverte des longitudes », CDT pour 1767, pp. 204-205.
- [1770] « Commentaires [de Lalande] sur les tables posthumes de Tobias Mayer, *Theoria Lunæ juxta systema newtonianum &c.* chez Gil. Richardson & S. Clark, 1767, Londres, 100 pp. de tables et 161 pp. d'explications », *Journal des Sçavans*, août 1770, pp. 1674-1679 (édition in-8°).
- [1771-1784] *Astronomie*, 2nde édition (3+1 vols.), tome III : « Usage des mouvemens de la Lune pour les longitudes en mer », pp. 772-796. [Nantes, 19.286*rouge, T. IV ; Angers, BM, SA 1305; Vendôme, BM, Dd 56].
- [1774] *Ephémérides des Mouvemens célestes, pour dix années, VII : depuis 1775 jusqu'en 1784, et pour le méridien de la ville de Paris [...]*, Paris, impr. V^{ve} Hérisant (in-4°). [Toulouse, BM, Fa B 1664(4)].
- [1779] « Notes sur la vie & les ouvrages du P. Pezenas », JDS, août 1779, pp. 1699-1703 (édition in-8°). Cette notice biographique comporte quelques erreurs.
- [1783] *Ephémérides des Mouvemens célestes, pour dix années, VIII : depuis 1785 jusqu'en 1792, et pour le méridien de la ville de Paris [...]*, Paris, impr. V^{ve} Hérisant (in-4°). [Angers, BM, SA 1374].
- [1788a] « Sur la parallaxe de la Lune. Quatrième mémoire », HARS 1788 (Paris, 1791), Mém., pp. 183-188.
- [1788b] « Mémoire sur le diamètre de la Lune », HARS 1788 (Paris, 1791), Mém., pp. 189-208.
- [1791] *Tables horaires pour trouver l'heure en mer par la hauteur du Soleil ou des étoiles* [AN, Mar, 3 JJ 10, pièce 35].
- [1792] *Ephémérides des Mouvemens célestes, pour dix années, IX : depuis 1793 jusqu'en 1800, et pour le méridien de la ville de Paris [...]*, Paris, impr. V^{ve} Hérisant (in-4°). [BN V-8547].
- [1793] *Abrégé de Navigation, historique, théorique et pratique [...]*, Paris, Dezanche, in-4°. [A.A.R.S.]
- [1795] *Abrégé d'Astronomie [...]. Seconde édition augmentée*, Paris, Firmin Didot. [Coll. personnelle]
- [1799] *Histoire générale des mathématiques par M. Montucla*, Paris, H. Agasse, tome IV (pour une histoire de l'astronomie nautique. Nombreuses considérations sur les tables et le problème des longitudes).
- [an XI=1803] *Bibliographie Astronomique avec l'histoire de l'astronomie, depuis 1781 jusqu'à 1802*, Paris, Imprimerie de la République. [BN V 59723 - document numérisé Gallica]

- [1803a] Eloge de Pingré, dans BA, pp. 773-778.
- [1803b] Eloge de Le Monnier, dans BA, pp. 819-826.

LAPLACE, PIERRE-SIMON (MARQUIS DE),

- [1784] « Mémoire sur les inégalités séculaires des Planètes et des Satellites », HARS 1784 (Paris, 1787), Mém., pp. 1-50 (S.D.).
- [1786] « Sur l'équation séculaire de la Lune », HARS 1786 (Paris, 1788), Mém., pp. 235-264 (S.D.) [mémoire lu à l'ARS le 19 novembre 1787].
- [1799] « Mémoire sur les équations séculaires des mouvements de la Lune, de son apogée et de ses nœuds », *Mém. Acad. Sci.*, 1^e série, 2, in *Œuvres Complètes*, Paris, Gauthier-Villars (1878 et suiv.), tome XII, p. 191 et suiv.
- [An XI=1802] *Traité de mécanique céleste*, Paris, J.-B. Duprat, 4 vols. [Nantes, 19.330*rouge]. Réédition, Bruxelles, Culture et Civilisation. Tome III : « Théorie de la Lune », Livre VII, pp. 169-303.
- [1825] *Traité de mécanique céleste*, Paris, Bachelier (successeur de M^{me} V^e Courcier), tome cinquième. Livre XVI : « Du mouvement des satellites. Du mouvement de la Lune », (en trois chapitres), pp. 349-400. Réédition, 1967, Bruxelles, Culture et Civilisation.
- [1835] *Exposition du système du Monde*, Paris, Rééd. Fayard (1984), Coll. « Corpus des Œuvres de Philosophie en Langue Française ». Livre IV, Chap. 5, « Des perturbations du mouvement de la Lune », pp. 279-298.
- [1895] *Œuvres complètes de Laplace, publiées sous les auspices de l'Académie des Sciences*, tome onzième, Paris, Gauthier-Villars et Fils : « Sur l'équation séculaire de la Lune », publié dans HARS 1786 (Paris, 1788), pp. 243-271.

LE GAIGNEUR,

[1781] *Le Pilote instruit, ou Nouvelles leçons de navigation sans maître, à l'usage des navigateurs du commerce; avec des tables de la déclinaison du Soleil, et de son ascension droite, calculé au méridien de Paris, pour vingt années, à commencer au premier janvier 1780 et finir au dit jour 1801*, Nantes, Impr. Brun l'Aîné, in-4° [Nantes, 19.678*noire]. Ouvrage examiné par Montucla, censeur royal, le 30 nov. 1779.

LE GENTIL DE LA GALAISIERE, GUILLAUME,

- [1756a] « Remarques sur un mémoire de M. Halley inséré dans les *Transactions Philosophiques* de l'année 1692, n° 194, page 535, dans lequel M. Halley parle du Saros des Chaldéens », HARS 1756 (Paris, 1762), Hist., pp. 80-90; Mém., pp. 55-69.
- [1756b] « Addition au mémoire précédent sur le Saros des Chaldéens & remarques sur l'éclipse de Soleil prédite par Thalès », HARS 1756 (Paris, 1762), Mém., pp. 70-81, lu le 3 septembre 1757.
- [1785] « Mémoire sur l'origine du zodiaque, l'explication de ses douze signes et sur le système chronologique de Newton », HARS 1785 (Paris, 1788), Mém., pp. 9-16, lu le 12 novembre 1785.

LÉMERY, LOUIS-ROBERT CORNELIER

- [1777] « Observations de la Lune [de J. Bradley] comparées avec les Tables de M. Mayer », CDT pour 1779 (Paris, 1777), pp. 262-263.
- [1780] « Comparaison de cinq cents vingt cinq Observations de la Lune, avec les Tables de Clairaut, celles de Mayer & celles qui ont été corrigées en Angleterre pour le Nautical Almanach », CDT pour 1783 (Paris, 1780), pp. 352-372.

- [1783] « Erreurs des tables de la Lune », CDT pour 1786 (Paris, 1783), p. 387.

LE MONNIER, PIERRE-CHARLES,

- [1742] « Sur la longitude de l'Isle de Bourbon », HARS 1742 (Paris, 1745), Mém., pp. 347-353 (Recueil des observations effectuées par d'Après de Manneville en janvier 1740 au cap de Bonne-Espérance).

- [1743a] « Sur une conjonction de la Lune à l'étoile τ du sagittaire », HARS 1743 (Paris, 1746), Mém. pp. 403-404, lu le 3 août 1743 (sur les méthodes de détermination des parallaxes de la Lune).

- [1743b] « Observations sur la parallaxe de la Lune et la rectification des observations de la Lune », HARS 1743 (Paris, 1746), Mém. pp. 404-406, lu le 3 août 1743. (Cette division n'apparaît pas sur l'exemplaire numérisé sur Gallica alors qu'elle figure dans les exemplaires de la collection du fonds ancien de la Médiathèque de la Ville de Nantes).

- [1746] *Institutions Astronomiques, ou leçons élémentaires d'Astronomie pour servir d'introduction à la Physique Céleste et à la Science des Longitudes... [traduit du latin de Jean Keill, et améliorées ...]*, Paris, H.-L. et J. Guérin. En particulier, Chap. X, « Inégalités de la Lune », p. 129 et suiv. [Nantes, 19.281*rouge, Rés.]

- [1749] « Occultations de quelques étoiles par la Lune observées pendant l'année 1749 [plus bas : *Immersion d'étoiles pour vérifier le SAROS*] », HARS 1749 (Paris, 1753), Mém., p. 318, lu le 17 déc. 1749.

- [1751] *Observations de la Lune, du Soleil [...] pour servir [...] aux usages de la navigation etc.*, Paris, Imprimerie Royale. [Toulouse, BM, Fa A 895].

- [1764a] « Additions aux calculs de l'éclipse du Soleil du 1^{er} avril 1764 », HARS 1764 (Paris, 1767), Mém., pp. 7-8, lu le 3 mars 1764 (Remarques de Le Monnier sur le *saros*, les tables de la Lune de Clairaut).

- [1764b] « Réflexions sur les formules que M. Euler a données à l'occasion des parallaxes », HARS 1764 (Paris, 1767), Mém., p. 489, lu le 18 juillet 1764.

- [1765] « Mémoire sur l'utilité des éclipses de Soleil qui ont été observées totales & annulaires & de l'usage que l'on peut en faire de celle que nous attendons partielle au 16 août 1765 », HARS 1765 (Paris, 1768), Mém., pp. 460-464.

- [1766] *Abrégé du Pilotage, divisé en deux parties, où l'on traite principalement des amplitudes [...] & de la recherche des longitudes à la mer*, Paris, Desaint [Nantes, 19.667*noire]. [examiné par Pingré et Jaurat, le 22 mars 1766]. Nous avons pu travailler sur un exemplaire prêté par le Capitaine Clet Donnat.

- [1771a] *Astronomie nautique lunaire où l'on traite de la latitude & de la longitude sur mer, de la période ou du SAROS, des parallaxes de la Lune avec des tables du nonagésime etc.*, Paris, Impr. Royale [Observatoire de Paris, 20.339].

- [1771b] « Mémoire sur la longitude de Ponoï, ville de Lapponie située sous le 67° 4' 30" de latitude & où l'on a observé le dernier passage de Vénus », HARS 1771 (Paris, 1774), Mém., pp. 241-243, lu le 13 décembre 1769.

- [1771c] « Mémoire sur la longitude du Port de Brest, déduite des observations de la dernière éclipse de Soleil », HARS 1771 (Paris, 1774), Mém., pp. 244-246, lu le 21 mars 1770.

- [1774] *Essai sur les marées, où l'on traite de leurs effets aux Grèves du Mont St Michel avec des réflexions sur l'effort des marées équinoxiales contre les digues en général, SUIVIES de quelques*

problèmes de la Sphère applicables aux besoins actuels de la Navigation. Paris, Saillant et Nyon [AD C, in-8° - 2131]. [Examiné par Cassini de Thury, Bory et Bossut le 26 mars 1774 ; ouvrage sans nom d'auteur. Le nom de Le Monnier apparaît page 16].

- [1781] « Mémoire sur l'éclipse de Soleil du 17 octobre 1781 [...] avec des réflexions sur la relation des Tables lunaires à la théorie & aux autres observations physiques », HARS 1781, Mém. pp. 287-291, lu le 21 novembre 1781.

- [1785] « Conjonction de la Lune aux Pléiades observée le 13 décembre 1785 », HARS 1785 (Paris, 1788), Mém., pp. 367-372, lu le 14 décembre 1785.

- [1789] « Mémoire sur quelques corrections essentielles aux nouvelles tables du Soleil et sur l'accélération du mouvement de la Lune », HARS 1789 (Paris, 1793), Mém., pp. 600-609.

LÉVÊQUE, PIERRE,

- [1776] *Tables générales de la hauteur et de la longitude du nonagésime, calculées pour toutes les latitudes terrestres, tant septentrionales que méridionales, depuis l'équateur jusqu'au cercle polaire*, Avignon, Jean Aubert, in-8° [Nantes, 19.717*noire].

- [1779] *Le Guide du navigateur, ou traité de la pratique des observations et des calculs nécessaires au navigateur*, Nantes, Despillly, in-8° [Nantes, 19.677*noire, 19.708 et 68.360].

- [1783] *Examen maritime, théorique et pratique, ou traité de mécanique, appliquée à la construction et à la manœuvre des vaisseaux et autres bâtiments, par George Juan: traduit de l'espagnol avec des additions par Pierre Lévêque*, Nantes, Augustin-Jean Malassis et chez l'auteur, in-4° [Nantes, 19.595*rouge; 19.611*rouge].

- [an VI=1798] « Le Cⁿ Lévêque lit, en son nom et en celui des C^{ns} Borda et Bory, le Rapport suivant sur des observations astronomiques et nautiques écrites en Espagnol, et qui avoient été envoyées à la Classe par Don José Joaquin de Ferrer », Procès-Verbaux de l'Académie des sciences de l'Institut de France, tome I, 21 thermidor an VI (8 août 1798), pp. 443-447.

(voir Borda et Lévêque, an VII=1798).

MAIRAN, JEAN-JACQUES DORTOUS DE,

- [1743a] « De l'orbite de la Lune dans le système newtonien », HARS 1743 (Paris, 1746), Hist., pp. 123-129.

- [1743b] « Cartes des costes et des mers des Indes Orientales et de la Chine, suite de l'annonce dans les Mémoires pour 1742 par d'Après de Manneville, Lieutenant des Vaisseaux de la Compagnie des Indes & correspondant de l'Académie », HARS 1743 (Paris, 1746), Hist., pp. 159-162.

MARALDI (II), JEAN-DOMINIQUE,

[1723] « Sur la parallaxe de la Lune », HARS 1723 (Paris, 1725), Hist., pp. 68-74; Mém., pp. 302 et suiv.

MASKELYNE, NEVIL,

- [1761] « A letter from the Rev. Nevil Maskelyne, M.A., F.R.S., to William Watson, M.D., F.R.S. », datée du 17 janv. 1761, Ph. Tra., art. VI, vol. LII, part I (London, 1762), pp. 26-28 [Lue le 22 janv. 1761]. En réponse à la lettre de Lacaille (lue à la Roy. soc. du 8 janv. 1761) sur des mesures de la parallaxe de la Lune.

- [1762] « A letter [dated St Helena Sept. 9, 1761] from the Rev. Nevil Maskelyne M.A. F.R.S. to the Rev. Thomas Birch, D.D. secretary to the Royal Society, containing the results of observations

of the distance of Moon from the Sun and fixed stars made in a voyage from England to the Island of St Helena, in order to determine the Longitude of the Ship from time to time; together with the whole process of Computation used in this occasion », Ph. Tra., art. XCIII, vol. LII, part II, 1762 (London, 1763), pp. 558-577 [lu le 24 juin et 1er juillet 1762]. [SHM Brest, R. 4192]. (Maskelyne se positionne par rapport aux idées de Lacaille sur les longitudes en mer. Il suspecte un défaut de parallélisme des miroirs de son sextant).

- [1765] « Concise Rules for computing the effects of Refraction and Parallax in varying the Apparent Distance of the Moon from the Sun or Star ; also an easy rule of Approximation for computing the distance of the Moon from a star, the Longitude and Latitude of Both being given, with Demonstrations of the same. By the Rev. N. Maskelyne, A.M. Fellow of the Trinity College, in the University of Cambridge, and F.R.S. », Ph. Tra., art. XLVIII, vol. LIV, 1764 (London, 1765), pp. 263-276 [lu le 15 nov. 1764]. [SHM Brest, R. 4194].

- [1766a] *The Nautical Almanac and Astronomical Ephemeris for the Year 1767, published by order of the Commissioners of Longitude*, London, Richardson and Clark (167 pp.). [SHM Brest, R. 2853].

- [1766b] *Tables Requisite to be used with the astronomical and nautical Ephemeris, published by order of the Commissioners of Longitude*, London, Richardson and Clark (162 pp.) [SHM Brest, R. 2853]. Imprimé à la suite du *Nautical Almanac* pour 1767.

- [1787] « Concerning the Latitude and Longitude of the Royal Observatory at Greenwich; with remarks on a Memorial of the late M. Cassini de Thury. By the Rev. Nevil Maskelyne, D.D.F.R.S. and *astronomer royal* », Ph. Tra., art. XVIII, vol. LXXVII, 1787 (London, 1788), pp. 151-187 [lu le 22 fév. 1787]. (Sur la détermination de la différence en longitude des observatoires de Paris et de Greenwich qui rend définitivement possible le raccordement des éphémérides anglaises du *Nautical Almanac* au méridien de Paris en 1789-90.)

MAUNY, R.,

[1730] *Moyen pour connoistre les longitudes sur mer*, Paris, J.-B.-C. Ballard. [BN Vp 3438].

MAUPERTUIS, PIERRE-LOUIS MOREAU (DE),

- [1741] *Discours sur la parallaxe de la Lune*, Paris, Impr. Royale. [Nantes, *Œuvres*, 60.055*noire, tome IV].

- [1743] *Astronomie nautique, ou Elémens d'astronomie tant pour un observatoire fixe, que pour un observatoire mobile*, Paris, Impr. Royale [Nantes, 19.283].

- [1744] « Traité de la loxodromie tracée sur la véritable surface de la Mer », HARS 1744 (Paris, 1748), Mém., pp. 462-474, lu le 30 mai 1742.

- [1768] *Œuvres de Louis Moreau de Maupertuis*, Lyon, Jean-Marie Bruyset, 4 vols. Le tome IV contient le *Discours sur la parallaxe de la Lune, l'Astronomie nautique etc.* [Nantes, 60.055*noire].

MÉCHAIN, PIERRE,

- [1783a] « Occultations de quelques étoiles des Pleïades observées à Paris le 9 février 1783 [...] », HARS 1783 (Paris, 1786), Mém., pp. 633-638.

- [1783b] « Observations des éclipses du Soleil des 14 juin 1779 et 17 octobre 1781 faites à Paris avec la comparaison de celle de 1779 [...] », HARS 1783 (Paris, 1786), Mém., pp. 639-642.

- [1784] « Observations de l'éclipse de Lune du 6 mars 1784 faite à l'Observatoire Royal », HARS 1784 (Paris, 1787), Mém., pp. 367-369.

- [1785-1792] *Connaissance des Temps [...]*, Paris, Impr. Royale.

MÉDINE, PIERRE (DE)

[1554] *L'art de naviguer*, Lyon, Guillaume Rouillé. Réédition fac-similé (2000), Paris, Les Belles-Lettres/Nino Argnò Editore.

MESSIER, CH., PINGRÉ, A.-G.,

[1768] *Journal du voyage de M. le marquis (François-César le Tellier) de COURTANVAUX sur la frégate l'Aurore pour essayer plusieurs instrumens relatifs à la longitude; mis en ordre par MM. Pingré et Messier*, in-4°, Paris, Imprimerie Royale. [Nantes 19.731]

MONTUCLA, JEAN-ÉTIENNE,

[an VII-X=1799-1802] *Histoire des mathématiques, dans laquelle on rend compte de leurs progrès [...]. Nouvelle édition, considérablement augmentée [...], achevé et publié par Jérôme de la Lande*, Paris, Henri Agasse, 4 vols. Plus particulièrement, tomes III et IV. Réédition, 1968, Paris, A. Blanchard.

MORELLET, ANDRE (L'ABBE),

[2000] *Mémoires de l'abbé Morellet sur le dix-huitième-siècle et la révolution*, Paris, Mercure de France, rééd. Sur Clairaut, voir le chapitre VI (et sur M^{elle} Goulié, maîtresse de Clairaut, pp. 140-141).

MURDOCKE, PATRICK (THE REV.)

[1753] « A letter from the Rev. Patrick Murdocke, F.R.S., concerning the mean motion of the Moon's Apogee, to the Rev. Dr. Robert Smith, Master of Trinity College, Cambridge », Ph. Tra., art. XI, vol. 47 (London, 1753), pp. 63-66 et suiv. [Lue le 31 janv. 1750].

NEWTON, ISAAC,

[1756-59] *Principes mathématiques de la Philosophie Naturelle, par feuè Madame la Marquise Du Chastellet*, 2 tomes, Paris, Desaint & Saillant, Lambert. Rééditions fac-similé : Paris, A. Blanchard (1966) ; Paris, J. Gabay (1990). Cohen (1968) a montré que l'ouvrage devait être daté de l'année 1759.

PAGAN, LE COMTE BLAISE-FRANÇOIS DE,

- [1657] *La théorie des planètes*, Paris, Cardin, Besongne [Nantes, 19.365 et 19.426].

- [1681] *Les tables astronomiques du comte de Pagan: avec les méthodes de trouver facilement les longitudes, tant sur la mer que sur la terre*, Paris, L. d'Houry [Nantes, 19.426].

PEZENAS, ESPRIT (LE P.),

- [1733] *Elémens de Pilotage*, Marseille, V^{ve} Boy & Fils, L. Brémond [Toulouse, BM, Fa D 9130].

- [1741] *La pratique du Pilotage ou suite des Elémens de Pilotage*, Avignon, F. Girard [SHM Vincennes 37 E 881].

- [1755] *Mémoires de mathématiques rédigés à l'Observatoire de Marseille*, tome I, Marseille : « Recherches sur divers instrumens proposés aux Marins depuis environ trente ans pour servir à observer les astres & spécialement sur les octans », pp. 1-169; « Calcul du vrai lieu de la Lune tiré des observations. Comparaison de ce lieu avec celui qui résulte des Tables de Mr. Halley », pp. 152-160. [Obs. de Marseille, OMARES 5320; SHM Vincennes, 39 P 40].

- [1766] *Astronomie des Marins ou Nouveaux élémens d'Astronomie à la portée des marins*, Avignon, V^{ve} Girard [Obs. de Paris, 20.168].
- [1767] *Principes de la montre de M. Harrisson avec les planches relatives à la même montre imprimées à Londres en 1767 par ordre de MM. les Commissaires des Longitudes, en anglois et en françois, traduit par E. Pézenas, N. Maskelyne Ed.*, Paris, Jombert, Dessaint et Saillant, in-4° et Avignon, [AN, MAR, G98, 1767, fol. 20-59 (41 ff.)], suivis de la *Réponse de John Harrisson aux remarques et objections de N. Maskelyne, traduite par E. Pezenas*, Avignon, V^{ve} Girard, Seguin, Aubert [AN, MAR, G98, 1767, fol. 60-71 (12 ff.)]
- [1768] *Nouveaux essais pour déterminer les longitudes en mer*, Avignon, Aubert. [AN Mar, G91, fol. 83-98].
- [1775] *Histoire Critique de la découverte des Longitudes*, Avignon, A. Offray [SHM Toulon, INV 879].

PINGRÉ, ALEXANDRE-GUY (LE P.),

- [1755] « Observations de l'occultation de plusieurs Etoiles des Hyades par la Lune, le 25 Septembre 1755 », HARS 1755 (Paris, 1761), Mém., pp. 21-24, lu le 22 novembre 1755.
- [1756] « La trigonométrie sphérique réduite à quatre analogies », HARS 1756 (Paris, 1762), Mém., pp. 301-306 (+ pl.) [Lu le 20 novembre 1756].
- [1754-1757] *Etat du Ciel, pour l'an de grâce [...] calculé sur les principes de M. Newton, rapporté à l'usage de la Marine*, Paris, Durand (in-8°) [Toulouse, BM, P.A. 10330].
- [1757] *Etat du Ciel pour l'an de grâce 1757 calculé sur les principes de M. Newton rapporté à l'usage de la Marine*, Paris, Durand (in-8°) [Toulouse, BM, Rés. D. XVIII 161] : « De la Lune », pp. 166-171 ; « Des mouvemens de la Lune », pp. 172-180 ; « De la détermination des longitudes sur mer par le moyen des angles horaires de la Lune », pp. 180-204. Les trois méthodes pour le calcul de l'angle horaire de la Lune se trouvent aux pages 181 à 200.
- [1760] « Réflexions sur l'éclipse de Lune du 27 mars 1755 », SAV ETR, tome III (Paris, 1760), pp. 86-89. [sur les erreurs des tables de la Lune et les corrections]
- [1764a] « Mémoire sur la parallaxe de la Lune dans la supposition l'aplatissement de la Terre », HARS 1764 (Paris, 1767), Hist., pp. 103-105, Mém., pp. 362-373. [PV ARS, 14 juillet 1764, fol. 298r° et suiv.]
- [1768] *Journal du voyage de M. le marquis (François-César le Tellier) de Courtanvaux sur la frégate l'Aurore pour essayer plusieurs instrumens relatifs à la longitude; mis en ordre par MM. Pingré et Messier*, in-4°, Paris, Imprimerie Royale. [Nantes 19.731*rouge].

PRONY, GASPARD-MARIE RICHE, BARON DE,

- [1798] « Notice sur la vie et les ouvrages d'Alexandre-Gui Pingré », *Mémoires de l'Institut Nationale de Sciences et Arts. Sciences mathématiques et physiques*, vol. I, pp. xxvi-xlvi (notice à caractère hagiographique).

RICHARD, L.,

- [1840] *Essai sur les instruments et sur les tables de navigation et d'astronomie*, Brest, Ed. Anner, in-8° [Nantes, 19.732*noire].

ROCHON, ALEXIS (L'ABBE),

- [1788] *Opuscules Mathématiques*, Brest, Malassis. « Mémoire sur la détermination des longitudes en mer par les observations astronomiques », pp. 67-96; « Mémoire sur le pilotage qui peut servir

de supplément à quelques articles du *Traité de Navigation* de Mr. Bouguer rédigé par M. l'abbé de la Caille », pp. 97-128 ; « Calculs et emploi des distances lunaires », pp. 129-144 (extraits et adaptations de l'*Astronomie* de Lalande) ; « calculs et usages des tables dans les méthodes lunaires », pp. 145-178 [SHM Brest, R. 2653]. (il s'agit d'une réédition de l'ouvrage publié en 1768).

- [1798a] *Exposition d'une méthode facile et à la portée du commun des navigateurs pour résoudre les utiles problèmes de la latitude et la longitude*, Brest. [SHM Toulon, INV 909].

- [1798b] *Mémoire sur l'Astronomie Nautique et particulièrement sur l'utilité des méthodes graphiques pour le calcul de la longitude à la mer, par les distances de la Lune au Soleil et aux étoiles*, Paris, Imprimerie de Pault, lu le 1^{er} Ventôse an VI (19 février 1798) [BN Vp 3205 ; AN, Mar, 3 JJ 16, pièce 55]. [Procès-Verbaux de l'Académie des sciences de l'Institut de France, t. I (1910), p. 352 : lecture le 1^{er} Ventôse an VI et présentation de l'ouvrage à la Classe de la part de l'Auteur, le 11 Ventôse (1^{er} mars 1798), p. 353].

SALM, COMTESSE DE,

[1810] « Eloge historique de M. de la Lande; par Madame la Comtesse C. de S. », *Magasin encyclopédique* (Journal des Sciences, des Lettres et Arts), vol. 2, pp. 288-325.

SAVÉRIEN, ALEXANDRE DE,

- [1753] *Dictionnaire Universel de Mathématique et de Physique où l'on traite de l'origine, du progrès de ces deux sciences, etc.*, 2 tomes, Paris, J. Rollin & C. Jombert. (Copie Archives de l'Académie des Sciences de Paris ; article *Longitude*, tome II, pp. 80-84).

- [1767] « Lettre de M. Savérien à Messieurs les Auteurs du *Journal des Sçavans*, pour servir de réponse à la Lettre imprimée dans le Journal du mois de Décembre 1766 », datée de Paris, le 3 mars 1767, *Journal des Sçavans*, avril 1767, pp. 259-263. (En réponse à des critiques formulées dans le JDS, décembre 1766, vol. II, pp. 863-865).

SEGUIN, (M.),

[1737] *Vrai secret des Longitudes, découvert ou nouvelle et unique méthode [...] pour découvrir la longitude tant sur Terre que sur Mer, suivi d'un Examen de l'ouvrage par Mr. de la JONCHERE sur les Longitudes. Avec la vraie quadrature du cercle découverte par Mr. Seguin*, Rennes, Julien Vatar, in-4° [Nantes; 19.707*rouge].

VALOIS, YVES, (LE P.)

[1735] *La science et la pratique du pilotage, à l'usage des élèves d'hydrographie, dans le collège royal de la Compagnie de Jésus, à La Rochelle*, Bordeaux, J.-B. Lacornée [Nantes, 62.795*noire]

VAUSSEVILLE, (LE ROBERGER DE),

[1760] « Mémoire concernant la recherche des erreurs des tables astronomiques lunaires de M. Halley, le 26 octobre 1753 », SAV ETR, tome III (Paris, 1760), pp. 25-28.

VENTENAT, ET. P.,

[??] « Notice sur la vie du citoyen Pingré, lue à la séance publique du Lycée des Arts par Et. P. Ventenat, Bibliothécaire du Panthéon, et Membre de l'Institut National », *Magasin Encyclopédique ou Journal des Sciences, des Lettres et des Arts*, tome I (année ??), pp. 342-356.

MARINE

Les *Etats [généraux] de la Marine* à différentes années [Nantes, 46.464 à 46.46.468].

BLONDEAU, ETIENNE-NICOLAS,

[1778-80] *Journal de Marine, ou bibliothèque raisonnée de la science du navigateur*, Brest, R. Malassis, 1 vol. in-4° [Nantes, 19.600*noire]

BOURDE DE VILLEHUET,

[1773] *Manuel des Marins ou explication des termes de Marine*, Lorient, Julien le Jeune, in-8°. [Nantes, 19.570].

ROMME, CHARLES,

[1792] *Dictionnaire de la Marine Française*, La Rochelle, P.-L. Chauvet; Paris, Barrois l'Aîné, in-8° [Nantes, 19.565*noire].

TORCHET DE BOIS MESLÉ, JEAN-BAPTISTE (DE),

[1744-1746] *Histoire Générale de la Marine*, 2 vols., Paris. [Nantes, 19554*rouge].

VALIN, RENE-JOSUE,

[1776] *Nouveau commentaire sur l'ordonnance de la marine du mois d'Août 1681 [...] nouveaux réglemens concernans la Navigation & le commerce maritime*, 2 tomes, Paris. *Ordonnance de 1681 relative à l'hydrographie*, t. I, pp. 219-231. (Nantes, 8635].

VIAL-DU-CLAIRBOIS, H.-S., BLONDEAU, E.-N.,

[1783-87] *Encyclopédie Méthodique. Marine*, Paris, Panckouke, 4 vols. in-4° [Nantes, 59.605*noire et 59.606].

BIBLIOGRAPHIE GÉNÉRALE
II - SOURCES PRIMAIRES MANUSCRITES

PLAN

1. CLASSEMENT PAR AUTEUR

2. CLASSEMENT PAR FONDS D'ARCHIVES

- 2.1. Archives de l'Académie des Sciences et Bibliothèque de l'Institut de France (Paris)
- 2.2. Bibliothèque Sainte-Geneviève (Paris). Papiers du père Pingré.
- 2.3. Service Historique de la Marine à Vincennes
- 2.4. Archives Nationales (CARAN, Paris).
- 2.5. Observatoire de Paris
- 2.6. Archives Départementales de l'Hérault (Montpellier)
- 2.7. Fonds divers.

1. CLASSEMENT PAR AUTEUR

ANONYME

[1771] *Manière de trouver les longitudes tant sur Terre que sur Mer* [SHM Vincennes, ARM 88, fol. 29-36].

D'ALEMBERT, JEAN-LE-ROND,

- [1747] « Deux problèmes sur le mouvement des apsides de la Lune », A.A.R.S., pli cacheté n°15 déposé le 6 décembre 1747, dossier d'Alembert.

- [1756] « Réflexions de M. d'Alembert sur la période lunaire de M. Halley », AN, MAR, 3 JJ 15, pièce 28. Il s'agit d'un imprimé, extrait des *Recherches [...]* de 1756, section III, chap. XXX, p. 63 et suiv.

D'APRÈS DE MANNEVILLETTE, JEAN-BAPTISTE,

- [c. 1754] *Principes du calcul astronomique, provenant du cabinet de d'Après de Mannevillette*, Fonds du Dépôt des Cartes et Plans, SH 53 (Ms s.l.n.d.).

- [c. 1758] *Mémoire sur les calculs astronomiques propres aux navigateurs*, [AN Mar, 3 JJ 7, pièce 2].

BÉRAUD, LAURENT (LE P.),

[c.1772] « Méthode de m^f. De La Lande pour le calcul de la parallaxe », Ms du P. Laurent Béraud [Bibl. Muni. Lyon I, Ms 1516, fol. 86-91].

BÉZOUT, ETIENNE,

[1773] « Copie du rapport de Mr. Bézout sur un mémoire du P. Pezenas concernant les longitudes en mer » [12 nov. 1773, ADBR, 132J, 213].

BORDA, J.-C., VERDUN DE LA CRENNE, PINGRÉ, A.-G.,

[1773] « Rapport de MM. Borda, Pingré et Verdun de la Crenne sur un mémoire du P. Pezenas concernant les longitudes en mer » [avril 1773, AN, MAR, G 91, fol. 173].

BRANCAS-VILLENEUVE, L'ABBE,

[1755] *Longitudes*, lettre de l'abbé Brancas, de Berci, le 24 avril 1755 adressée au ministre de la Marine ? ou à J.-N. Delisle ? [AN, MAR, 2 JJ 69, fol. 109 et suiv.].

CASSINI DE THURY, CESAR-FRANÇOIS,

[1764] « Réflexions sur les observations de la Lune, publiées par M. Delacaille dans ses éphémérides depuis 1765 jusqu'en 1775 et sur les tables du Soleil qu'il a données en 1758 », PV ARS, tome 83, 1764, fol. 23v°-35v° (27 pp.).

CLAIRAUT, JEAN-BAPTISTE, (LE PERE)

[1727] *Description d'un instrument où les opérations de trigonométrie sont jointes avec les usages ordinaires de la planchette, de l'astrolabe et du quartier de réduction pour [...] résoudre les routes de navigation, sans calculs [...] avec presque autant de précision qu'en employant les Tables des Logarithmes des sinus tangentes &c.*, [AAS, dossier Clairaut], Paris. Mémoire Ms de 17 pp., présenté au secrétariat de l'Académie le 23 août 1727, examiné le 3 sept. 1727.

CLAIRAUT, ALEXIS,

- [1747] « Remarques sur les articles qui ont rapport au mouvement de l'apogée de la Lune, tant dans le livre des Principes Mathématiques de la Philosophie Naturelle de Mr Newton que dans le Commentaire de cet ouvrage publié par les PP. Jacquier et le Seul », pochette de séance du 20 déc. 1747, PV ARS, T. 66, pp. 553-559.

- [c. 1751] *Tables de la Lune*, Ms s.l.n.d., Archives de l'Académie des Sciences de Russie à Saint-Petersbourg [A.A.N., f.1, op. 77, n°6, 14 pp.].

- [1752a] Lettre de Clairaut à N. Grischow, du 2 janvier 1751 [1752] [A.A.N., f.1, op. 53, N 6/4, fol. 1-2r°].

- [1752b] Lettre de Clairaut à Delisle, du 11 juin 1752 [OP, Ms A 6-9, pièce 61, 20, S], avec le problème posé par Delisle et la réponse de Clairaut [problème posé pour le calcul de la parallaxe du Soleil].

CONDORCET, J.M.C.,

[s.l.n.d.] « Notes sur les travaux de d'Alembert et Clairaut », *Papiers du marquis de CONDORCET*, Bibliothèque de l'Institut de France, MS 880, volume XXXIII, fol. 37-38.

CROÏ, LE DUC DE,

[1774] *Mémoire sur les longitudes* [SHM Vincennes, ARM 76, I, fol. 252-266].

DANIZY, AUGUSTIN-HYACINTHE,

[1740] *Mémoire sur une nouvelle manière de déterminer les longitudes, avec la description d'un instrument qui peut rendre cette méthode praticable en pleine mer*, [ADH, D.128, fol. 14-17].

DE CHARNIÈRES, C.M.F.,

[1766] *Mémoire sur la théorie et la pratique des longitudes en mer où l'on propose un moyen de l'observer avec une nouvelle précision et d'en mettre les calculs à la portée des marins* [SHM Vincennes, MS 251(a)].

GRIFFON,

[1748] *Pour connoître l'heure étant en mer par observation au Soleil*, mémoire présenté à l'ARS le 3 août 1748. [Arch. ARS, Paris, PS, 23 août 1748].

LACAILLE, NICOLAS-LOUIS (DE),

- [1750] *Mémoire de M. de la Caille sur les observations qu'il se propose d'aller faire au Cap de Bonne-Espérance en 1751*, [AN, Mar, 3 JJ 49, pièce 33, n°1].

- [1754a] *Projet pour rendre la méthode des Longitudes sur mer praticable au commun des navigateurs* [AN, Mar, 2 JJ 69, pièce 16].

- [1754b] *Instruction détaillée pour l'observation et le calcul des longitudes sur mer par la distance de la Lune aux étoiles au au Soleil* [AN Mar, 3 JJ 13, pièces 3 et 9].

- [1754c] *Observations faites au Cap de Bonne-Espérance pour déterminer la parallaxe de la Lune, de Mars et de Vénus* [AN Mar, 3 JJ 49, pièce 33, n°2].

MAHOUDEAU, LE P.,

[1706] *Les principes et la pratique du pilotage*, cahier manuscrit in-fol., 72 pp. [Arch. Depart. du Calvados, Caen, 2D 1141, fol. 1-51].

PEZENAS, ESPRIT, LE P.,

- [1754] *Recherches sur l'octant de M. Hadley* [SHM Vincennes, ARM 105, mémoire 16].

- [1768a] *Méthode corrigée de M. Halley pour trouver en mer les longitudes* [AN Mar, G 91, fol. 83, S.D.].

- [1768b] *Mémoire sur les longitudes en mer* [Arch. ARS, PS 23 août 1768].

- [1768c] *Additif au mémoire sur les longitudes en mer* [Arch. ARS, PS 3 sept. 1768].

- [1771a] *Nouvelle méthode pour déterminer les longitudes à la mer par les mouvements de la Lune et par une seule observation*, [AN, Mar, G 91, fol. 131 (fév 1771)].

- [1771b] *Manière d'épargner au Roi toutes les sommes nécessaires pour achever dans moins d'un an le calcul des deux tables générales propres à déterminer promptement les longitudes* [AN, Mar, G 91, fol. 138-139].

- [1771c] *Nouvelle méthode pour déterminer les longitudes à la mer par les mouvements de la Lune et par une seule observation* [AN, Mar, G 91, fol. 146-149 (16 nov. 1771)].

- [1771d] *Réponse aux objections que l'on peut faire contre le projet de réduire en tables la solution de tous les triangles sphériques qui entrent dans le calcul des longitudes* [8 sept. 1771, Arch. ARS, dossier Pezenas].

- [1773] *Mémoire sur l'impossibilité actuelle d'appliquer les mouvemens de la Lune à la recherche des longitudes marines* [AN Mar, G 91, fol. 185].

PINGRÉ, ALEXANDRE-GUY (LE P.),

- [S.D.] *Méthode pour calculer les observations des distances de la Lune au Soleil ou aux étoiles et en conclure la longitude* [BSG, Ms 2332, fol. 12-22].

- [1764] « Rapport sur les tables de la Lune de M. Clairaut, seconde édition », PV ARS, 5 sept. 1764, fol. 368r°-391r°. (avec Bailly).
- [c. 1770] *Essai pour déterminer la caducité de la méthode enseignée par le P. Pezenas pour trouver la latitude par trois hauteurs du Soleil prises vers midi [...] telle que nous avons tenté de l'employer le 29 avril 1770 (?)* [BSG, MS 531, fol. 93-94v°]
- [c. 1771] *Mélanges d'Astronomie*, [BSG, MS 2335].
- [S.D.] *Correspondance de Pingré* [BSG, MS 2551] : détails

PLANTADE, FRANÇOIS DE,

[S.D.] *Manière de corriger l'horloge par les hauteurs correspondantes*, [ADH D.130, fol. 185-186].

PODESTA (CAPT.), LOUIS,

[1821] *Explications sur des récentes découvertes observées par le Cap^e Louis Podesta de Bastia en Corse pendant les cours de sa navigation pour connaître la longitude de sa position ayant en marin les tables horaires formées sur le méridien de Paris. Abrégé très-utile concernant la Marine civile et militaire*, mémoire daté du 6 nov. 1821 adressé au ministre de la Marine [AN, MAR, 3 JJ 16, pièce 60, 6 pp.].

ROSILY (VICE-AMIRAL),

[1798] «Rapport sur le *Mémoire sur l'Astronomie Nautique* de M. l'abbé Rochon et autorisation d'imprimer les cartes par le ministre de la Marine et des Colonies, adressé au Vice-Amiral Rosily, (26 floréal an VII =). [AN, Mar, 3 JJ 16, pièce 55].

SAINT-JACQUES DE SILVABELLE, GUILLAUME,

- [1768] *Mémoire sur les longitudes en mer*, [SHM, Vincennes, ARM 68, fol. 59-72]. Transmis à l'ARS par le Duc de Praslin le 4 mai 1768.
- [1769] *Mémoire sur les longitudes en mer*, [SHM, Vincennes, ARM 88, fol. 1-8]. Transmis à l'ARM par le Duc de Praslin.

2. INVENTAIRE DES MANUSCRITS CONSULTÉS CLASSÉS PAR FONDS D'ARCHIVES

2.1. ARCHIVES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES ET BIBLIOTHÈQUE DE L'INSTITUT DE FRANCE (PARIS)

1 Archives de l'Académie des Sciences

- Les dossiers biographiques établis pour la plupart des académiciens, des correspondants et savants étrangers cités dans cette étude.
- La collection de Gabriel Bertrand (11 cartons) : lettre de Bouguer (19 sept. 1752) dans le carton 5.
- Les pochettes de séance contenant souvent mémoires et rapports soumis au secrétaire de l'Académie, classées par ordre chronologique.
- Registres manuscrits des procès-verbaux des séances de l'Académie.

1 Manuscrits de la Bibliothèque de l'Institut de France

- Ms 880 *Papiers du marquis de Condorcet (1743-1794)* (légataire universel de d'Alembert), tome XXXIII : Notes sur les travaux de Clairaut, d'Alembert sur le problème des trois corps (fol. 37-38).

- Ms 2384 (1782) : Calculs de 526 lieux de la Lune par Louis-Robert-Cornelier Lémery (513 tableaux). Calculs de Lémery sur les tables de la Lune de Clairaut (1765), déposés à l'Académie le 7 juillet 1782.

2.2. BIBLIOTHÈQUE SAINTE-GENEVIÈVE (PARIS)- MANUSCRITS DU PÈRE PINGRÉ

Les manuscrits d'A.-G. Pingré ont été consultés (belle écriture, régulière et très lisible).

1 Ms 531. *Calculs divers du P. Pingré*, S.L.N.D. (Recueil in-fol.) - Calculs divers.

(fol. 0) Table des hauteurs du Soleil et parallaxe : essais des retardements des montres marines. (fol. 9) *Journal de Bord de la frégate du roi, l'Isis en 1769*. Détail de toutes les observations effectuées à l'aide des montres marines (contrôle de leur marche) et des distances luni-solaires. (fol. 93) *Essai pour démontrer la caducité de la méthode enseignée par le P. Pézenas pour trouver la latitude par trois hauteurs du Soleil prises vers midi avec l'intervalle de temps écoulé entre ces hauteurs*. (Telle que nous avons tenté de l'employer le 29 avril (1770?) - S'eintègre dans son journal de Bord de l'Isis. (fol. 94v) *Le même exemple résolu par le XXXI^{me} Pb de l'Astronomie Nautique* [de Maupertuis]. (fol. 103 et suiv) : *Observations de faites en 1771 de pour la vérification de toutes les méthodes de Longitude*. Vérifications de la marches de horloges par Pingré, Verdun, Mersais : beaucoup de calculs chargés et assez inextricables. C'est un journal personnel. Il faudrait tout reconstruire...inexploitable en l'état.

1 Ms 2332. *Mémoire sur les intruments à réflexion et les longitudes en mer*

(fol. 1) *Instruments à réflexion*, S.L.N.D. (27 pp.); Sur les instruments à réflexion (fol 2-28) (fol. 1-27) : nécessité de connaître l'octant et le sextant dans la perspective de la DLM par les distances de la Lune au Soleil ou aux étoiles. Méthode pour calculer les observations des distances de la Lune au Soleil ou aux étoiles et en conclure la longitude (fol. 12-22). Méthode pour trouver la latitude par des hauteurs du Soleil prises hors du méridien (fol. 23-27). Méthode pour déterminer la latitude par deux étoiles qui passent à peu près à la même hauteur sur l'horizon et qui soient l'une au nord et l'autre au sud (fol. 28).

1 MS 2335. *Mélanges d'Astronomie*

1. Réductions et calculs sur des observations de Lacaille (des 22 et 23 nov. 1752); 2. Courtes notes échangées entre Le Monnier et Pingré. Calculs sans commentaires; 3. Notes de Le Monnier (1774-1775) sur les tables de la Lune, les corrections des tables selon Halley, et une étude sur l'impact des écarts observés sur les distances lunaires.

1 MS 2551. *Correspondance de Pingré*

Extrait du contenu, le plus intéressant pour notre étude

1. Lettre de Goimpy à Pingré, 20 fév. 1771 (fol 7-8): au sujet des instruments et des remarques faites en son temps par Lacaille.
2. Lettre du 21 août 1771 de De Boynes à Pingré le laissant maître à bord de la Flore. 3000 livres accordées par le roi pour le voyage.avec Fleurieu (fol. 10 et 11).
3. Lettre du 4 septembre 1771 à Pingré : mission officielle pour la vérification des méthodes de DLM fol 12 et 13.
4. Lettre de d'Après de Mannevillette à Pingré, 26 mars 1773 : renseignements sur des longitudes pour le *Neptune Oriental* (fol. 16-17).
5. Lettre de P. Lévêque du 12 janvier 1775 à Pingré : longitudes en mer, cartographie et compétences des capitaines marchands (fol. 24-25).
6. Journal de Bord et Observations sur les latitudes de St domingue (fol. 27-28r).
7. Lettre de Dulague, 23 janv. 1775 à Pingré sur les DLM : longitudes et latitudes de divers lieux (fol. 33-34).
8. Lettre de Bonnet, avocat au parlement de Paris, à Pingré au sujet d'un essai sur les longitudes en mer, Paris, 24 juillet 1780.

2.3. SERVICE HISTORIQUE DE LA MARINE À VINCENNES

2.3.1 FONDS DU DÉPÔT DES JOURNAUX, CARTES ET PLANS

Mémoires et manuscrits consultés pour cette étude [COTE = SH + numéro]

- SH 53. *Principes de calcul astronomique*, 31 ff. du cabinet de d'Après de Mannevillette. (S.D.)
- SH 157. *Traité d'astronomie*, 134 ff. contient en particulier, la table de l'équation du temps pour 1700.
- SH 158. *Journal de voyage de Pingré avec le géomètre-astronome Thuillier, à l'île Rodrigue pour observer le passage de Vénus, 7 janvier 1761-24 mai 1762*, 371 pp.
- SH 159. *Mesure de la Terre par M. Picard*, Imp. Roy. 1671, 61 ff.
- SH 160. *Recueil de notes sur l'optique et sur les instruments d'Optique par J.N. DELISLE (1749-1753)*. Notes de J.-N. Delisle sur les télescopes de Short et un mémoire de Pezenas sur le micromètre.
- SH 284. *Nouvelle pratique de navigation, par de Radouay, capitaine de Vaisseau*, 10 ff. S.D.

2.3.2 FONDS DU SERVICE HISTORIQUE

Cote MS 01 à 159

- MS 75. *Recueil de lois, ordonnances, etc.* (1789-1793)
- MS 249. (XVIIIe), cahier d'étude et de navigation, rédigé à la fin du XVIIIe, 190 pp.
- MS 251. (a) *Mémoire sur la théorie et pratique des longitudes en mer où l'on propose un moyen de l'observer avec une nouvelle précision et d'en mettre les calculs à la portée des marins (1766)* par De Charnières (15 nov 1766) De Fouchy, paraphe du 9 déc 1766.
- MS 279. *Cours de navigation composé dans la 1ère moitié du XIX^e siècle par E. LAGARDE*, 399 pp.

- MS 308. *Protocole des expéditions de la Marine, des galères et Des Colonies (1729-1734)*, 87 ff. Compilation d'actes intéressants les officiers de plume et d'Épée etc..
- MS 317 (I - V). *Série de cours autographiés à l'usage de l'école Navale de Toulon (1835-40)*.
- MS 325. *Traité et pratique de la trigonométrie démontré et calculé par les sinus, avec plusieurs règles curieuses de navigation, l'usage des triangles sphériques, rectangles et obliquangles, toutes les questions astronomiques et leurs analogies", par ALENO, cultivateur, fusilier du deuxième bataillon de la Garde Nationale de Quimper, républicain, Quimper (1793)*, 119 ff. Destiné à être présenté au ministre de la Marine.
- MS 511. *Recueil de cours de navigation et de pilotage, de journaux de navigation et de comptes, 1747-1749*.
- MS 516. *Idées d'un marin sur les connaissances théoriques et pratiques à exiger des officiers de la marine royale et sur les avantages que présenteraient un collège de Marine établi à Port Louis pour l'instruction des élèves (S.D., vers 1802)*

2.3.3 FONDS DE L'ACADÉMIE ROYALE DE MARINE

Ce qui concerne la première Académie de Marine à Brest (1752-1765) figure aux cotes 89 et suivantes. Ont été dépouillés les registres des P.V. des séances de l'A.R.M. ainsi que les mémoires qui y ont été lus (1769-1787). [COTE : "Fonds de l'Acad Roy Marine" + le numéro du Ms]

1 Mémoires des membres de l'A.R.M. et rapports les concernant

- 64, T. I. fol.; 133-134, Etienne-Nicolas Blondeau (professeur de mathématiques) sur la lecture *Essay sur l'invention des longitudes*; fol. 182-192, Blondeau sur le *Mémoire sur la manière de conclure la hauteur méridienne du Soleil*.
- 65, T. II. fol. 137-149, Le Chevalier de Trémergat et le *Mémoire sur le moyen de trouver la longitude en mer*; fol. 155-157, Réponse de Goimpy à Blondeau sur la manière de conclure la hauteur méridienne du Soleil.
- 67, T. IV. fol. 59-72, Silvabelle, *Mémoire sur les longitudes*; fol. 182-200, Blondeau, *Essai sur l'invention de la longitude en mer*, 202 ff.
- 69, T. VI. fol. 1-76, Marguery, *Mémoire sur le système du Monde*; Rapport sur ce mémoire, Blondeau, Fortin et Duval le Roy, fol. 218-227; fol. 155-168, *Explication du nouveau quartier françois composé par le sieur DESLONGCHAMPS, maître d'équipage au port de Brest, pour observer la hauteur du Soleil et des étoiles sur l'horizon et trouver la latitude tant sur mer que sur Terre, avec la même facilité et beaucoup plus de justesse qu'on ne peut le faire avec la flèche l'astrolabe et le quartier anglais*; fol. 179-184, rapport de Petit et Duval-Le-Roy sur l'*Essai de Blondeau que l'invention de la longitude* (T.IV, 182).
- 72, T. IX. fol. 159-168, Traduction par Blondeau, de la méthode de l'astronome anglais Witchel[I] en vue d'un almanach nautique; fol. 214-248, *Démonstration de la méthode de Witchel pour la réduction des longitudes par Blondeau*; fol. 216-220, *méthode pour étendre à l'usage des secondes, les tables des logarithmes de M. l'abbé de la Caille*, par Bézout.
- 73, T. X. fol. 121-133, *Rapport des observations de longitude par les distances de la Lune au Soleil et aux étoiles faites à bord de la Dédaigneuse, par MM. de Langle, Prévalaye et Trémergat* ; fol. 166-177, rapport de Joseph-Bernard, marquis de Chabert et de Bézout sur le voyage de Fleurieu à bord de l'Isis et l'épreuve des horloges de Berthoud; fol. 367-373; *mémoire*

sur la méthode de déterminer la latitude en mer par deux hauteurs du Soleil prises hors du méridien par l'enseigne Fleuriot de Langle; fol. 373-375, rapport à ce sujet de Marguery, Duval le Roy ; fol. 392-399, Blondeau, *Sur l'usage pour les secteurs de réflexion d'une glace dépolie par une de ses faces pour le grand miroir*; fol. 399-401, rapport à ce sujet, de Granchain, Duval le Roy, Fortin et Trédern; fol. 496-504, l'abbé Rochon, *Mémoire sur les moyens d'employer la double réfraction du cristal de roche à la mesure précise des petits angles [...] destiné à donner avec exactitude la distance de la Lune aux étoiles*.

- 74, T. XI. fol. 12-32, rapport de Bory et Bézout sur le Voyage de Verdun de la Crenne, Pingré et Borda; fol. 33, Rapport de Blondeau et Fortin sur un sextant de Mercier; fol. 62, Rapport de Le Bègue et Blondeau sur le sextant de Mercier; fol. 235-255, *Mémoire sur la construction et l'usage du cercle de réflexion* par Guidi; fol. 255-256, Rapport de La Prévalaye, Blondeau et Duval Le Roy ; fol. 289-319, *Mémoire de M. Lescan, professeur de Mathématiques et sous-secrétaire de l'ARM contenant deux méthodes pour déterminer la latitude à la mer lorsqu'on a observé une ou deux hauteurs du Soleil aux approches de son passage au méridien*; fol. 319-320, rapport de Fortin et Duval le Roy sur ce mémoire.

1 Mémoires des correspondants et étrangers de l'ARM

- 76, T. I. fol. 20-22, Le Monnier, lettre contenant des observations faites en 1753; fol. 252-266, *Mémoire sur les longitudes à la mer*, par le duc de Croy (1774); fol. 208-210, *Observations et rapport sur les longitudes faites au Havre par Cléron, prof. d'hydrographie, de Grandchain, de Langle et Fortin*, Brest, 11 juin 1773; fol. 289, rapport de Duval le Roy, Fortin et Blondeau sur le calcul des angles horaires par Pierre Lévêque, prof d'hydrographie à Nantes.

- 77, T. II. fol. 1-3, Digard de Kerguette, Observations sur l'éclipse de Lune du 30-31 juillet 1776.

1 Correspondance de l'ARM avec divers savants du XVIII^e siècle

- 87. Registre de la correspondance du secrétaire de l'ARM avec le ministre et les membres de l'Académie (1er sept 1752 - 12 août 1765). Lettres de Bigot de Morogues concernant l'acquisition d'un télescope de Short par le P. Pezenas, imputé au budget de l'ARM⁴.

- 88-92. Registre de la correspondance de l'ARM avec le ministre de la Marine et les particuliers (1769-1787). Lettres et mémoires envoyés à l'ARM.

88, T.I. fol. 29-36, rapport de Blondeau, Fortin du 2 déc. 1771 sur le mémoire de Saint-Jacques de Silvabelle pour la DLM.

89, T.II. Nombreuses lettres de d'Après de Manneville concernant les longitudes et le modèle d'un almanach nautique français.

Nombreuses lettres concernant les relations du ministre avec l'ARM, le règlement de l'affaire Rochon concernant la bibliothèque de l'ARM.

- 94-98. Registre des présences aux séances des membres de l'ARM.

94, T. I : 18 oct. 1753 - 29 août 1754 et 24 mai 1769-29 avril 1773, 191 ff.

95, T. II : 6 mai 1773 - 18 déc. 1777, 228 ff.

⁴. Cette affaire fait l'objet d'une publication : Boistel, Guy, Caplan, James (astronome à l'Observatoire de Marseille), « Les instruments de l'Observatoire de Marseille sous la direction du P. Pezenas », à paraître dans le *Journal for the History of Astronomy*.

- 96, T. III : 8 jan 1778 - 3 juillet 1783, 192 ff.
 97, T. IV : 10 juillet 1783 - 17 avril 1788, 140 ff.
 98, T. V : 24 avril 1788 - 9 sept 1793, 90 ff.
- 99. Règlements pour une ARM à Brest (Compiègne, 30 juillet 1762, Versailles, 24 avril 1769).
 - 100. Registre des recettes et dépenses de l'ARM (1752-1769).
 - 105 et 106. Mémoires MS de l'ARM (1752-1789)
 - 105, T. I (1752-1765). Fol. 11, *Recherches sur la longitude de l'abbaye de St Mathieu, par M. de Keranstret* (1754); 15-16, *Recherches sur l'octant de M. Hadley, par le P. Pézenas* (1754).
 - 106, T. II. Divers mémoires contenus déjà dans les PV de l'ARM (n^{os} 64-74) : plusieurs mémoires sur les longitudes en mer.
 - 107. Liste des académiciens honoraires, ordinaires et adjoints qui ont été choisis pour composer l'académie de marine (1752-1756, 1769-1787), paraphé par Bigot de Morogues, Brest, le 1er août 1752, 82 ff.
 - 108. Recueil d'inventaires et règlements de l'ARM. Pour la bibliothèque et sur les instruments de l'Académie.
 - 110. Lettres originales d'Académiciens (1752-1794). Lettres de Bouguer, Digard de Kerguette, d'Après de Manneville.
- Note : Pour reconstituer l'activité de l'ARM sur le problème des longitudes, ce fonds est à compléter avec les papiers conservés au CARAN [AN, MAR, G93, 46 pièces sur l'ARM de Brest].

2.4. ARCHIVES NATIONALES (CARAN - PARIS)

2.4.1 Dossiers des personnels C² et C⁷

- La série C², *Officiers civils*, comporte les renseignements relatifs à la carrière et au service des officiers et savants de la Marine. Ce sont des états des personnels pensionnés par la Marine. Ces listes sont résumées sur microfiches. Pour les détails, il faut demander les cartons correspondants. Ont été consultées notamment, les pièces : C².47-50-51; 87; 161; C².117; C².287.
- La série C⁷, *Dossiers individuels du personnel maritime*, comporte des pièces diverses : lettres, brevets, etc. L'inventaire en a été dressé par M. E. Taillemite. Ces dossiers ont été systématiquement consultés pour tous les académiciens engagés par la Marine, pour certains membres de l'Académie de Marine à Brest ainsi que pour quelques professeurs d'hydrographie.

2.4.2 Série des Papiers d'Hydrographes JJ

- 1 **Correspondance et papiers de J.-N. DELISLE** (complète la collection de l'Observatoire de Paris).
 - 2 JJ 65, années 1739-1740 (dépouillé entièrement). Echanges en 1739 entre J. Bevis, J. Bradley et Delisle (on y trouve le *Traité de Caleb Smith*, notamment).
 - 2 JJ 66, années 1759-1761 (dépouillé entièrement).
 - 2 JJ 67 *SOUMIS A AUTORISATION* (*observations du Transit de Vénus et Cartes*)

2 JJ 68, années 1757-1759 (dépouillé entièrement).

2 JJ 69, années 1753-1754 (dépouillé entièrement).

2 JJ 70 *SOU MIS A AUTORISATION*.

Ont été relevées toutes les lettres concernant les PP. Jésuites Pezenas, Lagrange; concernant les tables de la Lune (échanges Mayer-Lacaille notamment).

1 Série 3 JJ : *Observations scientifiques et géographiques du Service hydrographique*

Remarquons d'abord que les cartons suivants sont le plus souvent dépareillés, et dans un état de conservation discutable. Nous réservons à une publication ultérieure un inventaire détaillé de notre prospection et de notre recherche. En effet, des pièces de la main de Lacaille non répertoriées et non indexées comme telles, se trouvent dans ces cartons.

Les cartons suivants ont été systématiquement dépouillés car explicitement consacrés à l'astronomie nautique. De nombreux mémoires de ces cartons se trouvent dans notre inventaire présenté dans la première partie de la thèse et en annexe.

3 JJ 7 - 36 pièces intéressant les longitudes au XVIII^e siècle. Pièces de Lacaille, Bouguer, Mairan, Digard de Kerguette,

3 JJ 8 - idem, 11 pièces. Mémoire de Delisle sur les longitudes (1740).

3 JJ 10 - idem, 20 pièces. Pièces de Lalande, Pezenas, Lévêque, Rochon, etc.

3 JJ 13 - idem, 5 pièces dont une très longue sur les longitudes en mer.

3 JJ 15 - idem, 4 pièces.

3 JJ 16 - idem (carton dépareillé et en mauvais état). Les premières pièces concernent surtout le XIX^e siècle. Pièces de Cassini, Rochon, Maingon. La pièce 56 est indexée comme un dossier sur les longitudes en mer. Il comporte neuf pièces de Pezenas, Maingon et Lacaille.

3 JJ 49 - idem, 13 pièces pour le XVIII^e siècle. Pièces de d'Après de Mannevillette et de Lacaille.

3 JJ 341 - Papiers de d'Après de Mannevillette. Lettres reçues par d'Après de Mannevillette (1762-1779) : Abbé Dicquemare (80) ; Lacaille (10) ; Pingré (10) ; Le Monnier (40) ; Dalrymple (36) ; Trobriand (27) ; Blondeau (7).

Signalons d'autres cartons de cette série, déjà remarqués par M^{me} Filliozat (1993) et M. Haudrière (1989) :

3 JJ 330, 331, 333, 335, 338 - Papiers de d'Après de Mannevillette. Nombreux relevés d'indications extraites des journaux de bord des vaisseaux de la C^{ie} des Indes pour la navigation dans l'Océan Indien, qui ont été utilisés pour la seconde édition du *Neptune oriental* (Paris, 1775).

3 JJ 410, pièce 3 - *Mémoire sur la navigation de France aux Indes*, par d'Après de Mannevillette (Paris, 1765).

2.4.3 Série G « Mélanges »

La série G est une vaste collection de mémoires et de correspondances diverses. L'index publié par les Archives Nationales en 1990 est un guide précieux permettant de s'orienter dans cette collection⁵.

Les cartons suivants ont été systématiquement dépouillés en recherchant tout ce qui concernait les débats autour des méthodes de DLM entre 1750 et 1776.

G 91 (microfilm) - Dossier 2, Correspondance du P. Pezenas avec le ministre (1767-1774). Le dossier 1 comporte des pièces sur le mégamètre de Charnières et le dossier 3 comporte des pièces de l'abbé Rochon.

G 92 - Dossier 1, Correspondance du P. Pezenas (1730- 1742, 1763-1766).

G 93 - Sur l'Académie Royale de Marine à Brest.

G 94 - Petit dossier. Nombreuses lettres de Bouguer, Lalande, Le Monnier.

G 95 - Nombreuses pièces sur les distances lunaires et les réformes de la CDT en 1785 et 1792.

G 96 - Nombreuses pièces de Lalande, Fleurieu. Sur la CDT et les prix des longitudes.

G 98 - Dossier sur l'Horlogerie de la Marine. Lettres de Le Monnier, pièces de Pezenas, Fleurieu et les prix de l'ARS de 1767 à 1773 pour les voyages d'essai des montres marines.

2.4.4 Autres séries.

- Série O¹. Pensions octroyées par la *Maison du Roi*. (Clairaut, Le Monnier, Maupertuis, Pezenas).

2.5. OBSERVATOIRE DE PARIS

2.5.1 Correspondance de J.-N. Delisle

- B 1.5, du 13 septembre 1748 au 15 décembre 1749.

- B 1.6, du 20 janvier 1750 au 14 octobre 1752.

- B 1.7, du 9 octobre 1752 au 26 décembre 1753.

- B 1.8, supplément (brouillons, notes diverses).

La suite de cette correspondance a été consultée au CARAN [AN, MAR, 2 JJ 65, 66, 68, 69].

Cette correspondance a été dépouillée en cherchant toutes les mentions de Clairaut, Lacaille, Lalande, des PP. jésuites Pezenas et Lagrange, de Saint-Jacques de Silvabelle.

2.5.2 Papiers et manuscrits du P. Pezenas. Articles relatifs au P. Pezenas

- A 2.6-7 : *Traité de la précession des équinoxes* de Guillaume St-Jacques de Silvabelle, copie de la main du P. Pezenas.

- A 4.2 (36.21) : Lettres originales écrites au P. Pezenas par les PP. jésuites C. Maire, Boeuf et Sambat entre 1731 et 1744.

⁵. Henrat, 1990, pp. 17-130.

- B 5.3 *Suite d'Observations faites à Marseille*. Enorme recueil in folio d'observations et de mémoires divers rédigés par les astronomes de l'Observatoire de Marseille dans la première moitié du XVIII^e siècle.

- C 2.16 : *Observations faites à l'Observatoire de Ste-Croix de Marseille (1729-1752)*: notes et mémoires divers du P. Pezenas.

2.5.3 Fonds Seguin

Ms 1058 III, pièces 181 à 184 : 4 Lettres (et notes) du P. Pezenas à E. de Ratte (sur les comètes de 1760).

2.5.4 Manuscrits divers

1 Ms A 2.8 : « Théories de la Lune »

1. Liasse 1, Comparaison des théories de la Lune d'Horrocks, de Newton et de Cassini; 11 pièces (provenant du Dépôt de la Marine), S.L.N.D.

- pièce 22,1,B - Théories de la Lune d'Horrocius et de Newton.

- pièce 22,1,C - Sur la théorie de la Lune de Newton et de Cassini.

- pièce 22,1, D à L - les figures qui accompagnent le texte.

2. Pièce 22,3,Cc' - Histoire et catalogues des Ephémérides, almanachs et calendriers (8 pièces) : Regiomontanus, Peurbach, Riccioli.

1 Manuscrits de Lacaille

- A 1.11 « Notices sur divers astronomes françois du XVIII^e siècle ». En particuliers, voir les notices sur Jean Le Febvre (n°3), Jacobus Lieutaud (n°8), de Beaulieu (n° 12), Charles Desforges (n° 12) alias Beaulieu, Philippe Desplaces (n°30), Peter Kolbe (n°26).

- C 3.1 : Observations de Lacaille et tables diverses. A la fin du volume se trouvent des « Tables de la Lune suivant la théorie de M. Newton [...] réduites au méridien de Paris »

- C 3.26 : *Journal historique du voyage de Lacaille au Cap de Bonne-Espérance (1750-1753)*.

- C 3.27 : *Mélanges* de papiers de Lacaille (1736-1737); observations et notes diverses.

1 Travaux des Cassini

- D 2.25-26 : Papiers de Cassini III. Calculs d'observations de la Lune.

- D 2.28-29 : Papiers de Cassini IV. Calculs de lieux de la Lune, réductions d'observations, notamment celles effectuées lors du voyage d'épreuve des montres marines de Le Roy.

- E 1.14 : Tables manuscrites du Soleil et de la Lune selon divers auteurs : Cassini, Halley. Tables construites sur la théorie de Newton.

2.6. ARCHIVES DÉPARTEMENTALES DE L'HÉRAULT (MONTPELLIER)

1 Série D, Archives Civiles, *Société royale des sciences de Montpellier* :

Nous ne mentionnons ici que les pièces relatives aux longitudes et à la Chaire d'Hydrographie de Montpellier. Nous avons localisé de nombreuses pièces relatives aux échanges respectifs de Clairaut et du P. Pezenas avec la Soc. Roy. des Sci. de Montpellier, des mentions de Lalande, Messier etc..

- D. 42, Chaire de mathématiques et d'hydrographie de Montpellier.
- D. 117, 118, 119, 120, 121 « Registres des procès-verbaux des séances de la Soc. Roy. des Sci. de Montpellier »
- D. 128, « Recueil d'observations faites à Montpellier...1730-1793 » : fol. 14-17, « Mémoire sur une nouvelle manière de déterminer les longitudes etc. par M^r. Danizy » ; fol. 209-214, « Mouvement horaire de la Lune » (1788)
- D. 129, « Recueil d'observations faites à Montpellier...1730-1773 » : fol. 72 et 74-80, « Observations correspondantes à celles de M. de la Caille faites à l'Observatoire de Montpellier pendant l'année 1751 ».
- D.130, « Recueil d'observations faites à Montpellier...1775-1793 »
fol. 185-186, « Manière de corriger l'horloge par les hauteurs correspondantes » (v. 1740).
- D. 189, « Chaire de mathématiques et d'hydrographie de Montpellier ».
- D. 191, « Chaire de mathématiques et d'hydrographie de Montpellier ».
- D. 199, Papiers concernant les membres ordinaires, associés et les correspondants de la Soc. Roy. des Sci. de Montpellier.
- D. 200, fol. 24-26, « Eloges d'Augustin Danizy »
- D. 203, 204, 205 : Correspondance du Secrétaire de la Soc. Roy. des Sci. de Montpellier (essentiellement De Ratte) avec divers savants du XVIII^e siècle.
- D. 222, (n.p.), « Chaire de mathématiques et d'hydrographie de Montpellier » : nomination de Danizy à la Chaire de Mathématiques et d'Hydrographie de Montpellier le 29 mars 1764.

2.7. FONDS DIVERS

2.7.1 Service Historique de la Marine à Toulon

- série 1 A¹ : *Réponses de l'Intendant de la Marine aux lettres de la Cour* : correspondance entre l'intendant de la Marine au port de Toulon et le ministre de la Marine. Dépouillement partiel concernant principalement les activités du P. Pezenas et le mouvement des maîtres d'hydrographie au Port de Toulon.

- Ouvrages imprimés du P. Pezenas :

Cours complet d'Optique de Smith, Avignon, Girard, Seguin, Aubert (2 vols. in-4°), 1767 [INV 3571-3572].

Histoire Critique de la découverte des longitudes, Avignon, A. Offray (in-8°), 1775 [INV 879].

2.7.2 Archives Départementales des Bouches-du-Rhône (Marseille)

Archives de l'Observatoire de Marseille : *Papiers et Correspondance de l'Observatoire de Marseille* [132 J] : Papiers du P. Pezenas, 132 J, 213. Ces archives sont actuellement retournées au Musée de l'Observatoire de Marseille.

2.7.3 Archives Départementales du Calvados (Caen)

- *Mémoires de l'Académie des Belles-Lettres de Caen* (1754-1757) . Sur le P. Chardin, professeur d'hydrographie à Nantes en 1756-1762.

- Série D, Archives Civiles. 2D. 1141: *Cours d'Hydrographie et de pilotage*, 72 ff., début XVIII^e siècle. C'est le cours du P. Mahoudeau, jésuite (1706).

2.7.4 Correspondances diverses

1 Bibliothèque Municipale de Lyon I

Ms 1516, Correspondance du P. Laurent Béraud avec le P. Pezenas. Six lettres échangées entre 1769 et 1772 (certaines traitant des méthodes du P. Pezenas sur les longitudes en mer).

1 Archives de l'Académie des Sciences de Russie à Saint-Pétersbourg⁶

Lettres inédites de Clairaut, Grischow conservées dans ces archives; concernant les prix remportés par Clairaut en 1751 avec la *Théorie de la Lune* et en 1761 avec les *Nouvelles recherches sur la comète [...]*

- une lettre de Golbach à Razumovskij (28 mars 1751).

- deux lettres entre Clairaut et Grischow (2 janv. 1751[2] et sept. 1755). Publiées en annexe dans cette thèse.

- quatre lettres de Schumacher à Clairaut (1751-52).

- dix lettres de Müller à Clairaut (1754-1764).

- Tables de la Lune manuscrites de Clairaut [AAN, f.1, op.77, n°6].

Je tiens à remercier vivement Mme Patricia Radelet-de-Grave pour m'avoir procuré une copie des lettres échangées entre Clairaut et Daniel Bernoulli [Archives Bernoulli à Bâle, Univ. Library, LIa. 684].

⁶. Nous renouvelons nos remerciements à M^{me} Radelet-de-Grave et à Mr. le Professeur Gleb Mikhailov pour nous avoir permis d'accéder à ces archives.

BIBLIOGRAPHIE GÉNÉRALE
III - SOURCES SECONDAIRES (POST-XVIII^e SIÈCLE)

PLAN

1. BIOGRAPHIES ET BIBLIOGRAPHIES GÉNÉRALES.

**2. CLASSEMENT PAR ORDRE ALPHABÉTIQUE DE NOM D'AUTEUR :
 ASTRONOMIE, SCIENCES ET NAVIGATION ASTRONOMIQUE.**

**3. INSTRUMENTS SCIENTIFIQUES, HISTOIRE DE LA MARINE ET DE
 L'INSTRUCTION DES MARINS (OUVRAGES GÉNÉRAUX).**

Les références sont suivies de notes et de remarques constituant un essai de bibliographie critique.

**1. BIOGRAPHIES, BIBLIOGRAPHIES GÉNÉRALES, DICTIONNAIRES,
 MÉTHODOLOGIE**

ACADÉMIE DES SCIENCES

- [1910-1922] *Procès-Verbaux des séances de l'Académie des sciences tenues depuis la fondation de l'Institut jusqu'au mois d'août 1835 [...] par MM. les secrétaires perpétuels*, Hendaye, Imprimerie de l'Observatoire d'Abbadia, 10 volumes :

I (1910), 1795-1799; II (1912), 1800-1804; III (1913), 1805-1807; IV (1913), 1808-1811; V (1914), 1812-1815; VI (1915) 1816-1819; VII (1916), 1820-1823; VIII (1918), 1824-1827; IX (1918), 1828-1831, X (1922), 1832-1835.

- [1954] *Index biographique des membres et correspondants de l'Académie des Sciences, du 22 décembre 1666 au 15 novembre 1954*, Paris, Gauthier-Villars. [Obs de Paris, Usuels].

- [1979] *Index biographique de l'Académie des Sciences, 1666-1978*, Paris, Gauthier-Villars. [A.A.S. et Obs de Paris, usuels].

- [1979] *Procès-Verbaux de l'Académie des Sciences de l'Institut de France (1795-1835). Tables générales alphabétiques*, Paris, Imprimerie Nationale.

- [1996] *Histoire et mémoire de l'Académie des sciences. Guide de recherches*, Paris, Tec&Doc Lavoisier.

CATALOGUES DIVERS

- [...] *Bibliothèque Nationale de France, Fonds français. Nouvelles Acquisitions*, Paris.
- [1900....] *Catalogue Général des Livres Imprimés de la Bibliothèque Nationale de France*, Paris, Imprimerie Nationale [Méd. Nantes, usuels].
- [189...] *Catalogue of Printed Books of the British Museum Library*, London, W. Clowes and Sons [BU Sci., Nantes, usuels].
- Catalogues Généraux des Manuscrits des Bibliothèques Publiques de France.
- [1859-1874; 1897; 1912] *Catalogue méthodique de la Bibliothèque Publique de la Ville de Nantes, par Emile Péhant*, Nantes, Impr. V. Forest et E. Grimaud, 6 vols. Suppléments : vol. VII par Pierre Morin (1897), Nantes, Grimaud; vol. VIII, par Marcel Giraud-Mangin (1912), Nantes, Impr. Ouvrière.
- [1925] *Répertoire Numérique des Archives Départementales de l'Hérault. Période antérieure à 1790*. Archives Civiles, Série D : Instruction Publique, Sciences et Arts, par Jos. Berthélé, Montpellier, Lauriol. « Fonds de la Société Royale des Sciences de Montpellier », pp. 35-39.
- [1993] *De Copernic à Flammarion. L'Astronomie dans les collections des bibliothèques brestoises*, Brest, Service Historique de la Marine (Mois du Patrimoine écrit, 20 sept.-17 oct. 1993). [BU Sci., Nantes usuels].

CLASSEMENT PAR AUTEUR

- [1994] *Inventeurs et Scientifiques. Dictionnaire de biographies*, Paris, Larousse.

BLÉCHET, FRANCOISE,

- [1991] « Notice sur la Connaissance des Temps » in Sgard, J. (Dir.), *Dictionnaire des Journaux. 1600-1789*. Tome 1 (A-I), pp. 241-242, Paris, Universitas.

BOUTERON, M., TREMBLOT, J.,

- [1928] *Bibliothèque de L'institut*, Paris.

BOYER, P., MENIER, M.-A., TAILLEMITE, E.,

- [1980] *Les Archives Nationales. Etat Général des fonds. Tome III. Marine et Outre-Mer*, Paris, Archives Nationales.

BRIAN, ERIC, DEMEULEANERE-DOUYÈRE, CHRISTIANE,

- [1996] *Histoire et mémoire de l'Académie des sciences*, Paris, Tec&Doc-Lavoisier.

CHESNAYE-DESBOIS (DE LA), BADIÉ,

- [1872] *Dictionnaire de la Noblesse etc*, 3^{ème} édition, Paris, Schlesinger Frères. [Nantes, usuels].

CHOUILLET, ANNE-MARIE,

- [1991a] « Notice sur les *Ephémérides des mouvemens célestes* », in Sgard, J., (dir.), t. I, pp. 352-353.
- [1991b] « Notice sur l'*Etat du ciel* », in Sgard, J. (dir.), t.I, pp. 383-384.

CONLON, PIERRE (DE),

- [1983-2000...] *Le siècle des Lumières. Bibliographie Chronologique*, Genève, Droz, 18 vols.

DELANDINE, A.F.,

[1812] *Catalogue des Manuscrits de la Bibliothèque de Lyon*, 3 vols., Lyon. (Rubrique Sciences et Arts, T. II)

DELSALLE, PAUL,

- [1996a] *Lexique des Archives et Documents historiques*, Paris, Nathan Université, Coll. 128 pages.

- [1996b] *Vocabulaire historique de la France Moderne, XVI^e-XVII^e-XVIII^e siècles*, Paris, Nathan Université, Coll. 128 pages.

GILLISPIE, C. (DIR.),

[1970-1980] *Dictionary of Scientific Biography*, New-York, Scribner's ed., 18 vols.

GIRAUD-MANGIN, MARCEL,

[1912] *Catalogue méthodique de la Bibliothèque Publique de la Ville de Nantes*, 8 vols., Nantes [BU Sciences, Nantes].

GRAND-CARTERET, JOHN,

[1896] *Les Almanachs Français. Bibliographie - Iconographie [...] (1600-1895)*, Paris, J. Alisié et Cie. [BU Lettres, Usuels].

HAHN, ROGER,

[1984] *Anatomie d'une institution scientifique. L'Académie des Sciences de Paris, 1666-1803*, Paris, Ed. des Arch. Cont. (eac). Appendice I, « Notes bibliographiques, préparées en 1971 », pp. 455-464. Appendice II, « Données bibliographiques sur les académiciens », pp. 465-516. Appendice III, « Bibliographie », pp. 516-567. Appendice IV, « Bibliographie complémentaire depuis 1969 », pp. 569-573.

HENRAT, PHILIPPE,

[1990] *Innovations Techniques dans la marine, 1641-1817. Mémoires et Projets reçus par le département de la Marine (marine G 86 à 119)*, Paris, Archives Nationales. [Ouvrage précieux qui indexe les mss conservés dans cette vaste série G].

HOEFER, (DIR.)

- [1853-1866] *Nouvelle biographie générale depuis les temps les plus reculés jusqu'à nos jours. Avec les renseignements bibliographiques et l'indication des sources à consulter*, Paris, Firmin Didot Frères, fils et Cie (46 vols.) [SHM V et SHM Brest, usuels].

- [1873] *Histoire de l'Astronomie depuis ses origines jusqu'à nos jours*, Paris, Librairie Hachette et Cie.

HOUZEAU, J.C.

- (1882] *Vade-Mecum de l'Astronomie*, Bruxelles, Hayez (coll. Annales de l'Obs. Roy. de Bruxelles) [Obs de Paris, Usuels].

- [1889] *Bibliographie Générale de l'Astronomie Jusqu'en 1880*, Bruxelles. Réédition par Lancaster, A., 1964, The Holland Press, Londres [Obs. de Paris, usuels].

ISNARD, A., HONORÉ, S.,

[1910-1960] *[Recueil des] Actes royaux jusqu'en 1789 [le 5 mai 1789]*, 7 vols., in Catalogue général des livres imprimés de la Bibliothèque Nationale de France, Paris, Imprimerie Nationale. [Nantes, usuels].

KERVILER, RENE,

[1978] *Répertoire général de bio-bibliographie Bretonne, Rennes (1889-94)*, Plihon et Hervé, 6 vols. Réédition, Mayenne, J. Floch. [P. Lévêque, J. Digard de Kerguette, P. Bouguer, S. Chardin].

KOHLER, CH.,

[1893] *Catalogue des manuscrits de la bibliothèque Sainte-Geneviève*, 3 vols., Paris.

[tomes I et II pour les manuscrits de Pingré regroupant des papiers et la correspondance, MS 531, 2332 et 2335].

LALANDE, J.J. LE FRANÇAIS DE,

[1803] *Bibliographie Astronomique, avec l'histoire de l'astronomie, depuis 1781 jusqu'à 1802*, Paris, Imprimerie de la république (an XI). [Nantes, 59.502*rouge].

LARDIT, MICHELLE,

[1997] *Les concours de l'Académie Royale des Sciences*, mémoire de Maîtrise d'Histoire non publié sous la direction de Daniel Roche, Univ. Paris I, Panthéon-Sorbonne. [A.A.S. usuels].

LE BRETON,

[1699-1803 env.] *Almanach royal. Année [...]. Présenté à sa Majesté pour la première fois en 1699. Mis en ordre par Le Breton, premier imprimeur ordinaire du roi*, Paris, Le Breton [AN, usuels].

LEGRAND, A., MAREC, FELIX (REU ET CORRIGE PAR BEAUCHESNE, G., ET LACROIX, J.-B.)

[1978] *Inventaire des archives de la Compagnie des Indes (sous-série 1P), Archives de l'arrondissement de Lorient*, Paris, imprimerie de la Marine.

LITTRÉ, PAUL-EMILE,

[1994] *Dictionnaire de la Langue Française*, Chicago, Encyclopedia Britannica Inc., 7 vols. (rééd. des éditions originales de 1866 et 1877, Paris).

MAINDRON, ERNEST,

- [1881] *Les fondations de prix à l'Académie des Sciences : les lauréats de l'Académie 1714-1880*, Paris, Gauthier-Villars [A.A.S., usuels]. Sur le Prix Rouillé de Meslay, pp. 13-22. (Sur le Prix du Régent, p. 23).

- [1888] *L'Académie des Sciences. Histoire de l'Académie – Fondation de l'Institut National – Bonaparte membre de l'Institut National*, Paris, Félix Alcan (Règlements et textes fondateurs.)

- [1895] *L'ancienne académie des sciences. Les académiciens 1666-1793*, Paris, éd. B. Tignol, 90 pp. [Nantes, 75.887]; [A.A.S., usuels]. (Maindron donne les dates de réception et non les dates d'élection. Quelques erreurs biographiques parsèment cet ouvrage).

MASCLET, ANDRE,

[1999] *Le petit dictionnaire des astronomes*, Vannes, Burillier éd. (Très utile mais quelques erreurs et imprécisions).

MAUREPAS (DE), ARNAUD, BOULANT, ANTOINE,

[1996] *Les ministres et les ministères du siècle des Lumières (1715-1789)*. Etude et dictionnaire. Paris, Christian/JAS éd.

MICHAUD, JEAN F. ET LOUIS G. (DIR.)

[1843-1860 env.] *Biographie Universelle (Michaud), Ancienne et Moderne*, Paris, A. Thoisnier, Desplaces ed., 45 vols. (réédition de l'édition parue entre 1811 et 1828). [Nantes, usuels] (A compléter avec d'autres sources, car il peut s'y trouver quelques erreurs).

MOUREAU, FRANÇOIS (DIR.),

[1995] *Dictionnaire des Lettres Françaises. Le XVIII^e siècle*, Paris, Coll. *Encyclopédies d'Aujourd'hui*, La Pochotèque, Le Livre de Poche.

POLAK, JEAN,

- [1976] *Bibliographie Maritime Française, depuis les temps les plus reculés jusqu'en 1914*, Grenoble, Ed. des Quatre Seigneurs. [Nantes, fonds local].

- [1983] *Supplément à la Bibliographie Maritime Française*, par Michele Polak, Grenoble, J.P. Debbare [Bib. pers. Michel Hamy].

PRÉVOST, M. ET AL.

[1933-200..] *Dictionnaire de Biographie Française*, Paris, Librairie Letouzey et Ané.

QUÉRARD, J.M. (DIR.)

[1827-1864] *La France Littéraire ou dictionnaire bibliographique des savants, historiens et gens de lettres de la France, ainsi que des littérateurs étrangers qui ont écrit en français, plus particulièrement pendant les XVIII^e et XIX^e siècles*, Paris, Firmin Didot ed., 12 vols. [Nantes, fonds local] (même remarques que pour Michaud).

ROZIER, L'ABBE FRANÇOIS,

[1775-1776] *Nouvelles Tables des articles contenus dans les volumes de l'Académie Royale des Sciences de Paris depuis 1666 jusqu'à 1770*, Paris. (4 volumes ; t.I A-D ; t.II E-L ; t.III M-S ; t.IV T-Z) [A.A.R.S., usuels].

RUSSO, FRANÇOIS,

[1954] *Éléments de bibliographie de l'Histoire des Sciences et des Techniques*, Paris, Hermann [BU Sci. Nantes].

SGARD, JEAN (DIR.)

[1991] *Dictionnaire des Journaux. 1600-1789*, Paris, Universitas [Nantes, fonds local]. Tome I (A-I). Tome II (J-Z). Notices : Bléchet, Françoise, I, pp. 241-242 : la *Connaissance des temps*. Chouillet, Anne-Marie, I, pp. 352-353 : *Ephémérides des mouvemens célestes*; pp. 383-384 : *Etat du Ciel (1706? - 1735?)*. Sgard, I, pp. 392-393 : *Étrennes nantaises*. Vitu, Jean-Pierre, II, pp. 645-654 : le *Journal des savants*.

SGARD, JEAN, WEIL, FRANÇOISE, GILOT, MICHEL,

[1976] *Dictionnaire des journalistes 1600-1789*, Grenoble, Presse de l'Université de Grenoble. [Nantes, usuels] (Bachaumont, Bignon, le P. Castel). Des notices sur P. Bouguer et A. Clairaut sont annoncées dans cette référence mais elles n'y figurent pas.

SOMMERVOGEL, P. CARLOS,

- [1865] *Table méthodique des Mémoires de Trévoux, 1701-1775*, 3 vols., (in-12°), Paris; A. Durand [Nantes, 72.979].

- [1960-1961] *Bibliothèque de la Compagnie de Jésus, Bibliographie* (12 vols.), Paris rééd., 12 vols. [Nantes, 89.864]. Détails : Tomes I à VIII (ordre alphabétique des noms d'auteur: I, A-B; II, B-D; III, D-G; IV, H-L; V, L-O; VI, O-R; VII, R-T; VIII, T-Z et suppl. A-C); tome IX (suppl. D-Z; anonymes; Index géographique); tome X (index et tables de la 1ère partie); tome XI (Histoire de la Compagnie et Index alphabétique); tome XII (Index des suppléments). PEZENAS, t. VI, 647-651; MAIRE, Chr., t. V, 364-365; CHARDIN, t. II, 1071-1072; LAGRANGE, t. IV, 1376; MARSEILLE, t. XI, 877.

TAILLEMITE, ETIENNE,

[2002] *Dictionnaire des marins français*, Paris, Taillandier.

TUILIER, ANDRE (DIR.),

[1994] *Histoire de l'Université de Paris et de la Sorbonne*, Paris, Nouvelle Librairie de France, G.-V. Labat, 2 vols. Notamment le second tome, « De Louis XIV à la crise de 1968 ».

VIGUERIE, JEAN DE,

[1995] *Histoire et Dictionnaire du temps des Lumières 1715-1789*, Paris, Robert Laffont, Coll. « Bouquins ».

VITU, JEAN-PIERRE,

[1991] « Notice sur le *Journal des savants* », in Sgard, J. (dir.), t. II, pp. 645-654.

2. CLASSEMENT PAR NOM D'AUTEUR : MONOGRAPHIES, ASTRONOMIE, SCIENCES ET NAVIGATION ASTRONOMIQUE.**ANONYMES ET OUVRAGES COLLECTIFS**

[1992] *Explanatory supplement to the Astronomical Almanach. A revision to the Explanatory supplement to the Astronomical Ephemeris and the American Ephemeris and Nautical Almanac*, Ed. by Kenneth Seidelmann, Sausalito, California, University Science Book.

Chap. 13, « Historical information », pp. 609-665; abondante bibliographie historique, pp. 657-665. Chap. 14, « Related publications », pp. 685-688 à propos des mémoires publiés dans le *Nautical Almanac* anglais au XVIII^e siècle. Rien sur la *Connaissance des Temps*.

[1994] *Maupertuis et le développement des sciences au XVIII^e siècle*, Coll. Documents pour l'Histoire de Saint-Malo, dossier n°5, Saint-Malo, Archives Municipales de la ville de Saint-Malo.

[1997] *Introduction aux éphémérides astronomiques. Supplément explicatif à la Connaissance des temps*, Paris, Bureau des Longitudes/Les Editions de Physique.

Chap. 8, « Mouvement des corps du système solaire. 2. La Lune », pp. 235-255. Bibliographie, pp. 340-352. Recoupe la bibliographie citée dans la référence précédente.

[1899...1998...] *Almanach du Marin Breton*, Brest, l'Œuvre du Marin Breton éd. (Voir la partie « Navigation Astronomique », 1998, pp. 137-158).

[1999] *Contribution à une approche historique de l'enseignement des mathématiques*. I.R.E.M., Actes de la 7^e Université d'été interdisciplinaire sur l'histoire de mathématiques, Université de Nantes, 12-17 juillet 1997, I.R.E.M. des Pays de la Loire. (abrégé en C.H.E.M.).

AITON, E.J.

[1988] « The solution of the inverse-problem of central forces in Newton's Principia », A.I.H.S., vol. 38, fasc. 121, pp. 271-276.

ALBERTAN, CHRISTIAN.

[2002] « Les jésuites et le *Dictionnaire de Trévoux* » in *Sciences, Musiques, Lumières. Mélanges offerts à Anne-Marie Chouillet*, Kølving, U. et Passeron I. (Dir.), Ferney-Voltaire, Centre International d'étude du XVIII^e siècle, pp. 489-501.

ANDREWES, WILLIAM J.H.

- [1996a] *The Quest for Longitude*, (Proceedings of the Longitude Symposium Harv. Univ., 4-6 nov. 1993), Harvard University, Cambridge Univ. Press.

- [1996b] « Finding Local Time at Sea, and the instruments employed », in *The Quest For Longitude*, Andrewes (dir.), Harv. Univ., Cambridge, Mass, pp. 394-404.

ANDREWES, W., MURSCHEL, A.

[1996] « Translations of the Earliest Documents Describing the Principal Methods Used to Find Longitude at Sea », in *The Quest For Longitude*, Andrewes (dir.), Harv. Univ., Cambridge, Mass., pp. 375-392. (Traductions anglaises des méthodes de détermination de la Longitude proposées par Johann Werner, 1514, dont la méthode des distances lunaires, p. 385 ; Gemma Frisius, 1533, pour la méthode du transport des horloges, pp. 386-392).

AOKI, SHINKO.

[1992] « The moon-test in Newton's Principia : Accuracy of Inverse-Square Law of Universal Gravitation », A.H.E.S., vol. 44/2, pp. 147-190.

AOUST, L'ABBE B.

- [1870] « Etude sur le père Pézenas, astronome marseillais », in *Mémoires des l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Marseille*, Marseille, vol. 20, série 2, pp. 1-15.

- [1870-71] « Etude sur la vie et les travaux de Saint-Jacques de Silvabelle, astronome marseillais », in *Mémoires de l'Académie des Sciences, Belles-lettres et Arts de Marseille pour 1870-1871*, Marseille, pp; 35-64. (l'abbé Aoust ne cite pas ses sources).

ARAGO, FRANCOIS.

- [S.D.] *Œuvres complètes, 2^{de} édition. Notices biographiques, tome III*, Paris, Legrand, Pomey et Crouzet. (Notamment : « De l'utilité des pensions accordées aux savants, aux littérateurs, aux artistes », pp. 611-624 ; l'abbé Picard, pp. 313-315 ; Halley, pp. 365-369 ; Bradley, pp. 369-372 ; Dollond, pp. 372-375 ; Lacaille, pp. 375-381 ; Delambre, « Discours funéraire », pp. 569-571).

- [1838] « Notice sur le Tonnerre », in *Annuaire pour l'an 1838 présenté au Roi par le Bureau des Longitudes*, (Paris, Bachelier), pp. 255-614. (Dérangement des montres marines sous l'effet des coups de foudre, pp. 345 et suiv.) [Nantes, 19.417].

- [1840] « Rapport fait à l'Académie sur les travaux scientifiques exécutés pendant le voyage de la frégate la Vénus commandée par M. le Capitaine de Vaisseau Du-Petit-Thouars », in *Annuaire du Bureau des Longitudes pour l'an 1840*, (Paris, Bachelier), pp. 255-348 (considérations sur le

dérangement des montres marines et la nécessité pour les marins de connaître l'astronomie) [Nantes, 19.417].

ARAGO, (CAP^E DE VAISSEAU),

[1902] « Essai d'une méthode de calcul commune aux distances lunaires et aux occultations », extrait des *Annales hydrographiques* pour l'année 1902, Paris, Imprimerie Nationale, 122 pp. [BN - Gallica, Document numérisé; BN 13² 164. (ce document est attribué par erreur à François Arago dans les catalogues de la BNF)].

ARMITAGE, ANGUS,

- [1953] « The Pilgrimage of Pingré. An astronomer-monk of Eighteenth-Century France », *Ann. Sci.*, vol. 9, n°1, pp. 47-63 (La notice biographique de référence sur Pingré).

- [1954] « Chappe d'Auteroche : a pathfinder for astronomy », *Ann. Sci.*, vol. 10, n°4, pp. 277-293 (Est aussi la référence biographique sur Chappe d'Auteroche).

- [1956] « The Astronomical Work of N.-L. Lacaille », *Ann. Sci.*, vol. 12, pp. 163-191 (Cet article complète admirablement la biographie de Lacaille par D.S. Evans).

ASHBROOK, JOSEPH,

[1984] *The astronomical scrapbook. Skywatchers, Pioneers and seekers in Astronomy*, Sky Publ. Corp. and Cambridge University Press ed : « Edmund Halley at St Helena », pp. 213-218; « Father Hell's reputation », pp. 218-221.

BADINTER, ELISABETH,

- [1983] *Emilie, Emilie. L'ambition féminine au XVIII^e siècle*, Paris, Flammarion (Voir pp. 348-352 sur la traduction de Newton par la marquise du Châtelet).

- [1999] *Les passions intellectuelles. I - Désirs de gloire (1735-1751)*, Paris, Fayard (Très précieux pour le contexte académique et le décor social. Très nombreuses références bio et bibliographiques).

- [2002] *Les passions intellectuelles. II – Exigence de dignité (1751-1762)*, Paris, Fayard

BAKOULINE, P., KONONOVITCH, E., MOROZ, V.,

[1981] *Astronomie générale*, 3^{ème} édition, Moscou, Editions MIR.

BALLAND, ANDRE

[1994] *La Terre mandarine. Journal d'un voyage au Nord pour déterminer la figure de la Terre*, par M. L'abbé Réginald Outhier, Paris, ed. Seuil.

BARTHALOT, RAYMONDE,

- [1980] « The story of Paris Observatory », *S&T*, february 1980, vol. 59, 2, pp. 100-107.

- [1989] « Astronomy in the french revolution », *S&T*, july 1989, pp. 21-23. **BEESON, DAVID,**

[1992] *Maupertuis : an intellectual biography*, The Voltaire foundation, Taylor Institution, Oxford (Précieux pour une analyse des ouvrages de Maupertuis; abondante bibliographie et localisation des sources manuscrites).

BELHOSTE, BRUNO,

[1997] « Les arts utiles et leur enseignement », in Chouillet et Crépel (Dir.), *Condorcet*, pp. 121-135.

BELLECC, FRANÇOIS (AMIRAL),

- [1992] « Fleurieu et la résolution du problème de la longitude », in *Commission Française d'Histoire Maritime*, Colloque 1989, Paris : *Fleurieu et la Marine de son temps*, pp. 25-29.
- [1995] « L'irritant problème de la longitude », in *La Revue (CNAM, Paris)*, n°13, décembre 1995, pp. 17-22. (Cet article insiste sur les horloges marines).
- [2000] « Borda et la navigation scientifique, le rendez-vous avec la Lune », in *Bi-Centenaire de la mort du Chevalier de Borda (avril 1999)*, in *Bulletin de la Société de Borda*, n°456, 1^{er} trimestre 2000, Dax, pp. 5-30.

BENNET, JIM,

- [2002] « The travels and trials of Mr Harrison's timekeeper », in *Instruments, Travel and Science. Itineraries of precision from the seventeenth to the twentieth century*, Edited by Marie-Noëlle Bourguet, Christian Licoppe and H. Otto Sibum, London and New York, Routledge, pp. 75-95 (Précieux examen critique du sens de l'expression "discovery of longitudes" et de la contribution « réelle » de John Harrison aux progrès de l'astronomie nautique britannique).

BERNAL, J.-D.,

- [1956] « Les rapports scientifiques entre la Grande-Bretagne et la France au XVIII^e siècle », R.H.S.A., IX/4, pp. 288-300.

BERTRAND, JOSEPH,

- [1889] *D'Alembert*, Coll. « Les Grands écrivains Français », Paris, Hachette et Cie.

BIGOURDAN, CAMILLE-GUILLAUME,

- [1887] « Histoire des observatoires de l'école royale militaire (I) », *Bulletin astronomique*, t. IV, pp. 497-504.
- [1888] « Histoire des observatoires de l'école royale militaire (II) », *Bulletin astronomique*, t. V, pp. 30-40.
- [1895] « Inventaire général et sommaire des manuscrits de la bibliothèque de l'Observatoire de Paris », in *Annales de l'Observatoire de Paris*, Mémoires, XXI, fol.1-60.
- [1911] *L'Astronomie. Evolution des idées et des méthodes*, Flammarion, Paris.
- [1915a] « La correspondance inédite de l'astronome J.-N. Delisle », in *Comptes Rendus hebdomadaires de l'Académie des Sciences*, Paris, tome 161, séance du 26 juillet 1915, pp. 61-65.
- [1915b] « Les lettres de L. Euler dans la correspondance de J.-N. Delisle », in *Comptes Rendus hebdomadaires de l'Académie des Sciences*, Paris, tome 161, séance du 2 août 1915, pp. 81-87.
- [1918-1930] *Histoire de l'Astronomie et des observatoires en France*, 2 tomes, Gauthier-Villars, Paris.
- [1919] « Les travaux de Lalande et de ses élèves au Collège Mazarin », in *Comptes Rendus hebdomadaires de l'Académie des Sciences*, Paris, juil.-déc. 1919, pp. 1361-1365.
- [1922] *Sur l'Histoire de l'Astronomie à Marseille*, Mémoire Hors volume, Congrès Ass. Fr. Avanc. Sci. (A.F.A.S.) de Montpellier, Paris.
- [1923] *L'observatoire de Sainte-Croix à Marseille, de l'origine à la suppression des Jésuites en 1762*, Mémoire Hors volume, Congrès Ass. Fr. Avanc. Sci. (A.F.A.S.) de Bordeaux, Paris.
- [1926] « L'astronomie à Béziers : l'Observatoire. La querelle Cassini-Lalande », in *Comptes-rendus du Congrès des Sociétés savantes*, 1926, pp. 26-42.

- [1928-1933] « Le Bureau des Longitudes : son histoire et ses travaux de l'origine (1795) à ce jour », in *Annuaire du Bureau des Longitudes*, Paris : (1928) A1-A72, (1929) C1-C92, (1930) A1-A110, (1931) A1-A145, (1932) A1-A117, (1933) A1-A91.

- [1930] « Lettres inédites d'Euler à Clairaut, tirées des Archives de l'Académie des Sciences etc. », C.R.C.S.S. de Lille (1928), Paris, pp. 26-40.

BIREMBAUT, ARTHUR,

[1957] « L'Académie Royale des Sciences en 1780 vue par l'astronome suédois Lexell (1740-1784) », R.H.S.A., 10, pp. 148-166.

BIRN, RAYMOND,

[1965] « *Le Journal des Savants* sous l'Ancien Régime », JDS, janvier-mars 1965, pp. 15-35.

BOBROVNIKOFF, NICHOLAS T.,

[1984] *Astronomy before the telescope. Vol I : the Earth-Moon system.* eds, Roger B. Culver, David D. Meisel. Tucson, Arizona. Volume 1 of the Pachart History of Astronomy Series.

BOILLOT, A.,

[1864] *L'astronomie au XIX^e siècle. Tableau des progrès de cette science depuis l'antiquité jusqu'à nos jours*, Didier et Cie, Libraires-éditeurs, Paris.

BOISTEL, GUY,

- [1995] *Alexis-Claude Clairaut (1713-1765). Histoire des controverses autour d'une œuvre scientifique : le problème des trois corps et la Théorie du mouvement des comètes (1760)*, mémoire non publié en vue de l'obtention du D.E.A. d'Histoire des Sciences et des Techniques, Faculté des Sciences et des Techniques, Université de Nantes.

- [1996] *A propos de l'œuvre astronomique de Clairaut. Quelques compléments et commentaires - I*, Cahiers Clairaut 73, pp. 25-29. C.L.E.A., Obs. de Paris-Meudon.

- [1999] « Le problème des « longitudes à la mer » dans les principaux textes d'astronomie nautique en France autour du XVIII^e siècle », in Actes du colloque « Eprouver la Science : le premier XVIII^e siècle », (tricentenaire de la naissance de Pierre Bouguer), Nantes-Le Croisic, 6-7 juin 1998, *Sciences et Technique en Perspective*, II^e série, vol. 3, fasc. 2, pp. 253-284.

- [2001] Notice Biographique d'Ernest Laugier (1812-1872), *Dictionnaire de Biographie Française*, Paris, Ed. Letouzey et Ané (Astronome à l'Observatoire de Paris, membre du Bureau des Longitudes, examinateur pour la Marine, forme des calculateurs pour la Connaissance des Temps).

- [2001] « Documents inédits des pères jésuites R. J. Boscovich et Esprit Pezenas sur les longitudes en mer », R.H.S., vol. 54/3, pp. 383-397.

- [2002] « Les longitudes en mer au XVIII^e siècle sous le regard critique du père Esprit Pezenas », in Vincent J. (Dir.), *Le Calcul des Longitudes [...]*, Rennes, Presses Universitaires de Rennes (Actes du Colloque « Longitudes », Brest, 4-5-6 mai 2000), pp. 101-121.

- [2003 ?] Notices biographiques de Pierre-Charles Le Monnier (1715-1799), de Nicole-Reine Lepaute (1723-1788), à paraître dans le *Dictionnaire de Biographies Françaises*, Paris, Ed. Letouzey et Ané.

BOQUET, FELIX,

- [1913] « Le bicentenaire de Lacaille », in *L'Astronomie*, vol. 27, novembre 1913, pp. 457-473.

- [1925] *Histoire de l'astronomie*, Paris, Payot (De nombreuses notices biographiques toujours utiles).

BRET, PATRICE,

[1994] *La pratique révolutionnaire du progrès technique : de l'institution de la recherche militaire en France (1775-1825)*, thèse de doctorat de l'Université Paris I, Panthéon-Sorbonne (dir. Michel Vovelle). Vol. I : L'apogée du système classique : la rationalisation au temps de l'encyclopédie (1763-1792), pp. 34-44.

BRETAGNON, P., SIMON, J.L., LASKAR, J.,

[1986] « Presentation of new solar and planetary Tables of interest for historical calculations », J.H.A., 17, pp. 39-50.

BROSSARD, J.,

[1895] « Quelques lettres inédites de Lalande », *Annales de la Société d'émulation d'agriculture, lettres et arts de l'Ain*, pp. 66-86. (13 lettres de Lalande entre 1772 et 1798).

BREWSTER, DAVID,

[1831] *The Life of Sir Isaac Newton*, London, J. Murray, pp. 254-258; 308-310.

BRUNET, PIERRE,

- [1929] *Maupertuis : l'Œuvre et sa place dans la pensée scientifique et philosophie du XVIII^e siècle*, A. Blanchard, Paris (Astronomie nautique et longitudes, pp. 167-206).

- [1931] *L'introduction des théories de Newton au XVIII^e siècle, avant 1738*, Genève, Slatkine Reprints, 1970.

- [1934] « L'astronomie physique de 1687 à 1759 », *Thalès*, vol. 1, pp. 48-52.

- [1952] *La vie et l'œuvre de Clairaut*, Paris, P.U.F. (L'unique biographie existante, inachevée, d'Alexis Clairaut.)

BROCKLISS, L.W.B.,

[1987] *French higher education in the seventeenth and eighteenth centuries : a cultural history*, Clarendon Press, Oxford.

BUCHWALD, JED Z., COHEN, BERNARD I.,

[2001] *Isaac Newton's Natural Philosophy*, Cambridge, Massachusetts, and London, the MIT Press (En particulier les articles de Curtis Wilson et de Michael Nauenberg sur la théorie newtonienne des mouvements de la Lune, cf. *infra*).

BUREAU DES LONGITUDES (B.D.L.)

- [1989] *Le calendrier républicain. De sa création à sa disparition, suivi d'une concordance avec le calendrier grégorien*, Paris, Ed. du Bureau des Longitudes.

- [1997] *Introduction aux éphémérides astronomiques. Supplément explicatif à la Connaissance des Temps*, Paris, Les Editions de Physique. Publié sous la direction de J.-L. Simon, M. Chapront-Touzé, B. Morando, W. Thuillot.

CALLOT, EMILE,

[1964] *Maupertuis, le savant et le philosophe. Présentation et extraits*, M. Rivière et Cie, Paris.

CAMUS, G., DE DIVONNE, P., GOTTELAND, A., TAILLIEZ, B.,

[1990] « Les méridiennes de l'Eglise Saint-Sulpice à Paris », in *L'Astronomie*, mai 1990, pp. 195-214.

CANAL, SEVERIN,

[1946] *La compagnie de Jésus au Diocèse de Nantes sous l'ancien régime (1663-1762)*, Nantes, Ed. Aux portes du Large. En particulier, le chapitre VI : « Le cours royal d'hydrographie », pp. 103-113.

CAJORI, FLORIAN

[1934] *Sir Isaac's Newton's Mathematical Principles of natural philosophy and his system of the World. Translated into English by Andrew Motte in 1729 [...] by Florian Cajori*, Berkeley, Los Angeles, London, Univ. of Calif. Press. Volume II, Book III, « The motion of the Moon's Nodes », pp. 464-477.

CASINI, PAOLO,

- [1975] « Maupertuis et Newton », in *Actes de la Journée Maupertuis*, (Créteil, 1er décembre 1973), J. Vrin éd., pp. 113-140.

- [1992] « Buffon et Newton », in *Buffon 88*, Actes du colloque international Paris-Montbard-Dijon (14-22 juin 1988), Jean GAYON (dir.), pp. 299-308, J. Vrin ed., Paris.

CHABOT, HUGUES,

[1999] *Enquête historique sur les savoirs scientifiques rejetés à l'aube du positivisme (1750-1835)*, Nantes, thèse de doctorat de l'Université de Nantes, non publiée, sous la direction du professeur Jacques Gapaillard, 2 vols.

CHANDLER, PHILIP,

- [1975a] « Clairaut's critique of newtonian attraction : some insights into his philosophy of science », *Ann. Sci.*, 32, n°4, pp. 369-378.

- [1975b] *Newton and Clairaut on the motion of the Lunar apse*, unpublished Ph. Dissertation, Univ. of California, San Diego.

- [1977] « The Principia's theory of the motion of the lunar apse », *Historia Mathematica*, vol. 4, n°4, pp. 405-410.

CHAPIN, SEYMOUR L.,

[1978] « Lalande and the longitude. A little known London Voyage of 1763 », *Notes and Records of the Royal Society*, vol. 32, pp. 165-180.

CHAPRONT-TOUZÉ, MICHELLE

- [1983] « The lunar ephemeris ELP 2000 », *Astron. & Astrophys.*, vol. 124, pp. 50-62.

- [1985] *Catalogue des manuscrits du Bureau des Longitudes. fasc. 1 : Delambre*, B.D.L., Paris.

- [1986] « Les manuscrits Delambre du Bureau des Longitudes », *J.H.A.*, vol. xvii, pp. 183-186.

- [2002] « La théorie de la Lune dans les années 1740 à travers les documents inédits et la correspondance », in *Sciences, Musiques, Lumières. Mélanges offerts à Anne-Marie Chouillet*, Kølving, U. et Passeron I. (Dir.), Ferney-Voltaire, Centre International d'étude du XVIII^e siècle, pp. 577-601 (à propos des discussions entre d'Alembert et Clairaut dans les années 1747-1749.)

- [2002] *Jean le Rond d'Alembert. Œuvres Complètes. Série 1, Vol. 6. Premiers textes de mécanique céleste (1747-1749)*, Paris, CNRS Editions et Comité d'Alembert. Voir en particulier l' « Introduction générale », vii-lxiii.

CHAPRONT-TOUZÉ, MICHELLE, CHAPRONT, JEAN,

- [1991] *Lunar tables and programs from 4000 B.C. to A.D. 8000*, Richmond, Virginia, Willmann-Bell, Inc.

- [1996] « La théorie du mouvement de la Lune », *L'Astronomie*, avril 1996, vol. 110, pp. 118-125.

CHOUILLET, A.-M., DE GANDT, F., PASSERON, I.,

[1998] « L'édition des œuvres complètes de d'Alembert (1717-1783) », *La gazette des mathématiciens*, n°77, janvier 1998, pp. 59-71.

CHOUILLET, A.-M., CRÉPEL, P.,

[1997] *Condorcet. Homme des Lumières et de la Révolution*, Actes du Colloque, Paris, 7-8 octobre 1994, Coll. « Theoria », Fontenay Saint-Cloud, ENS Editions. Voir en particulier, Belhoste, Bruno, « Les arts utiles et leur enseignement », pp. 121-135.

CHURCH, J.A.,

[1983] « Telescope design : Clairaut's forgotten legacy », *S&T*, september 1983, pp. 259-261.

COHEN, BERNARD I.,

- [1964] « Isaac Newton, Hans Sloane and the Académie Royale des Sciences », in *Mélanges A. Koyré I*, pp. 61-116, Hermann ed., Paris.

- [1968] « The French Translation of Isaac Newton's *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica* », *A.I.H.S.*, XXI^e année, n° 84-85, pp. 261-290.

CONNOR, ELIZABETH,

[1944] « Mme Lepaute, an eighteenth century computer », in *Leaflet* (Astronomical Society of the Pacific), November 1944, n° 189, pp. 1-8.

COOK, ALAN,

- [1988] *The motion of the Moon*, Adam Hilger ed., Bristol. (Comme Tisserand (1894), Cook donne la forme définitive analytique des théories de la Lune de Clairaut, de d'Alembert, sans faire de considérations numériques pourtant de première importance pour l'histoire de l'Astronomie)

- [1996] « Halley and the Saros », *Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society*, vol. 37, pp. 349-353.

- [1998] *Edmond Halley. Charting the Heavens and the Seas*, Oxford, Clarendon Press.

COSTABEL, PIERRE,

[1988] « L'Académie et ses secrétaires perpétuels : un aspect méconnu de l'histoire », in *La Vie des Sciences. Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences*, T. 5, sér. gén., n°2, pp. 153-168.

COSTE, ALAIN, CRÉPEL, PIERRE,

[1994] « Comment imaginer un mathématicien du XVIII^e siècle ? », *MATAPLI*, n°39 (juillet), pp. 43-49 (Notice biobibliographique sur l'abbé BOSSUT).

COTTER, CHARLES H.

- [1968] *A history of Nautical Astronomy*, London, Hollis & Carter (Une référence sur le sujet malgré une histoire trop anglo-saxonne des longitudes.)
- [1976] « The development of Nautical Astronomical Inspection Tables in the period from 1770 to 1919 », *Vis. Astr.*, vol. 20, pp. 245-247.

COUDERC, PAUL,

- [1946] *Le Calendrier*, Paris, PUF, coll. « Que Sais-Je ? », n° 203, (6^{ème} éd., nov. 1986).
- [1968] « Histoire de l'Observatoire de Paris », in *L'Astronomie*, avril 1968, pp. 149-168.

CRÉPEL, PIERRE,

- [2002] « Quelques voyages d'Italiens réussis ou six encyclopédistes réunis par leurs correspondances », in *Sciences, Musiques, Lumières. Mélanges offerts à Anne-Marie Chouillet*, Kølving, U. et Passeron I. (Dir.), Ferney-Voltaire, Centre International d'étude du XVIII^e siècle, pp. 127-143.

DANJON, ANDRE,

- [1962] « Deuxième centenaire de la mort de la Caille et rétablissement de son monument à Rumigny le 30 juin 1962. Allocution de M. André Danjon », in *L'Astronomie*, août-septembre 1962, pp. 239-246.
- [1963] « Jean-Dominique Cassini et les débuts de l'astrophysique », in *L'Astronomie*, janvier 1963, pp. 4-16.
- [1994] *Astronomie générale, 2^{nde} édition, revue et corrigée* (1980), réed. A. Blanchard ed., Paris.

DAINVILLE (DE), FRANÇOIS,

- [1940] *Géographie des Humanistes*, Paris, Beauchesne et fils. « La création des chaires royales d'hydrographie », pp. 434-444; « Le problème des longitudes », pp. 445-449 et 461-469.
- [1954a] « L'enseignement des mathématiques dans les collèges jésuites de France du XVI^e au XVIII^e siècle (I) », R.H.S.A., VII/1, pp. 6-21
- [1954b] « L'enseignement des mathématiques dans les collèges jésuites de France du XVI^e au XVIII^e siècle (II) », R.H.S.A., VII/2, pp. 109-123.
- [1956] « L'instruction des Gardes de la Marine à Brest en 1692 », R.H.S.A., IX/4, 323-338.
- [1978] *L'Education des jésuites XVI^e-XVIII^e siècles*, Paris, coll. le sens commun, Les éditions de minuit; pp. 311-472 sur l'enseignement des sciences chez les Jésuites en particulier.

DÉBARBAT, S., GRILLOT, S., LÉVY, J.,

- [1984] *L'Observatoire de Paris, son histoire 1667-1963*, Paris, Publications de l'Observatoire de Paris.

DÉBARBAT, SUZANNE,

- [1986] « Newton, Halley et l'Observatoire de Paris », R.H.S., 39, pp. 127-154.

DÉBARBAT, S., GRILLOT, S.,

- [1976] « Le tricentenaire du Royal Greenwich Observatory », in *L'Astronomie*, octobre 1976, pp. 415-434.

DE GANDT, FRANÇOIS,

[1986] « Le style mathématique des *Principia* de Newton », R.H.S., 39, pp. 195-222.

DE GANDT, F., VILAIN, C., PFEIFFER, J.,

[1989] *La gravitation newtonienne : physique et mécanique de Newton à Euler*, 2 fasc., Actes des journées d'Histoire et d'Epistémologie, 22-23 juin 1989, Observatoire de Paris-Meudon, Centre A.Koyré, Université Paris VII.

DELATTRE, PIERRE,

[1939-1956] *Les établissements des jésuites en France depuis quatre siècles*, Enghien, Belgique, Meester Frères. (Notamment Avignon, Marseille, Brest, pour les chaires d'hydrographie jésuites et les éléments biographiques de nombreux professeurs d'hydrographie et de mathématiques dispersés dans les nombreux volumes) [BS Histoire des Sciences, Centre F. Viète, Nantes].

DELORME, S.,

- [1950] « Une famille de grands commis de l'Etat amis des Sciences, au XVIII^e siècle : Les Trudaine », R.H.S., III, n°2, pp. 101-109.

- [1951] « L'Académie Royale des Sciences : ses correspondants en Suisse », R.H.S., IV, n°2, pp. 159-170. (Éléments biographiques de Le Sage et Mallet-Favre).

DÉRÉ, ANNE-CLAIRE,

[1994] « Où les chimistes publiaient-ils de 1700 à 1789 ? », in *Regards sur la science : le journal scientifique*, S.T.P., Vol. 28, pp. 2-23, Nantes.

DESPOIX, PHILIPPE,

[2000] « Mesure du monde et représentation européenne au XVIII^e siècle : Le programme britannique de détermination de la longitude en mer », R.H.S., 53/2, pp. 205-233.

DHOMBRES, JEAN,

- [1983] « De quelques attitudes de d'Alembert face à la science et à ses institutions », in *Jean d'Alembert savant et philosophe : Portrait à plusieurs voix*, pp.167-185, centre international de synthèse, ed. des arch. cont. (eac), Paris.

- [1985] « Quelques rencontres de Diderot avec les mathématiques », in *Actes du Colloque International Diderot (1713-1784)*, Paris-Sèvres-Reims-Langres, 4-11 juil. 1984, pp. 269-280, A.-M. Chouillet (dir.), Aux amateurs de Livres ed., Paris.

- [1990] (Dir.) *Un musée dans sa ville. Sciences, Industries et Société à Nantes et dans sa région XVIIe-XXe siècle*, Nantes, Ouest Editions. Voir les Chapitre II, « L'enseignement et la popularité des sciences à Nantes au XVIII^e siècle », pp. 69-79 pour l'enseignement de l'hydrographie à Nantes (Lamandé, P., 1990); Chapitre III, « L'impact de la révolution sur les sciences », pp. 113-123.

- [1991] « La navigation aérienne en Bretagne : le rôle de Pierre Lévêque (1746-1814) » in J. Dhombres (dir.), *La Bretagne des savants et des ingénieurs. 1750-1825*, Rennes, Ed. Ouest-France, pp. 267-273.

- [1999] « Mettre la géométrie en crédit : découverte, signification et utilisation du métacentre inventé par Pierre Bouguer », S.T.&P., II^e série, vol. 3, fasc. 2, pp. 305-363. (Colloque « Eprouver la science. Le premier XVIII^e siècle », Nantes-Le Croisic, 6-7 juin 1998).

- [2001] « Pierre Bouguer : trop cru pour les Lumières », *Cahiers de Science & Vie*, n° 62, avril 2001, *Les savants maudits*, pp. 42-47 (Considérations sur les travaux de Bouguer sur les

mathématiques appliquées à la construction navale. La vision de savant « maudit » qu'à Jean Dhombres de Pierre Bouguer est fortement discutable).

DHOMBRES, JEAN ET NICOLE,

[1989] *Naissance d'un nouveau pouvoir : sciences et savants en France 1793-1824*, Paris, Editions Payot. Voir en particulier le chapitre IV, « Le progrès par la science : attitudes idéologiques, attitudes pratiques », pp. 243-344.

DHOMBRES, NICOLE,

[1988] *Les savants en révolution, 1789-1799*, Paris, La Cité des Sciences et de l'Industrie, Calmann-Lévy.

DHOMBRES, J., LAMANDÉ, P.,

[1990] « L'impact de la Révolution sur les sciences », in *Un musée dans sa ville*, J. Dhombres (dir.), chap. III, pp. 113-123.

DREYER, J.L.E.,

[1953] *A History of Astronomy from Thales to Kepler*, Revised with a Foreword by W.H. Stahl, Dover Publications, Inc., New York.

DREYER, J.L.E., TURNER, H.H.,

[1987] *History of the Royal Astronomical Society*, 2 vols., Blackwell Scientific.

DULIEU (DR.), LOUIS,

- [1958a] « Le mouvement scientifique montpelliérain au XVIII^e siècle », R.H.S.A., XI/3, pp. 227-249.

- [1958b] « La contribution montpelliéraine aux recueils de l'Académie Royale des Sciences », R.H.S.A., XI/3, pp. 250-262.

EVANS, DAVID S.,

[1992] *Lacaille : astronome, traveller. With a new translation of his Journal*, Tucson, Pachart Publishing House, vol. 9 of the Pachart History of astronomy series (L'actuelle biographie de référence de Lacaille, pourtant encore incomplète).

FAIDIT, JEAN-MICHEL,

- [1986] *L'observatoire de la Babotte. Des origines à nos jours*, Montpellier, Centre Culturel de l'Astronomie.

- [1991?] *Les « amateurs de sciences » d'une province et le ciel autour du XVIII^e siècle : Astronomie et astronomes en Languedoc*, Montpellier, Thèse de Doctorat en Histoire moderne, Université Montpellier III (Paul Valéry) (3 tomes). (Thèse très documentée et très riche pour qui se donne la peine de la parcourir).

- [1994] « The observatories of Languedoc », J.H.A., vol. xxv, n°3, 199-206.

FATOOHI, L.J., STEPHENSON, F.R.,

[1996] « Accuracy of Lunar Eclipse Observations made by Jesuit astronomers in China », J.H.A., vol. xxvii, n°1, pp. 61-67.

FAUCHON, PIERRE,

[1989] *L'Abbé Grégoire. Le prêtre citoyen*, Tours, Editions de la Nouvelle-République du Centre-Ouest

FAUQUE, DANIELLE,

- [1983] *Naissance et évolutions de l'héliomètre, 1748-1824*, Paris, Thèse de Doctorat de 3eme cycle, E.H.E.S.S.; Chap. IV, Le mégamètre, pp. 88-98.
- [1983] « Les origines de l'héliomètre », R.H.S., 36/2, pp. 153-171.
- [1985] « Alexis-Marie Rochon (1741-1817) : savant astronome et opticien », R.H.S., 38/1, pp. 3-36.
- [1991a] « Alexis-Marie Rochon (1741-1817) et les progrès de l'Optique instrumentale », in Dhombres J. (dir.), *La Bretagne des savants et des ingénieurs*, Rennes, ed Ouest-France, pp. 253-262.
- [1991b] « Origines du Bureau des Longitudes », *Cahiers Clairaut*, 55 (1991-1992), pp. 34-39 ; 56, pp. 31-37 ; 57, pp. 31-37. C.L.E.A., Observatoire de Paris-Meudon.
- [2000] « Les écoles d'hydrographie en Bretagne au XVIII^e siècle », in *Mémoires de la Société d'Histoire et d'Archéologie de Bretagne*, tome LXXVIII, pp. 369-400.
- [2001] « Du bon usage de l'éloge : Cas de celui de Pierre Bouguer », R.H.S., vol. 54/3, pp. 351-382.
- [2002] « Le mégamètre de Charles-François de Charnières (1766-1774) », in Jullien V. (dir.), *Le calcul des longitudes [...]*, Rennes, Presses Universitaires de Rennes, pp. 61-82.

FLAMMARION, GABRIELLE CAMILLE,

[1930] « Le bicentenaire de la naissance de Messier », in *l'Astronomie*, juin 1930, pp. 249-259. (Larges extraits du journal de Messier - 4 volumes, dont le troisième a disparu ; ce journal de son arrivée à Paris en 1751 ne peut être localisé actuellement).

FORBES, ERIC G.,

- [1965] « The foundation and Early Development of the Nautical Almanac », J.I.N., vol. 18, october 1965, n°4, pp. 391-401.
- [1966] « Tobias Mayer's Lunar Tables », *Ann. Sci.*, vol. 22, n°2, pp. 105-116.
- [1967] « The bicentenary of the Nautical Almanach (1767) », *The British journal for the history of science*, vol. 3, n°12, pp. 393-394.
- [1970a] « Tobias Mayer (1723-62) : a case of forgotten genius », *The British journal for the history of science*, vol. 5, n° 17, pp. 1-20.
- [1970b] « Tobias Mayer's contributions to the development of Lunar theory », J.H.A., vol. i, pp. 144-154.
- [1970c] « Index of the Board of Longitude papers at the Royal Greenwich Observatory. Part I », J.H.A., vol. i, pp. 169-179.
- [1971a] *The Euler-Mayer Correspondence (1751-1755) : a new perspective on eighteenth-century advances in the Lunar theory*, N.Y. American Elsevier (aussi chez Macmillan, Londres).
- [1971b] Tobias Mayer's Opera inedita, Eric G. Forbes (Ed.), Allard & Son ed., Dorking, Surrey.
- [1971c] « Schultz's proposal for finding longitude at sea », J.H.A., vol. ii, n°1, pp. 35-41.
- [1971d] « Index of the Board of Longitude papers at the Royal Greenwich Observatory. Part II », J.H.A., vol. ii, pp. 58-70.

- [1971e] « Index of the Board of Longitude papers at the Royal Greenwich Observatory. Part III », J.H.A., vol. ii, pp. 133-145.
- [1971f] « Who discovered Longitude at Sea ? », S&T, vol. 41, janv. 1971, pp. 4-6.
- [1974] *The Birth of scientific navigation : the solving in 18th century of the problem of finding longitude at sea : Tobias Mayer*, National Maritime Museum, Maritime monographs and reports ; vol. 10. Londres.
- [1975] « Tobias Mayer's claim for the longitudes prize : a study in 18th century Anglo-German relations », *Journal of Navigation*, 28, pp. 77-150.
- [1976] « The origins of the Royal Observatory at Greenwich », *Vis.Astr.*, vol. 20, pp. 39-50.
- [1979] « The scientific and technical bases for longitude determination at sea », *NTM Schr. Geschichte Natur. tech. Medizin*, vol. 16, n°1, pp. 113-118.
- [1980a] « Tobias Mayer's contributions to observational astronomy », J.H.A., vol. xi, pp. 28-49.
- [1980b] *Tobias Mayer (1723-62) : Pioneer of enlightened science in Germany*, Vandenhoeck et Ruprecht ed.
- [1983] « La correspondance astronomique entre Joseph-Nicolas Delisle et Tobias Mayer », R.H.S., 36/2, pp. 113-151.
- [1995] « The solar tables of Lacaille and the lunar tables of Mayer », in *The General History of astronomy*, Vol. 2B, pp. 55-68, Cambridge University Press.

FORBES, ERIC G., GAPAILLARD, J.,

- [1996] « La correspondance astronomique entre l'abbé Nicolas-Louis de Lacaille et Tobias Mayer », R.H.S., 49/4, pp. 483-541.

FRASER, CRAIG,

- [1989] « The calculus as algebraic analysis : some observations on mathematical analysis in the 18th Century », A.H.E.S., vol. 39, pp. 317-335.

FORT, JEAN,

- [1997] « Alexandre Guy Pingré. Un astronome du siècle des Lumières », in *l'Astronomie*, vol. 111, août-septembre, pp. 236-238.

FOX, ROBERT,

- [1980] *The ferment of scientific knowledge : Studies in the Historiography of 18th Century-science*, Cambridge Univ. Press.

FUSS, P.H.,

- [1843] *Correspondance mathématique et physique de quelques célèbres géomètres du XVIII^e siècle, précédée d'une notice sur les travaux de Léonard Euler tant imprimés qu'inédits [...] tomes I et II*, Saint-Pétersbourg. [BU Lille1, édition originale consultée].

(Il existe une édition en fac-similé, publié en 1968, à N.Y. et Londres, Johnson Reprint Corp.)

GALUZZI, MASSIMO,

- [1995] « Lagrange's essay « Recherches sur la manière de former des tables des planètes d'après les seules observations », R.H.M., 1, pp. 201-233.

GAPAILLARD, JACQUES,

- [1995] « La correspondance entre Lacaille et Mayer », notes de la conférence donnée le mardi 28 février 1995 au séminaire du centre François Viète, département d'Histoire des Sciences et des Techniques, Université de Nantes.
- [1996] « La correspondance astronomique entre l'abbé Nicolas-Louis de Lacaille et Tobias Mayer », R.H.S., 49/4, pp. 483-541.
- [1999] « Pierre Bouguer, Lacaille et la mesure du méridien », S.T.&P., II^e série, vol. 3, fasc. 2, pp. 233-252. (Colloque « Eprouver la science. Le premier XVIII^e siècle », Nantes-Le Croisic, 6-7 juin 1998)
- [200?] « La correspondance Euler-Lalande », à paraître dans R.H.S. - Communication privée.

GAYON, JEAN (DIR.),

[1992] *Buffon 88*, Actes du colloque international Paris-Montbard-Dijon, ed. J. Vrin.

GAYTHORPE, S.B.,

[1957] « Jeremiah Horrocks and his 'New Theory of the Moon' », *Journ. of Brit. Astron. Ass.*, vol. 67, n°4, pp. 134-144.

GAUTIER, ALFRED,

[1817] *Essai historique sur le problème des trois corps, ou Dissertation sur la théorie des mouvements de la Lune et des planètes, abstraction faite de leur figure*, Paris, Imp. Mme V^e Courcier. [Première partie, Théories de la Lune, pp. 1-96].

GENESLAY, E.H.,

[1960] « Le Saros et la succession des éclipses », *L'Astronomie*, juillet-Août 1960, pp. 329-335.

GEORGELIN, YVON,

- [1995] *Marseille à la conquête du ciel. L'astronomie à Marseille et en Provence, de Pythéas à Charles Fabry*, Ville de Marseille, Université de Provence, Observatoire de Marseille, pp. 10-15 et 30-34.
- [1998] « Marseille et les explorations astronomiques et maritimes », *Cahiers du comité du Vieux Marseille*, 4^e trimestre, n° 80, pp. 209-283.

GINGERICH, OWEN,

- [1971] « Johannes Kepler and the Rudolphine Tables », in *S&T*, december 1971, pp. 328-333.
- [1983] *Planetary, Lunar and Solar positions. New and full moons, A.D. 1650-1805. Memoirs of the American Philosophical Society*. Bibl. Philadelphia. Am. Philo. Society.
- [1996] « Cranks and Opportunists : Nutty Solutions to the Longitude problem », in *The Quest For Longitude*, Andrewes J.H.W. (dir.), op. cit., pp. 133-148.
- [1997] « Tables and Ephemerides, Astronomical », in Lankford (Dir.), 1997, *History of Astronomy. An Encyclopedia*, pp. 505-508.

GLODEN, ALBERT,

[1958] « L'enseignement des sciences à l'ancien collège de Luxembourg au XVIII^e siècle », R.H.S.A., XI/3, pp. 263-266.

GOLDSTINE, HERMAN H.,

[1977] *A history of numerical analysis from the 16th through the 19th century*, Springer-Verlag ed., pp. 142-145.

GOWING, RONALD,

[1983] *Roger Cotes – natural philosopher*, Cambridge University Press (Pour les recherches de Lacaille sur le calcul des erreurs dans la résolution des triangles sphériques. Ouvrage très technique).

GREENBERG, JOHN L.,

- [1986] « Mathematical Physics in Eighteenth-Century France », *Isis*, 77, pp. 59-78. (de très nombreuses et détaillées références bibliographiques)

- [1995] *The problem of the Earth's shape from Newton to Clairaut; the rise of mathematical in Eighteenth-Century Paris and the fall of "normal" science*, Cambridge University Press, N.Y., 1995 (abondante bibliographie).

GRENET, MICHELINE,

[1994] *La passion des astres au XVII^e siècle : de l'astrologie à l'astronomie.*, Coll. la vie quotidienne, Ed. Hachette.

GRILLOT, S.

[1976] « Le problème des longitudes sur Terre », *Vis. Astr.*, vol. 20, pp. 81-84.

GRMEK, MIRKO D.,

[1996] « La méthodologie de Boscovich », *R.H.S.*, 49/4, pp. 379-400.

GUEDJ, DENIS,

[2000] *Le Mètre du Monde*, Editions du Seuil, Paris [pour un aperçu de l'activité scientifique sous la Révolution ; notes sur Pierre Méchain et Jean-Baptiste Delambre, ainsi que sur quelques savants cités dans la thèse].

GUINIER, ANDRE,

[1989] « L'Académie des sciences et la Révolution », in *La Vie des Sciences*. Comptes rendus de l'Académie des sciences, T.6, sér. gén., n°3, pp. 271-288.

GUYOT, EDMOND,

- [1955] *Histoire de la détermination des Longitudes*, La Chaux-De-Fonds, La chambre Suisse de l'Horlogerie (Chap. 1, pp. 11-73; Chap. 2-3, pp. 75-171).

- [1968] *Histoire de la détermination de l'heure*, La Chaux-de-Fonds, Chambre Suisse de l'Horlogerie, pp. 36-49 en particulier.

HAHN, ROGER,

- [1955] « Quelques nouveaux documents sur Jean-Sylvain Bailly », *R.H.S.A.*, VIII, n°4, pp. 338-353.

- [1963] « Applications of science to society : the Societies of Arts », *S.V.E.C.*, 34-37, pp. 829-836.

- [1964] « L'enseignement scientifique des Gardes de la Marine au XVIII^e siècle », in *Enseignement et diffusion des sciences en France au XVIII^e siècle*, Taton (dir.), Hermann, Paris, pp. 547-558. Réédition, Hermann, 1986.

- [1965] « The Boscovich Archives at Berkeley », *Isis*, vol. 56, 1, n° 183, pp. 70-78.
- [1975] « Scientific Research as an occupation in Eighteenth-Century Paris », in *Minerva*, vol. 13, pp. 501-513.
- [1993] *Anatomie d'une institution scientifique : L'Académie des Sciences de Paris, 1666-1803*, Paris, Editions des Archives Contemporaines (eac).

HALL, RUPERT A.,

- [1975] « Newton in France : a new view », *History of Science* , vol. 13, pp. 233-250.

HANKS, LESLEY,

- [1966] *Buffon avant l' « Histoire naturelle »*, PUF, Paris.

HENRY, CHARLES,

- [1886] *Correspondance inédite de d'Alembert*, [A.A.S., Dossier d'Alembert].

HERVÉ, GEORGES,

- [1911] « Les correspondantes de Maupertuis, suivi des Lettres de Mme du Deffand à Maupertuis », *Revue de Paris*, 15 octobre 1911, n°20, pp. 751-778.

HOMET, JEAN-MARIE,

- [1982] *Astronomie et Astronomes en Provence (1680-1730)*, Thèse pour l'obtention du grade de Docteur en Histoire (VOVELLE, Michel), Université Aix-Marseille. Publiée par Edisud, Aix-En-Provence.

HOSKIN, M., WHITESIDE, D. (Eds.)

- [1974-75] « Computation of the rate of motion of the moon's apogee and its mean secular advance », in *The Mathematical Papers of Sir Isaac Newton*, vol. VI, pp. 508-537, London, Cambridge, University Press.

HOWSE, DEREK,

- [1978] « Le bureau britannique des Longitudes », *L'Astronomie*, vol. 92, octobre, pp.413-425.
- [1980] *Greenwich Time and the Discovery of the Longitude*. N.Y., Oxford Univ. Press.
- [1986] « The Greenwich list of observatories : a world list of astronomical observatories, instruments and clocks 1670-1850. First part ». *J.H.A.*, vol. xvii, n°4, pp. 1-100.
- [1989] *Nevil Maskelyne, the Seaman's Astronomer*, Cambridge University Press (La biographie de référence de Nevil Maskelyne.)
- [1993] « The Astronomers Royal and the problem of Longitude », *Antiquarian Horology*, Autumn 1993, pp. 43-52.
- [1994] « The Greenwich list of observatories : a world list of astronomical observatories, instruments and clocks 1670-1850. Amendment list n°1 », *J. H. A.*, vol. xxv, pp. 207-218.
- [1996] « The Lunar-Distance Method of Measuring Longitude », in *The Quest For Longitude*, Andrewes J.H.W. (dir.), op. cit., pp. 149-162.

HUGUES, DAVID W.,

- [1985] « Faulting the Heavens », Book Review in *Nature*, vol. 315, n° 6018, p. 435 à propos de l'ouvrage de Lesley MURDIN, 1985, *Under Newton's Shadow : Astronomical Practices in the Seventeenth Century*, Adam Hilger.

HUMBERT, PIERRE,

[1951] « L'astronomie dans l'Encyclopédie », R.H.S.A., IV/3-4, pp. 250-254.

ISNARD, ALBERT,

[1915] « Joseph-Nicolas Delisle, sa biographie et sa collection de cartes géographiques à la bibliothèque nationale », *Bull. de la Sect. de Géogr.*, C.T.H.S., XXX, pp. 34-164.

JACOB, MARIE,

[2000] « L'approche du cercle au XVIII^e siècle », in *Histoires de la Mesure*, J. Dhombres (dir.), Ordre des Géomètres-Experts, Paris, Editions Publi-Topex, pp. 16-19 (sur la quadrature et les quadrateurs du cercle).

JACQUEL, R.,

[1988] « L'astronome Bressan et parisien J.J. de Lalande et l'astronome bâlois et berlinois Jean III Bernoulli. Leur correspondance inédite (et presque inconnue) dans les archives de la bibliothèque universitaire de Bâle », in *Lyon, cité des savants*, Paris, C.T.H.S., pp. 87-101.

JACQUINET, PIERRE,

[1949] « Commémoration du deux-centième anniversaire de la naissance de J. B. Delambre. Son œuvre astronomique et géodésique », in *L'Astronomie*, juillet-août 1949, pp. 193-207 (la seule source permettant d'identifier l'abbé de Lambre, calculateur de la CDT, comme étant Jean-Baptiste Delambre).

JAMET, PHILIPPE,

[1984] *L'évolution de la position de chercheur en astrophysique depuis la lunette de Galilée jusqu'au télescope spatial*, STS-CNAM, Paris.

JOVY, ERNEST,

[1922] *Le P. François Jacquier et ses correspondants*, « Une illustration scientifique vitryate », Vitry-le-François. Lettres échangées entre Clairaut de Clairaut, pp. 37-49.

JULLIEN, VINCENT (DIR.),

[2002] *Le calcul des longitudes, un enjeu pour les mathématiques, l'astronomie, la mesure du temps et la navigation*, Presses Universitaires de Rennes (nombreuses et intéressantes contributions au sujet.)

JUSKEVIC, ADOLF, TATON, RENE,

- [1980] « LEONHARD EULER, Correspondance avec A.-C. Clairaut, J. D'Alembert et J.-L. Lagrange », *Opera Omnia, series quarta A, vols. V : commercium epistolicum*. Birkhauser, Bâle. (référéncé dans le texte comme OO, IV A, 5)

- [1986] « LEONHARD EULER, Correspondance avec P.-L. Moreau de Maupertuis et Frédéric II », *Opera Omnia, series quarta A, vols. VI : commercium epistolicum*, Birkhauser, Bâle. (référéncé dans le texte comme OO, IV A, 6)

KAWASHIMA, KEIKO,

- [1993a] « Les idées scientifiques de Madame du Châtelet dans ses « Institutions de physique » : un rêve de femme de la haute société dans la culture scientifique au siècle des Lumières. 1^{ère} partie », *Historia Scientiarum*, Vol. 3-1, pp. 63-82.

- [1993b] « Les idées scientifiques de Madame du Châtelet dans ses « Institutions de physique » : un rêve de femme de la haute société dans la culture scientifique au siècle des Lumières. 2nde partie », *Historia Scientiarum*, Vol. 3-2, pp. 137-155.

KOLLERSTROM, NICHOLAS, YALLOP, BERNARD D.

[1995] « Flamsteed's Lunar data, 1692-95, sent to Newton », *J.H.A.*, vol. xxvi, pp. 237-246.

KOLLERSTROM, NICHOLAS,

- [1991] « Newton's two Moon-tests », *British Journal for History of Science*, vol. 24, pp. 369-372.

- [1995] « A Reintroduction of epicycles : Newton's Lunar Theory and Halley's Saros Correction », *Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society*, vol. 36, pp. 357-368.

Site WEB : « Kollerstrom's history of Lunar Motions is STS@UCL - Newton and the Moon WebSite ».

Bibliographie : <http://www.ucl.ac.uk/sts/kollrstm/biblio.htm>

Newton's 1702 Lunar Theory : <http://www.ucl.ac.uk/sts/kollrstm/moontest.htm>

KOPAL, ZDENĚK,

[1969] *The Moon*, D. Reidel Publ. Cie. Dordrecht, Holland, pp. 9-15.

KOPELEVITCH, YU. KH.,

[1966] « The Petersburg Astronomy contest in 1751 », *Soviet Astronomy* Vol. 9, n° 4, pp. 653-660.

KOVALEVSKY, JEAN,

[1963] « L'Œuvre astronomique de Lagrange », in *l'Astronomie*, décembre 1963, pp. 417-426.

LACOMBE, H., COSTABEL, P.,(DIR.)

[1988] *La figure de la Terre du XVIII^e siècle à l'ère spatiale*, Paris, Gauthier-Villars.

LACROIX, ALFRED,

[1938] *Figures de savants*, Paris, Gauthier-Villars, 4 vols (Nombreux éléments biographiques divers et variés).

LAISSUS, YVES,

[1961] « Deux lettres de Laplace », *R.H.S.*, XIV/3-4, pp. 285-296 (Quelques éléments sur les recherches de Laplace sur l'accélération séculaire du moyen mouvement de la Lune).

LAMANDÉ, PIERRE,

- [1989] « La mutation de l'enseignement scientifique (1750-1810) et le rôle des écoles centrales. L'exemple de Nantes », *S.T.P.*, vol. 15 : « Les mathématiques à Nantes sous l'ancien régime : l'Oratoire et l'Ecole d'hydrographie et de Marine », pp. 29-38 et 225-227.

- [1990a] « L'enseignement et la popularité des sciences à Nantes au XVIII^e siècle. 1. L'école d'hydrographie et de la marine à Nantes », in *Un musée dans sa Ville*, J. Dhombres (dir.) (1990), chap. II, pp. 69-79.

- [1990b] « La réforme de l'école d'hydrographie pendant la révolution », in *Un musée dans sa ville*, J. Dhombres (dir.), chap. III, pp. 120-124.

- [1995] « Réalités sociales et grandes écoles au XIX^e siècle : l'exemple breton », in *Les ingénieurs*, S.T.P., Vol. 34, pp. 31-56, Nantes.
- [1999] « Théorie et pratique maritimes dans deux textes de Pierre Bouguer sur la mâture des vaisseaux », S.T.&P., II^e série, 3, fasc. 2, pp. 365-396. Colloque « Eprouver la Science. Le premier XVIII^e siècle », Nantes-Le Croisic, 6-7 juin 1998).

LAMONTAGNE, ROLAND,

- [1961a] « La Galissonnière, directeur du Dépôt de la Marine », R.H.S., XIV/1, pp. 19-26.
- [1961b] « Chronologie de la carrière de La Galissonnière », R.H.S., XIV/3-4, pp. 255-256.
- [1963] « La contribution de Pierre Bouguer à la marine », *Revue d'Histoire de l'Amérique Française*, XVII, 1, pp. 87-92.
- [1964] « L'expédition hydrographique de Chabert au Canada », R.H.S.A., XVII/2, pp. 115-119.
- [1966] « Lettres de Bouguer à Euler », R.H.S.A., XIX, n°3, pp. 225-246.

LAMY, JEROME,

[1999] *La sphère et l'astrolabe : l'astronomie dans les traités d'hydrographie des Jésuites aux XVII^e et XVIII^e siècles*, mémoire de DEA (non publié) d'Epistémologie, Histoire des Sciences et des Techniques, rédigé sous la direction du professeur Jacques Gapaillard et soutenu au Centre François Viète (Faculté des Sciences de l'Université de Nantes), le 5 juillet 1999.

LANE HALL, A.W.,

[1932] « Nevil Maskelyne », *J. British Astronomical Society*, vol. 43, pp. 67-77.

LANKFORD, JOHN (DIR.),

[1997] *History of astronomy. An encyclopedia*, N.Y. and London, Garland Publishing, Inc. (Quelques notices biographiques succinctes et peu nouvelles pour ce qui concerne le XVIII^e siècle ; la bibliographie est toutefois intéressante. Voir en particulier Barbara J. Becker, « Astronomers Royal », pp. 60-66 ; Leroy E. Doggett, « Nautical Almanac Offices », pp. 346-349 ; George Wilkins, « Navigation by Astronomical methods », pp. 349-352 ; Owen Gingerich, « Tables and Ephemerides, Astronomical », pp. 505-508).

LARDIT, MICHELLE,

[1997] *Les concours de l'Académie Royale des sciences*, mémoire (non-publié) de maîtrise d'Histoire sous la direction de Daniel Roche, Univ. Paris I Panthéon-Sorbonne [A.A.R.S. Usuels]. Sur le prix Rouillé de Meslay, pp. 16 et suiv.

LEFORT, XAVIER,

[1999] « Mathématiques et navigation : le traité de Pierre Bouguer de 1753 », in C.H.E.M., op. cit., pp. 59-67.

LELAY, COLETTE,

[1997] *Les articles d'astronomie dans l'Encyclopédie de Diderot et d'Alembert*, Mémoire de D.E.A. d'Histoire des Sciences et des Techniques (non publié), Centre F. Viète, Faculté des Sciences et des Techniques, Université de Nantes.

- [2002] *Les livres de vulgarisation de l'astronomie (1686-1880)*, Thèse de Doctorat de 3^{ème} cycle sous la direction du Professeur Jacques Gapaillard, Centre F. Viète, Université de Nantes (soutenue le 25 mars 2002.)

LESTE-LASSERRE, NICOLAS,

[2002] *Une correspondance savante au XVIII^e siècle : J.-N. Delisle et son réseau d'observateurs de 1750 à 1753*, mémoire non publié de Maîtrise d'histoire sous la direction de Marie-Noëlle Bourguet, Université Paris 7- Denis Diderot, UFR GHSS, département d'histoire (septembre 2002).

LEVALLOIS, JEAN-JACQUES (DIR.)

[1988] *Mesurer la Terre. 300 ans de géodésie Française, de la toise du Châtelet au satellite*, Paris, Presses des Ponts et Chaussées, pp. 287-310 notamment.

LÉVY, JACQUES,

- [1968a] « La contribution française au développement de la mécanique céleste au cours des trois derniers siècles », in *Colloque sur le Problème des N Corps*, C.N.R.S., 1968, Paris, pp. 13-20.

- [1968b] « Trois siècles de mécanique céleste à l'Observatoire de Paris », in *l'Astronomie*, octobre 1968, pp. 381-393.

- [1976] « La création de la « Connaissance des Temps », in *Vist. Astr.*, vol. 20, pp. 75-76.

- [1984] « D'Alembert et l'astronomie », *Dix-huitième siècle*, n°16, pp. 47-53, PUF, Paris.

LORIDAN, JULES (L'ABBE),

[1890] *Voyages des astronomes français à la recherche de la figure de la Terre et de ses dimensions*, Lille, Soc. de St-Augustin, Desclée de Brouwer et C^{ie}. Notamment, « Relation abrégée du voyage fait par ordre du Roi au Cap de Bonne-Espérance par M. l'abbé de la Caille (1750-1754) », pp. 260-275.

LOUYAT, HENRI

- [1983a] « Antoine Darquier. Astronome toulousain (1718-1802) », in *A travers le cosmos*, Toulouse-Pau, pp. 253-268.

- [1983b] « Jérôme Lalande (1732-1807) : astronome français du XVIII^e siècle », in *A travers le cosmos*, Toulouse-Pau, pp. 275-290.

- [1983c] « François Garipuy. Fondateur de l'observatoire de Toulouse (1711-1782) », in *A travers le cosmos*, Toulouse-Pau, pp. 313-318.

LYNN, W.T.,

- [1903] « Joseph Nicolas Delisle », in *The Observatory*, avril, (vol. 26), n°330, pp. 175-177.

- [1911] « Madame Lepaute », in *The Observatory*, february, n° 432, pp. 87-88 (reprend en grande partie ce qu'écrivit Lalande dans sa *Bibliographie Astronomique*).

MAHEU, GILLES,

- [1966a] « Bibliographie de Pierre Bouguer (1698-1758) », R.H.S.A., XIX/3, pp. 193-205.

- [1966b] « La vie scientifique au milieu du XVIII^e siècle : Introduction à la publication des lettres de Bouguer à Euler », R.H.S.A., XIX/3, pp. 206-224.

- [1966c] « Lettres de Bouguer à Euler », R.H.S.A., XIX/3, pp. 225-246.

MAHEUT, GILBERT,

[1988] « François Jacquier 1711-1788 », *Mém. Soc. des Sci. et Arts de Vitry-Le-François*, vol. 37, pp. 135-159.

MANET, FRANÇOIS-GILLE-PIERRE,

[1824] *Biographie des Malouins célèbres, nés depuis le 15^{ème} siècle jusqu'à nos jours*, Saint-Malo, H. Rottier. Réédition, 1977, Marseille, Lafitte Reprints. [pp. 208-240; 329-350 : longue notice de Maupertuis, assortie de larges extraits de ses oeuvres. Source à prendre avec les précautions d'usage].

MARTIN, GENEVIEVE,

[1958] « Documents de l'Académie de Rouen concernant l'enseignement des sciences au XVIII^e siècle », R.H.S.A., XI/3, pp. 207-226.

MARTIN, JEAN-PIERRE,

[1987] *La figure de la Terre. Récit de l'expédition française en laponie suédoise (1736-1737)*, Cherbourg, Ed. Isoète.

MARGUET, F.,

[1939] *Cours d'astronomie de l'Ecole Navale*, Paris, Société d'Éditions Géographiques, Maritimes et Coloniales.

MASCART, JEAN,

- [1912] « Madame Lepaute », in *Saggi di Astronomia Popolare*, vol. II, part 7, pp. 118-124 et pp. 133-136 (J. Mascart se vante de donner de nouveaux éléments provenant de sources différentes de celles de Lalande).

- [1919] « La vie et les travaux du chevalier Jean-Charles de Borda », *Annales de l'Université de Lyon*, série II, n°33 [BN, 8°Z. 13523].

- [2000] *La vie et les travaux du chevalier Jean-Charles de Borda (1733-1799)*, Presses de l'Université Paris-Sorbonne, Coll. « Bibliothèque de la revue d'histoire maritime », (820 pp.). Voir notamment pp. 148-390 pour les travaux de Borda relatifs aux longitudes et à la Marine (Cette réédition est documentée et riche de notes diverses ; on peut regretter le ton hagiographique de l'étude de J. Mascart).

MATHIEU, CLAUDE-LOUIS,

[1843] Notice biographique de Jean-Baptiste Delambre, d'après son autobiographie et ses manuscrits, conservés par l'auteur, élève et ami de Delambre, in Michaud (dir.), tome X, pp. 297-301.

MEEUS, JEAN,

[1986] « Les périgées et les apogées de la Lune », in *L'Astronomie*, décembre 1986, pp. 571-574.

MIJONNET-GUERREAU, ANNICK,

- [1984] *Laplace et l'équation séculaire de la Lune*, Thèse de Doctorat non publiée, Université Paris VI.

- [1987] « Les grandes étapes de la dynamique. La solution de Laplace au problème de l'équation séculaire de la Lune », *L'Astronomie*, juin 1987, pp. 373-383.

MIGNARD, F.

[1982] « La recherche de la parallaxe des étoiles de Copernic à Bessel », *Cahiers du Séminaire d'épistémologie et d'Histoire des Sciences*, (Souffrin, P., dir.), n°13, pp. 1-41, juin 1982, Université de Nice.

MIZAR, K., (WALUSINSKI, G.)

[1991] « L'œuvre astronomique de Clairaut », *Cahiers Clairaut*, n°55, pp. 25-30 (C.L.E.A., Obs. Paris-Meudon)

MONOD-CASSIDY, HÉLÈNE,

- [1967] « Un astronome-philosophe : Jérôme de Lalande », in S.V.E.C., vol. 56, pp. 907-930, Oxford.

- [1980] *Jérôme Lalande. Journal d'un voyage en Angleterre [en] 1763, publié avec une introduction*, in S.V.E.C., vol. 184, Oxford. [Interprétations parfois hasardeuses et quelques erreurs mentionnées en partie par S. Shapin (1977)]

- [1986] « J.-J. Lalande : standard clichés and the private man », in S.V.E.C., vol. 245, pp. 373-402, Oxford.

MORANDO, BRUNO,

- [1971] « L'Observatoire Royal de Greenwich à Greenwich et à Hertmonceux », in *L'Astronomie*, mai 1971, pp. 185-205.

- [1976] « Le Bureau des Longitudes », *L'Astronomie*, vol. 90, pp. 279-294.

- [1989] « Une création de la Convention : le Bureau des Longitudes », in *L'Astronomie*, juin 1989, « L'Astronomie et la révolution française », pp. 299-306.

- [1993] « Un moment d'histoire : la création du Bureau des Longitudes en 1795 », *Conf. Soc. Philomath. Paris*, vol. 3, pp. 23-44.

- [1995] « Three centuries of lunar and planetary ephemerides and tables », in Taton and Wilson (Dir.), *Planetary astronomy [...]*, Vol. 2B, pp. 251-259

- [1997] *Une création de la Convention : le Bureau des Longitudes*, Conférence donnée lors des célébrations du bicentenaire du Bureau des Longitudes, Paris (1995), Bureau des Longitudes, [pages WEB : <http://www.bdl.fr/db11795.html>]

MORANDO, B., SAVOIE, D.,

[1996] « Etude de la théorie du Soleil des *Tables Pruténiques* », R.H.S., 49/4, pp. 543-567.

MORANDO, B., ROCHER, P., SAVOIE, D.,

[1989] « Le calendrier républicain », in *L'Astronomie*, juin 1989, numéro spécial « L'Astronomie et la Révolution Française », pp. 269-276.

MORET, HENRI,

[1917] *Le Croisic. Précis historique sur la Presqu'île croisicaise et la région environnante*, Rennes, imp. Oberthur. (Sur l'Ecole d'hydrographie, pp. 169-172. A prendre avec précaution.)

MOULTON, FOREST RAY,

[1914-1942] *An introduction to celestial mechanics*, 2nd Revised Edition (1942), New York, Dover Publ., Inc. (1970). (Sur les perturbations et le mouvement de la Lune, Chap. IX, « II. Lunar theory », pp. 337-365).

MURDIN, LESLEY,

[1985] *Under Newton's shadow : astronomical practices in the XVIII^e century*, Adam Hilger. (Book review : *Nature*, 1985, vol. 315, n° 6018, p. 435.)

NAUENBERG, MICHAEL,

- [2001] « Newton's forgotten Lunar Theory, by Nicholas Kollerstrom », J.H.A., vol. 32, part 2, n° 107, Essay Reviews, pp. 165-168.
- [2001] « Newton's perturbation methods for the three-body problem and their application to Lunar motions », in Buchwald & Cohen, 2001, *op. cit.*, pp. 189-224.

NAUTICAL ALMANAC OFFICE

- [1966] « A modern view of Lunar Distances », *Journal of the Institute of Navigation*, vol. 19, april 1966, n°2, 131-153.

NEUGEBAUER, OTTO,

- [1969] *The exact sciences in Antiquity*, New York, Dover Ed. (Trad. française par Pierre Souffrin, *Les sciences exactes dans l'Antiquité*, 1990, Actes Sud Ed.).
- [1975] *A History of Ancient Mathematical Astronomy*, 3 vols., in « Studies in the History of Mathematics and Physical Sciences », n°1, Berlin, Heidelberg, New York, Springer-Verlag Ed. (Pour des considérations sur le *saros* attribué conventionnellement aux Chaldéens).

NEVSKAYA, NINA I.,

- [1973] « Joseph-Nicolas Delisle (1688-1768) », R.H.S.A., XXVI, pp. 289-313.

NIDERST, ALAIN,

- [1984] « Fontenelle et la science de son temps », in S.V.E.C., 228, pp. 171-178.

NORDMANN, CLAUDE J.,

- [1966] « L'expédition de Maupertuis et Celsius en Laponie », in *Cahiers d'Histoire Mondiale*, vol. 10, pp. 74-97 (Sur les circonstances du voyage et les pensions octroyées aux académiciens à leur retour d'expédition).

NORTH, J.D.,

- [1989] « The Satellites of Jupiter, from Galileo to Bradley », in *The universal Frame. Historical Essays in Astronomy, Natural Philosophy and Scientific method*, Hambledon Press, London, pp. 185-214. (sur l'attitude de Galilée face au prix des longitudes proposé par les Etats Généraux de Hollande au XVII^e siècle, pp. 189-191).

OLMSTED, J.W.,

- [1960] « The voyage of Jean RICHER to Acadia in 1670 : A study in the relations of science and navigation under Colbert », *Proceedings of the American philosophical Society*, vol. 104, n°6, pp. 612-634.

OLSON, DONALD W.,

- [1991] « Columbus and the sky of January 17, 1493 », S&T, January, pp. 81-84.
- [1992] « Columbus and an eclipse of the Moon », S&T, vol. 82, October, pp. 437-440.

PANNEKOEK, ANTON,

- [1961] *A History of Astronomy*, Dover Ed.(1989), N.Y. (En particulier les chapitres 28, 29 et 30, pp. 282-307).

PANZA, MARCO,

[1996] *Analysis and Physics : foundations of analytic mechanics in 18th Century* in H.N. Jahnke (ed. by) *Geschichte der Analysis*, Wissenschaftsverlag, Mannheim, Wien, Zürich.

PAOLI, GERMANO,

[1988] *Ruggiero Giuseppe Boscovich, nelle scienza e nella storia del '700*, Scritti e documenti VIII, Documenti Boscovichiani II, Accad. Naz. delle Sci., Roma.

PAPPAS, JOHN,

- [1991] « Documents inédits sur les relations de Boscovich avec la France », *Physis*, Vol. XXVIII, Nuova Serie, pp. 163-198, Olschki ed., Firenze.

- [1996] « R.J. Boscovich et l'Académie des sciences de Paris », *R.H.S.*, 49/4, pp. 401-414.

PARÈS, JEAN

[1976] *Jean-Baptiste Morin (1583-1654) et la querelle des Longitudes de 1634 à 1647*, Thèse de doctorat 3ème cycle, E.H.E.S.S., Université Paris I (Travail précieux pour l'origine de la méthode des distances lunaires et les débats sur le problème des longitudes au XVII^e siècle. Cette thèse mériterait d'être éditée).

PARISOT, JEAN-PAUL, SUAGHER, FRANÇOISE,

[1988] « La Lune et les fractions continues », *L'Astronomie*, avril 1988, pp. 143-147.

PASCOLI, GIANNI,

[1993] *Eléments de mécanique céleste*, A. Colin, Paris, 1^{ère} édition. Chap VII : « Théorie de la Lune (Problème Principal) », pp. 103-132.

PASSERON, IRENE,

[1994] *Clairaut et la figure de la Terre au XVIII^e siècle : cristallisation d'un nouveau style autour d'une pratique physico-mathématique*, Paris, Thèse de Doctorat en Epistémologie et Histoire des Sciences, Université Paris VII.

PATY, MICHEL,*

[1998] *D'Alembert*, Coll. « Figures du Savoir », Paris, Les Belles-Lettres.

PECKER, JEAN-CLAUDE,

- [1987] « L'astronomie au Collège de France : un bref résumé », in *Cahiers Clairaut*, n°39-40, pp. 27-41.

- [2002] « Les astronomes français des Lumières », in *Sciences, Musiques, Lumières. Mélanges offerts à Anne-Marie Chouillet*, Kølving, U. et Passeron I. (Dir.), Ferney-Voltaire, Centre International d'étude du XVIII^e siècle, pp. 433-449 (à propos de Lalande, Lacaille au cap de Bonne-Espérance et la détermination de la parallaxe de la Lune.)

PELSENEER, J.,

[1952] « Lettres inédites de Condorcet », *Osiris*, vol. 10, pp. 322-327 (Une lettre sur la Dissertation sur l'Observation des Longitudes du Chevalier La Coudraye, pp. 326-327).

PÈNE, MICHEL

[1999] « Jean-Charles de Borda », *Cols Bleus*, n°2485, mai 1999.

PETERSON, IVARS,

[1995] *Le chaos dans le système solaire*, Paris, Coll. Pour la Science, Belin. Chapitre 6 : « Les inconstances de la Lune », pp. 119-139 : considérations historiques parfois discutables en ce qui concerne la compétition Euler-Clairaut- d'Alembert.

PHILBERT, JEAN-PAUL,

[2000] *Le furet des comètes : Charles Messier (Badonviller 1730 - Paris 1817)*, Sarreguemines, éditions Pierron.

PICKERING, KEITH A.,

[1996] « Columbus's method of determining longitude : an analytical view », in *The Journal of Navigation*, vol. 49, n°1, pp. 99-113. (voir le site WEB sur lequel Pickering donne le texte d'une conférence donnée sur le sujet, « The navigational mysteries and fraudulent longitudes of C. Columbus », Aug. 1997, donnée à la Society for the History of Discoveries and the Haklyut Society. The Columbus Navigation Homepage , <http://www1.minn.net/~keithp/>).

PICOLET, GUY,

- [1978] « La correspondance de Jean Picard avec Johann Hevelius (1671-1679) », R.H.S., XXXI, 1, pp. 3-42.

- [1987] (Dir.) *Jean Picard et les débuts de l'astronomie de précision au XVII^e siècle*, C.N.R.S. ed., Paris.

PICON, ANTOINE

[1988] *Architectes et ingénieurs au siècle des Lumières*, Marseille, Parenthèses.

PIVETEAU, JEAN,

[1954] *Œuvres philosophiques de Buffon*, in Corpus général des philosophes français, Les auteurs modernes, tome XLI, 1 ; PUF, Paris.

POGO, A.

[1934-35] « Gemma Frisius, his method of determining differences of longitude by transporting timepieces (1530), and his treatise on triangulation (1533) », *Isis*, XXII/1, n°63, pp. 469-505.

POIRIER, J.P.,

[1998] *Bouguer, un savant du XVIII^e siècle*, conférence donnée au Bureau des Longitudes, le 16 juin 1998 [Dossier Bouguer, Arch. Acad. Sci.].

POULLE, EMMANUEL,

[1981] *Les sources astronomiques (textes, tables, instruments)*, coll. « Typologie des sources du Moyen-Âge occidental », fasc. 39, Turnhout-Belgium, Brepols ed. Chap. III : « L'Astronomie planétaire », pp. 51-68.

PROVOST, SYLVIE,

- [1996] « Le cercle de Borda et la carte des îles Canaries », *La Revue (CNAM)*, n°17, décembre 1996, pp. 21 et suiv. [accessible sur le site WEB du CNAM : <http://www.cnam.fr/revue/>]

- [1999] « Le cercle de Borda et la carte des Iles Canaries », in C.H.E.M., Nantes juillet 1997, pp. 47-58.

RICHARD, L.,

[1840] *Essai sur les instruments et sur les tables de navigation et d'astronomie, (c'est-à-dire différents moyens de prendre hauteur pendant la nuit et la brume, d'augmenter indéfiniment la stabilité et la précision dans la mesure des distances luni-astroales; de perfectionner l'héliomètre, la boussole, les tables de logarithmes et les tables de MENDOZA (pour la très-prompte réduction des distances))*, Brest, Edouard Anner, in-8°, 169 pp. [Nantes, 19.732]

RIDEL, R.C.,

[1980] « Parameter disposition in pre-newtonian planetary theories », A.H.E.S., 23, pp. 87-157.

RIGAUD, STEPHEN, P.,

[1972] *Miscellaneous Works and Correspondence of the Rev. James Bradley D.D., F.R.S.*, coll. The Sources of Science, Johnson Reprint Corp., N.Y. (réédition de l'édition originale de 1832 à Oxford University Press).

ROBIDA, MICHEL,

[1955] *Ces bourgeois de Paris. Trois siècles de chronique familiale*, Paris, Julliard (M. Robida descend, du côté maternel, des Le Monnier ; on y trouve donc quelques éléments biographiques sur les Le Monnier au XVIII^e siècle et leurs relations avec leurs contemporains).

ROCHE, DANIEL,

[1969] « Un savant et sa bibliothèque au XVIII^e siècle. Les Livres de Jean-Jacques Dortous de Mairan », *Dix-Huitième siècle*, 1, pp. 47-88.

ROGER, JACQUES,

[1989] *BUFFON : un philosophe au jardin du Roi*, A. Fayard ed., Paris.

SABRIER, JEAN-CLAUDE

[1993] *La longitude en mer à l'heure de Louis Berthoud et Henri Motel*. Ed. Antiquorum, Genève.

SADLER, D.H.,

[1976] « Lunar distances and the Nautical Almanach », *Vis. Ast.*, vol. 20, pp. 113-121.

SAISSET, EMILE,

[1843] *L. Euler. Lettres à une Princesse d'Allemagne sur divers sujets de physique et de Philosophie, précédées de l'Eloge d'Euler par Condorcet*, Nouvelle éditions, Paris, Charpentier Ed. [Nantes, 12.628] : Lettres XXVIII à XXXVI, pp. 407-430, sur le problème des longitudes.

SALOMON-BAYET, CLAIRE,

[1975] « Maupertuis et l'institution », in *Actes de la Journée Maupertuis*, (Créteil, 1er décembre 1973), Paris, J. Vrin éd., pp. 183-204.

SARTON, G., TATON, R., BEAUJOUAN, G.,

[1950] « Documents nouveaux concernant Lagrange », R.H.S.A., III, n°2, pp. 110-132.

SAUZEREAU, OLIVIER,

[2000] *Nantes au temps de ses observatoires*, Nantes, Coiffard Libraire-Imprimeur (quelques éléments sur l'Ecole d'hydrographie sous les jésuites au XVIII^e siècle. Porte surtout sur l'histoire de l'école au cours XIX^e siècle).

SAVOIE, DENIS,

- [1990] « Les nouvelles théories des planètes et de la Lune du Bureau des Longitudes : propos [de Jean Chapront et Pierre Bretagnon] recueillis par D. Savoie », in *L'Astronomie*, mars 1990, pp. 114-118.
- [1996a] « Les tables astronomiques » (sur les Tables Pruténiques), *Pour la Science*, n° 222, avril 1996, pp. 16-17.
- [1996b] *La diffusion du copernicainisme au XVI^e siècle : les « Tables Pruténiques » d'Erasmus Reinhold*, thèse de doctorat (non corrigée), Paris, E.H.E.S.S.
- [1997a] « La prévision des éclipses », *Pour la Science*, n° 237, juillet 1997, pp. 16-17 (pour le jugement de Legentil sur l'appellation Saros par Halley du cycle des Chaldéens).
- [1997b] « La diffusion du Copernicainisme au XVI^e siècle. Les Tables Pruténiques », in *L'Astronomie*, vol. 111, février 1997, pp. 45-50.
- [1998] « Ptolémée et la variation de la Lune », *A.I.H.S.*, vol. 48, 140, juin 1998, pp. 1-10.

SCHELER, LUCIEN,

[1961] « Antoine-Laurent Lavoisier et Michel Adanson rédacteurs de programmes des prix à l'Académie des Sciences », *R.H.S.*, XIV/3-4, pp. 257-281 (Sur les fondations de prix à l'Académie des Sciences).

SÉNÉBIER, JEAN,

[1786] *Histoire littéraire de Genève*. 3 vols., Genève, chez Barde, Manget et Cie.

(vol.III : biographies et bibliographies de Gabriel Cramer (pp. 104-112) et Jean-Louis Calandrini (pp. 112-125))

SHAPIN, SEYMOUR,

[1978] « Lalande and the longitude : a little-known London Voyage of 1763 », (communication XV^e congrès d'Histoire des Sciences, Edimbourg), *Notes and Records of the Royal Society of London*, vol. 32, pp. 165-180. [Souligne quelques interprétations hasardeuses d'H. Monod-Cassidy et corrige quelques erreurs]

SHOWALTER, I., ENGLISH JR.,

[1975] « Voltaire et ses amis d'après la correspondance de Mme de Graffigny. I. 1738-1739 », *S.V.E.C.* n°CXXXIX (139), Banbury, Oxfordshire, The Voltaire Foundation.

SOCIÉTÉ DE BORDA (DAX),

- [1933] *Bi-Centenaire de la naissance du Chevalier Jean-Charles de Borda (séance publique du 4 mai 1933)*, Dax, Société de Borda, Labèque imprimeur. (En particulier, J. Migignac, « Le Chevalier de Borda, Marin et Astronome », pp. 27-51 ; J. Vivielle, « Le Chevalier Jean-Charles de Borda à l'Académie de Marine », pp. 52-66.)

- [1999] *Le Chevalier de Borda. Un officier savant du XVIII^e siècle, 1733-1799*. Catalogue de l'exposition au Musée de Borda, Dax. (Nombreux articles intéressants par des spécialistes et connaisseurs de l'histoire de la Marine.)

- [2000] *Bi-Centenaire de la mort du Chevalier de Borda (avril 1999)*, in *Bulletin de la Société de Borda*, n°456, 1^{er} trimestre 2000, Dax. (Voir en particulier amiral F. Bellec, « Borda et la navigation scientifique, le rendez-vous avec la Lune », pp. 5-30 ; S. Débarbat, « Borda et l'astronomie », pp. 31-48.)

SPEZIALI, PIERRE,

[1955] « Une correspondance inédite entre Clairaut et Cramer », R.H.S.A., VIII, pp. 193-237. (référéncé dans le texte comme SPEZIALI).

STIMSON, A.,

- [1976] « The influence of the royal observatory at Greenwich upon the design of 17th and 18th Century angle-measuring instruments at sea », *Vis. Astr.*, vol. 20, 123-130.

- [1996] « The Longitude Problem : the navigator's story » in *The Quest For Longitude*, Andrewes, J.H.W. (dir.), op. cit., pp. 71-84.

SZEBEHELY, VICTOR,

[1987] « Celestial Mechanics since Newton », *Vis. Astr.*, 30, pp. 313-318.

TAGLIAFERRI, GUIDO, TUCCI, PASQUALE,

[1999?] « Carlini and Plana on the theory of the Moon and their disput with Laplace », *Ann. Sci.*, 56/3, pp. 221-269.

TANNERY, PAUL,

[1893] *Recherches sur l'histoire de l'astronomie ancienne* extraites des *Mémoires de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux*, 4^e série, tome I, Paris, Gauthier-Villars. Réédition, 1995, Paris, J. Gabay. (A propos du *saros* des Chaldéens, Chap. X, « Les périodes d'Hipparque pour les mouvements lunaires », pp. 179-201 et Appendice IV, « La grande année de Josèphe », pp. 306-322, et en particulier, pp. 317-319).

TATON, RENE,

- [1956] « Esquisse d'une bibliographie de l'œuvre de Clairaut », R.H.S., t. VI, n°2, 161-168.

- [1964] (Dir.) *Enseignement et diffusion des sciences en France au XVIII^e siècle*, Hermann ed., Paris.

- [1969] « Madame du Châtelet, traductrice de Newton », A.I.H.S., XXII^e année, pp. 185-210.

- [1970] Compte-rendu de la réédition en fac-similé des Principes mathématiques de la philosophie naturelle de Isaac Newton trad. de la marquise du Chastellet augmentée des Commentaires de Clairaut, Paris, Librairie A. Blanchard, 1966, 2 vols., in R.H.S., XXIII/2, pp. 175-180.

- [1976] « Inventaire chronologique de l'œuvre d'Alexis-Claude Clairaut (1713-1765) », R.H.S., XXIX/2, pp. 97-122.

- [1978a] « Supplément à l'inventaire de l'œuvre de Clairaut », R.H.S., XXXI/3, pp. 269-271.

- [1978b] « Inventaire des publications et des manuscrits de Nicolas-Louis-Lacaille 1713-1762 », in *Studia Copernica 16*, Science in History, Ossolineum, pp. 317-333.

- [1978c] « Sur la diffusion des théories newtoniennes en France. Clairaut et le problème de la Figure de la Terre », *Vis. Astr.*, vol. 22, pp. 485-509.

- [1979a] « Sur la diffusion des idées newtoniennes en France. Clairaut et le problème de la figure de la Terre », in *Vis. Astr.*, vol. 22, pp. 485-509, Pergamon Press.

- [1979b] « Un épisode significatif de l'histoire de l'Optique au XVIII^e siècle : la querelle de l'achromatisme », in *Culture, Science et Développement. Mélanges en l'Honneur de Charles Morazé*, Toulouse, pp. 345-351.

- [1982a] « Sur une pièce nouvelle concernant les recherches de Clairaut sur la théorie de la Lune », *Ann. Ist. Mus. Stor. Sci. Firenze*, 7 (1), pp. 57-70.
- [1982b] « Euler et d'Alembert », pp. 95-118 in *Zum Werk Leonhard Eulers* (Colloque Euler mai 1982 in Berlin). Birkhäuser Verlag. Bâle.
- [1983] « D'Alembert et le problème des trois corps », in *Jean d'Alembert, savant et philosophe : portrait à plusieurs voix*, pp. 395-414 ; Centre International de Synthèse, ed. arch. cont. (eac), Paris.
- [1984] « D'Alembert, Euler et l'Académie de Berlin », *Dix-huitième siècle*, n°16, pp. 55-68, PUF.
- [1986a] « Clairaut et le retour de la Comète de Halley en 1759 », in *l'Astronomie*, septembre 1986, pp. 397-408.
- [1986b] « Le retour de la comète de Halley en 1759, vérification exemplaire de la loi de la gravitation universelle de Newton », *Académie royale de Belgique*, vol. 72, fasc. 4, pp. 206-219.
- [1995] (Dir.) *Histoire Générale des Sciences ; tome II : La Science Moderne (1450 à 1800)*, Coll. Quadrige, réed. PUF, Paris.
- [1996] « Les relations entre R.J. Boscovich et Alexis-Claude Clairaut (1759-1764) », *R.H.S.*, 49/4, pp. 415-458. « Edition de la correspondance Clairaut-Boscovich », pp. 444-458, 10 lettres entre 1760 et 1764.

TATON, RENE (DIR.), WILSON, CURTIS,

- [1989] *Planetary astronomy from the Renaissance to the rise of astrophysics, Part A : Tycho Brahe to Newton*, in « The General History of Astronomy », Vol. 2A, M. Hoskin (Gen. Ed.), Cambridge University Press.
- [1995] *Planetary astronomy from the Renaissance to the rise of astrophysics, Part B : The eighteenth century and nineteenth centuries*, in « The General History of Astronomy », Vol. 2B, M. Hoskin (Gen. Ed.), Cambridge University Press.

TAYLOR, E.G.R.,

- [1939] « Old Henry Bond and the longitude », *Mariner's mirror*, vol. 25, pp. 162-169.

TERRALL, MARY,

- [1992] « Representing the Earth's shape : the polemics surrounding Maupertuis' expedition to Lapland », *Isis*, 83, pp. 218-237.

TISSERAND, FRANÇOIS-FELIX,

- [1894] *Traité de mécanique céleste*, Paris, ed. Gauthier-Villars, 4 vols. Réédition, Paris, J. Gabay (1990). Tome III : Exposé de l'ensemble des théories relatives au mouvement de la Lune. Chap. IV, « Théorie de la Lune de Clairaut », pp. 46-60; « Théorie de la Lune de d'Alembert », pp. 60-64. Les chapitres V et VI sont respectivement consacrés à la première et seconde théories de la Lune d'Euler].

TISSERAND, F., ANDOYER, H.,

- [1985] *Leçons de cosmographie*, Paris, A. Colin (Ouvrage de grand intérêt scientifique et historique : voir en particulier la « Notice sur la Lune et son accélération séculaire », pp. 320-337).

TISSOT, AMEDEV,

- [1872] *Etude biographique sur Jean Le Fèvre, ouvrier tisserand, astronome, membre de l'Académie des Sciences*, Paris, J.-B. Dumoulin [Document électronique, Bib. Mun. de Lisieux :

<http://www.bmlisieux.com/>] (A. Tissot s'était contenté dans l'essentiel de recopier et de paraphraser Lalande. Ce travail n'est pas original).

TOURNÈS, DOMINIQUE,

[2000] « Pour une histoire du calcul graphique », *Revue d'histoire des mathématiques*, 6 (2000), pp. 127-161.

TURNER, ANTHONY J.,

- [1985] « France, Britain and the resolution of the Longitude Problem in the 18th Century », *Vis. Astr.*, vol. 28, parts 1/2, pp. 315-319 (numéro spécial du *Longitude Zero Symposium* 1984).

- [1996] « In the wake of the Act, but Mainly Before », in *Quest For Longitude*, Andrewes (dir.), Harv. Univ., Cambridge, Mass, pp. 130-131.

VALENTIN, MICHEL,

[1998] *Maupertuis. un savant oublié*, Rennes, La Découverte éd., coll. « l'amateur averti ».

VALLURI, S.R., WILSON, C., HARPER, W.,

[1997] « Newton's apsidal precession theorem and eccentric orbits », *J.H.A.*, vol. xxviii, pp. 13-27.

VAN HELDEN, ALBERT,

[1996] « Longitude and the Satellites of Jupiter », in *Quest For Longitude*, Andrewes (dir.), Harv. Univ., Cambridge, Mass, pp. 85-100.

VASSARD, CHRISTIAN,

[1999] « L'astrolabe » in *C.H.E.M.*, op. cit., pp. 13-30.

VELLUZ, LEON,

[1969] *Maupertuis*, Hachette, Paris.

VERDET, JEAN-PIERRE,

- [1990] *Une histoire de l'astronomie*, Coll. Points Sciences, Le Seuil ed., Paris

- [1998] *Histoire de l'astronomie ancienne et classique*, Paris, PUF, Coll. « Que sais-je? », n°165.

VIVIELLE (CDT), JEAN,

- [1929] « Petit historique de la Connaissance des Temps », *Revue de la Marine de Commerce*, pp. 338-341 [SHM Vincennes, 3 S 1800].

- [1933] « Le Chevalier Jean-Charles de Borda à l'Académie de Marine », in *Bi-Centenaire de la naissance du Chevalier Jean-Charles de Borda (séance publique du 4 mai 1933)*, Dax, Société de Borda, Labèque imprimeur, pp. 52-66.

WAFF, CRAIG B.,

- [1973] « Alexis Clairaut and his proposed modification of Newton's inverse-square law of gravitation », in *Avant, Avec, Après Copernic*, XXXIe semaine de synthèse, 1-7 juin 1973, Paris, A. Blanchard ed., 1975 ; pp. 281-288.

- [1975] *Universal Gravitation and the motion of the Moon's apogee : The establishment and reception of Newton's inverse-square law, 1687-1749*; Thèse non publiée en vue de l'obtention du Ph. D., Johns Hopkins University, Baltimore, Maryland.

- [1976] « Isaac Newton, the motion of the lunar apogee and the establishment of the inverse square law », *Vis. Astr.*, vol. 20, 99-103.

- [1995] « Clairaut and the motion of the lunar apse : the inverse-square law undergoes a test », in *The General History of Astronomy, Vol. 2B*, pp. 35-46, Cambridge University Press.

WAHICHE, JEAN-DOMINIQUE,

[1989] « L'administration de l'Observatoire de Paris au temps de la Révolution », in *L'Astronomie*, juin 1989, pp. 249-257.

WALLIS, RUTH,

[2000] « Cross-currents in Astronomy and Navigation : Thomas Hornby, FRS (1733-1810) », *Ann. Sci.*, 57/3, pp. 219-240.

WEIL, F.,

[1961] « La correspondance Buffon-Cramer », *R.H.S.A.*, 14, pp. 97-136.

WHITESIDE, DEREK T.,

- [1961] *Patterns of mathematical thought in the later Seventeenth Century*, *A.H.E.S.*, 1, pp. 179-388.

- [1976] « Newton's Lunar theory : from hope to disenchantment », *Vis. Astr.*, vol. 19, pp. 317-328.

WHITROW, G.J.,

[1991] *Time in history : views of time from prehistory to the present day*, N.Y., Oxford University Press.

WIDMALM, SVEN,

[1990] « Accuracy, Rhetoric, and Technology : The Paris-Greenwich Triangulation, 1784-88 », in Tore Frängsmyr, J.L. Heilbron, Robin Rider, 1990, *The quantifying Spirit in the 18th Century*, Berkeley, University of California Press, pp. 179-206.

WILSON, CURTIS A.,

- [1980] « Perturbations and Solar Tables from Lacaille to Delambre : the rapprochement of observations and theory, part I », *A.H.E.S.*, vol. 22, pp. 54-188 ; parties V-B, pp. 133-145 ; V-D, pp. 157-168.

- [1987] « On the origins of Horrocks's Lunar theory », *J.H.A.*, xvii, pp. 77-94.

- [1989a] « Predictive astronomy in the century after Kepler », in Taton & Wilson, 1989, *op. cit.*, vol. 2A, pp. 161-206.

- [1989b] « The Newtonian achievement in astronomy », in Taton & Wilson, 1989, *op. cit.*, vol. 2A, pp. 233-274, et en particulier, « *B. The motion of the apsides in general and of the lunar apse in particular* », pp. 262-268.

- [1993] « Clairaut's calculations of the Eighteenth-Century return of Halley's comet », *J.H.A.*, 24, pp.1-15.

- [1995a] « The problem of perturbation analytically treated : Euler, Clairaut, d'Alembert » in Taton & Wilson, 1995, *op. cit.*, vol. 2B, pp. 89-107.

- [1995b] « Factoring the lunar problem : Geometry, dynamics, and Algebra in the Lunar Theory from Kepler to Clairaut », in *Hamiltonian dynamical systems : history, theory and applications*, Dumas, Meyer, Schmidt eds., Springer-Verlag, pp. 39-57.

- [1995c] « Clairaut's calculation of the comet's return », in Taton & Wilson, 1995, *op. cit.*, vol. 2B, pp. 83-86.

- [2001] « Newton on the Moon's Variation and apsidal motion: The need for a newer "new analysis" », in Buchwald & Cohen, 2001, *op. cit.*, pp. 139-188.

WOOLEY, RICHARD

[1963] « James Bradley, Third Astronomer Royal », in *Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society*, vol. 4, n°1, pp. 47-52.

3. INSTRUMENTS SCIENTIFIQUES, HISTOIRE DE LA MARINE ET DE L'INSTRUCTION DES MARINS (OUVRAGES GÉNÉRAUX)

[1889] *Histoire de l'Ecole Navale et des institutions qui l'ont précédée, par un ancien officier, avec lettre du Vice-amiral Jurien de la Gravière*, Paris, Maison Quantin. (Nombreuses références aux Archives de la Marine. Si l'histoire contée est peu contextuelle, l'ouvrage fourmille de précieuses informations).

[1998] « La mer & la navigation », in *Cahiers de la Compagnie des Indes*, n°3, Lorient (voir notamment, P. Haudrère, « La route des Indes au XVIII^e siècle », pp. 7-14 ; M. Filliozat, « Le Neptune Oriental : une somme de la cartographie de la Compagnie des Indes », pp. 21-30 ; F. Mollet, « Longitude ! Longitude ! », pp. 35-48).

[2001] *Sur les traces des Cassini. Astronomes et observatoires du sud de la France*, (121^e congrès national des sociétés historiques et scientifiques, Nice, 1996), Paris, Comité des Travaux Historiques et Scientifiques, Editions du CTHS.

[2002] *Pierre BOUGUER. Un savant Breton au XVIII^e siècle*, Le Croisic et Institut Culturel de Bretagne (Discours et communications pour le Tricentenaire de la naissance de Pierre Bouguer, 1698-1998).

ACADÉMIE DE MARINE,

- [2002] *Académie de Marine, 1752-2002*, Paris, Académie de Marine, Ministère de la Défense (brochure pour le 250^e anniversaire de l'Académie).

- [2002] *La Marine des Lumières*, in *Neptunia*, n° 226, juin 2002 (plusieurs articles sur l'histoire et de rôle de l'Académie de Marine à Brest au cours de la seconde moitié du XVIII^e siècle).

ALLARD, MICHEL,

[1977] « Antoine-Louis Rouillé, secrétaire d'Etat à la Marine (1749-1754) : progrès scientifique et marine », *R.H.S.*, XXX/2, pp. 97-103 (quelques éléments sur les activités de Chabert).

ANDREWES, WILLIAM, J.H.,

[1996] « Even Newton could be wrong: The Story of Harrison's First three Sea Clocks », in *Quest For Longitude*, pp. 190-234. (Sur l'horloge marine de Henry Sully, pp. 192-195).

ANTHIAUME, ALBERT (L'ABBE),

- [1910] « L'enseignement de la science nautique au Havre-de-Grâce pendant les XVI^e, XVII^e et XVIII^e siècles », *Bull. de Géog. Hist. et Descrip.*, fasc. 1-2, pp. 92-107.

- [1920] *Evolution et enseignement de la science nautique en France et principalement chez les normands*, Le Havre, Le Havre-Eclair, 2 tomes et Paris, E. Dumont fils, 2 vols in-8°. [BN 8 V-41291 et 42294].

- [1927] *L'abbé G. Denys de Dieppe (1624-1689), premier professeur royal d'hydrographie en France*, Fécamp, Impr. Durand, 64 pp. [AD Calvados, Br 6000].

- [1931] « Les officiers de la marine militaire en France aux XVII^e et XVIII^e siècles », R.M., I, n°135; pp. 335-359; n°136, pp. 480-493.

AUGARDE, JEAN-DOMINIQUE

[1989] « La fabrication des instruments scientifiques du XVIII^e siècle et la corporation des fondeurs », in *Studies in the History of Scientific Instruments*, London, Rogers Turner Books Ltd, pp. 53-72. (Annexes : listes des principaux maîtres fabricants d'instruments scientifiques et des apprentissages sous leur direction, pp. 66-72).

BALCOU, JEAN,

[1987] *La mer au siècle des Encyclopédies*. Ouvrage collectif, actes du colloque de Brest, septembre 1984. Paris-Genève, Champion-Slatkine.

BEDINI, SILVIO A.,

[1994] « Science and instruments in seventeenth-Century Italy », *Variorum Collected Studies Series CS 448*, pp. 25-45; 89-115.

BOUDRIOT, JEAN,

[1972] « Les gardes de la Marine », *Neptunia*, 1^{er} trimestre 1972, pp. 31-36. [Bibl. IFREMER, Nantes].

BOURGOIN, JEAN,

- [1984] « L'hydrographie française au 18^{eme} siècle », in *Cols Bleus*, n° 1823, 3 novembre 1984, pp. 8-13.

- [1985] « L'hydrographie française au 18^{eme} siècle », C.D.H.M., n°11, 1^{er} semestre 1985, pp. 6-18.

- [1988] « Contribution des hydrographes et des marins. Les débuts de l'hydrographie française », in *Mesurer la Terre etc.*, Levallois J.J. (dir.), op. cit., pp. 293-310.

BOURGOIN, JEAN, LACOMBE, HENRI

[1993] *La longitude en mer à l'heure de Louis Berthoud et Henri Motel*, Ed. Antiquorum, Genève. (Recension d'ouvrage in « La vie des sciences », Tome 13, n°3, pp. 213-219, 1996, Académie des Sciences, Paris).

BRASSIER, PATRICK,

[1998] *Navigation astronomique. Manuel complet*, Paris, Librairie Vuibert.

CARDINAL, CATHERINE,

- [1984] *Ferdinand Berthoud (1727-1807), Horloger mécanicien du Roi et de la marine*. La Chaux-de-Fonds, Suisse, MIH.

- [1996] « Ferdinand Berthoud an Pierre Le Roy : judgement in the twentieth Century of a quarrel dating from the eighteenth Century », in *The Quest for Longitude*, Andrewes, J.H.W. (dir.), op. cit., pp. 281-292.

CÉLÉRIER, PIERRE,

[1975] *Technique de la Navigation*, Paris, PUF, coll. « Que sais-je ? », n° 498, pp. 96-113.

CHAPUIS, OLIVIER,

- [1997] *A la mer comme au ciel. Charles-François Beautemps-Baupré et La naissance de l'hydrographie moderne (1750-1850)*, thèse de 3^{ème} cycle, Université de Paris IV-Sorbonne, Paris.

- [2000] *A la mer comme au ciel. Beautemps-Baupré & la naissance de l'hydrographie moderne (1700-1850)*, Paris, PUF, Presses de l'Université Paris-Sorbonne (1060 pp.). Notamment l'introduction, pp. 23-40; chap. 1, « La seconde dimension », pp. 43-86 sur la navigation astronomique, l'implication des savants, et les éphémérides nautiques : informations générales parfois peu détaillées. Sur le Dépôt des journaux, cartes et plans de la Marine, sa gestion et le statut d'hydrographe de la Marine, voir pp. 160-227.

CHARLIAT, P.J.,

[1934] « L'Académie royale de marine et la révolution nautique au XVIII^e siècle », *Thalès*, tome I, pp. 71-82.

CRISENOY, JEAN DE,

[1864] « Les écoles navales et les officiers de vaisseau depuis Richelieu jusqu'à nos jours », *R.M.C.*, mois?? 1864, X, 759-791; mois?? 1864, XI, 86-127.

DANJON, A., COUDER, A.,

[1979] *Lunettes et Telescopes*, Paris, A. Blanchard (réed.); chap. XX, « Les instruments de l'astronomie de position », pp. 615-642 et chap. XXI, « Le perfectionnement des lunettes et des télescopes », pp. 643-671.

DAUMAS, MAURICE,

[1953] *Les instruments scientifiques aux XVII^e et XVIII^e siècles*, Paris, PUF ed.

DEACON, MARGARET

[1997] *Scientists and the Sea, 1650-1900. A study of marine science*, Aldershot (G.B.), Ashgate Publishing Limited (Voir en particulier, chap. 9, « Reawakening Interest in the Sea, 1700-1800 », pp. 175-198; chap. 10, « Widening Horizons: The Last Quarter of the Eighteenth Century », pp. 199-153).

DEPEYRE, MICHEL,

[2002] « Le Père Paul Hoste, fondateur de la pensée navale moderne ». Article électronique, Institut de Stratégie Comparée, Ecole Pratique des Hautes Etudes, Paris [http://www.stratisc.org/pub/pn/PN1_DEPEYREHOS.html, daté du 14/11/02].

DIDIER-NEUVILLE, H.,

- [1878a] « Les établissements scientifiques de l'ancienne marine », in *R.M.C.*, mars 1878, LVI, 695-708.

- [1878b] « Les établissements scientifiques de l'ancienne marine », in *R.M.C.*, mai 1878, LVII, 333-363.

- [1878c] « Les établissements scientifiques de l'ancienne marine », in *R.M.C.*, juin 1878, LVII, 535-551.

- [1878d] « Les établissements scientifiques de l'ancienne marine », in *R.M.C.*, octobre 1878, LIX, 60-74.

- [1879a] « Les établissements scientifiques de l'ancienne marine », in R.M.C., novembre 1879, LXIII, 448-464.
- [1879b] « Les établissements scientifiques de l'ancienne marine », in R.M.C., décembre 1879, LXIII, 666-681.
- [1880] « Les établissements scientifiques de l'ancienne marine », in R.M.C., septembre 1880, LXVI, 599-624. [Nantes, BU Droit, PDU 418].

DONEAUD DU PLAN, A.

- [1878] *Histoire de L'Académie de Marine*, Paris, Berger-Levrault et C^{ie} (1878-1882, 6 parties en 1 vol. in-8°). [Numérisé sur le site de la BNF, Gallica].
- [1878-1881] « L'Académie [Royale] de Marine [de 1752 à 1793] », R.M.C., vol. LVIII (1878) - LXXV (1882). [BU Droit, Nantes, PDU 418]. (Consulté également au S.H.M. à Brest, sur l'exemplaire ayant appartenu à A. Doneaud du Plan)⁷.

Détails : De 1752 à 1765 : *Revue Maritime et Coloniale*, septembre 1878, LVIII, 476-509; novembre 1878, LIX, 300-313; février 1879, LX, 389-409.

De 1769 à 1774 : août 1879, LXII, 323-357; octobre 1879, LXII, 76-103; janvier 1880, LXIV, 54-90; mars 1880, LXIV, 528-556; juin 1880, LXV, 539-560; juillet 1880, LXVI, 105-134.

De 1775 à 1783 : janvier 1881, LXVIII, 135-162; février 1881, LXVIII, 277-289; mars 1881, LXVIII, 573-596; mai 1881, LXIX, 320-342; août 1881, LXX, 338-364; octobre 1881, LXXI, 33-67; décembre 1881, LXXI, 362-402.

De 1784 à 1793 : février 1882, LXXII, 326-339; avril 1882, LXXIII, 67-84; mai 1882, LXXIII, 412-439; juillet 1882, LXXIV, 197-218; août 1882, LXXIV, 318-334; octobre 1882, LXXV, 154-178.

FILLIOZAT, MANONMANI,

- [1993] *D'Après de Mannevillette, capitaine et hydrographe de la Compagnie des Indes (1707-1780)*, Paris, thèse soutenue à l'Ecole Nationale des Chartes pour le diplôme d'archiviste paléographe [Archives Municipales de la Ville de Saint-Malo].

GERNOUX, ALFRED,

- [1955] « Hervé Rielle du Croisic (1654-1729) », in *Marins et Corsaires du Pays Nantais*, Nantes, Soc. Acad., pp. 43 et suiv. [Nantes, usuels du fonds local] (à prendre avec précautions).

GILLET, ANDRE,

- [2000] *Une histoire du point en mer*, Paris, Ed. Belin-Pour la Science.

GOULD, R. T.,

- [1923] *The marine chronometer, its History and Development*, J.D. Potter, London. (cf. introduction).

⁷. Je remercie ici vivement M^{me} Catherine Junges, conservatrice en chef des Archives au port de Brest pour m'avoir permis de consulter cet ouvrage.

GRANZOW, UWE,

[1986] *Quadrant, Kompass und chronometer : Technische Implikationen des euro-asiatischen Seehandels von 1500 bis 1800*, Beiträge zur kolonial und Überseegeschichte ; vol. 36. Stuttgart, Steiner ed.

GREZILLIER, J.,

[1978] « Le voyage de l'« Isis » et le problème de la longitude », *Navigation*, 104, octobre 1978, pp. 462-478

GUINOT, B.,

[1957] « Le point astronomique en mer », in *l'Astronomie*, mars 1957, pp. 107-111.

HAUDRÈRE, PHILIPPE,

- [1989] *La Compagnie Française des Indes au XVIII^e siècle (1719-1795)*, 4 vols., Paris, Librairie de l'Inde éditeur (il s'agit de la publication de la thèse de M. Haudrère soutenue pour le doctorat d'état le 22 mai 1787). Voir en particulier la seconde partie, « Le développement de la Marine », tome II, pp. 487 et suivantes.

- [1993] « La Compagnie des Indes » in R. Vincent (dir.), 1993, *Pondichéry, 1674-1761*, pp. 44-66.

- [1996] *Les flottes des Compagnies des Indes 1600-1857. Actes des V^{es} Journées franco-britanniques d'histoire de la Marine*, Lorient, 4-6 mai 1994. Vincennes, Service Historique de la Marine.

- [1997] « Jean-Baptiste d'Après de Manneville et les progrès de la connaissance dans l'Océan Indien au XVIII^e siècle, d'après les routiers et les cartes françaises », *Revue Française d'Histoire du Livre*, fasc. 94-95, pp. 53-62.

- [1998] « La Compagnie des Indes », in R. Vincent (dir.), 1998, *L'aventure des Français en Inde XVII^e-XX^e siècles*, pp. 37-58.

HAUDRÈRE, P., LE BOUËDEC, G.,

[1999] *Les Compagnies des Indes*, Rennes, Editions Ouest-France.

HENWOOD, PHILIPPE,

- [1987] « L'enseignement des gardes de la Marine d'après l'ordonnance de 1689 », C.D.H.M., n° 15, 1er semestre 1987, pp. 36-40.

- [1991] « La première Académie de Marine (Brest, 1752-1793) », in J. Dhombres (dir.), *La Bretagne des savants et des ingénieurs. 1750-1850*, Rennes, Ed. Ouest-France, pp. 36-46.

HILAIRE-PÉREZ, LILIANE

[1997] *L'expérience de la mer. Les européens et les espaces maritimes au XVIII^e siècle*, Paris, Seli Arslan ed.

JULIA, DOMINIQUE,

[1989] « La formation des Officiers de Marine dans la seconde moitié du XVIII^e siècle : des Gardes de la Marine aux écoles d'Alès et de Vannes », in *Vannes aux débuts de la révolution*, Vannes, Ed. les Amis de Vannes, pp. 57-124.

JURIEN DE LA GRAVIÈRE, (VICE-AMIRAL),

[1880] *La Marine des Anciens*, Paris, E. Plon et C^{ie}, 2 vols. [Nantes, 76.156].

KERST, D.W.,

[1975-76] « Longitude without time », *Journal of the Institute of Navigation*, vol. 22, n°4, pp. 283-292.

LEGAL (CAP^E DE VAISSEAU)

[1878] « Introduction des chronomètres dans la Marine Française. Historique du Voyage de l'Isis (1768-1769) », R.M.C., t. LVIII, 202^e livr., pp. 146-174.

LEGOHEREL, HENRI,

[1999] *Histoire de la Marine Française*, Paris, PUF, Coll. « Que sais- je ? », n°342.

LEVÔT, P.,

[1875] « Les écoles d'hydrographie de la Marine au XVII^e siècle », R.M.C., XLIV, Janvier 1875, pp. 165-169.

LUTUN, BERNARD,

[1995] « Des écoles de marine et principalement des écoles d'hydrographie (1629-1789) », in *Les ingénieurs*, S.T.P., vol. 34, pp. 3-30, Nantes.

MCKEON, ROBERT M.,

[1972] « Les débuts de l'astronomie de précision, II : Histoire de l'acquisition des instruments d'astronomie et de géodésie munis d'appareils de visée optique », *Physis*, Firenze, L.S. Olschki, Anno XIV, Fasc. 3, pp. 221-242.

MAITRE, VICTOR,

[1961] « L'instrument méridien », in *l'Astronomie*, avril 1961, pp. 159-163.

MARGUET (CDT), FRÉDÉRIC-PHILIPPE,

- [1918] *Une histoire de la Navigation (1550-1750)*. Traduction de *l'Introduction aux Eléments de Navigation* de J. Robertson (1780), Paris, A. Challamel (in-8°, 56 pp.).

- [1931] *Histoire générale de la navigation du XV^e au XX^e siècle*. Paris, Soc. d'Editions géographiques, Maritimes et coloniales [Nantes, 87.599*rouge]. (Reste encore l'ouvrage de référence en ce qui concerne la navigation astronomique. Malheureusement, Marguet ne cite pas ses sources, ce qui constitue le principal défaut de cet ouvrage).

MAY, W.E.,

[1960] « The last Voyage of Sir Clowdisley Shovel », *Journal of the Institute of Navigation*, vol. 13, pp. 324-332.

MERRIEN, JEAN,

[1995] *La vie des marins au grand siècle*, coll. Bibliothèque Océane, Rennes, Terres de Brume éd.

MEYER, JEAN, ACERRA, MARTINE,

[1994] *Histoire de la marine française des origines à nos jours*, Rennes, Ouest-France ed.

MOLLAT DU JOURDIN, MICHEL,

[1992] article (Histoire de la) Navigation, in *Encyclopedia Universalis*, tome 16, pp. 62-68.

MONVOISIN, J.-L.,

[1999] « Le département maritime de Nantes de sa création (vers 1670) à la fin de l'Ancien Régime », in *Bull. Soc. Archéol. de Nantes et de Loire-Atlantique*, T.134, pp. 187-201.

PAGET-TOMLINSON, HILL, H.O.,

[1958] *Instruments of navigation : a catalogue and description of the tools used by seamen to find their way*, London, National Maritime Museum.

PICCIOLA, ANDRE,

[1999] *Le comte de Maurepas. Versailles et l'Europe à la fin de l'Ancien Régime*, Paris, Librairie académique Perrin.

PRIOUL, CHRISTIAN,

[1987] « La Boudeuse en "Rivière de Loire", 1766 », *Enquêtes et Documents*, vol. XIII, pp. 5-34 (Nantes, Univ. et Ouest-Editions).

PROVOST, SYLVIE,

[1996] « Le cercle de Borda et la carte des îles Canaries », in *La Revue (CNAM, Paris)*, n°17, décembre 1996, pp. 21 et suiv.

RANDALL, ANTHONY G.,

[1996] « The timekeeper that won the Longitude Prize » in Andrewes (dir.), *The Quest For Longitude*, op. cit., pp. 235-254.

RANDIER, JEAN,

- [1973] *L'antiquaire de Marine*, Paris, Editions Maritimes et d'Outre-Mer.
- [1978] *L'instrument de Marine*, Paris, Arthaud ed. [Bib. Mun. St-Nazaire, usuels]
- [1998] *L'antiquaire de Marine*, Le Touvet, Ed. Marcel-Didier VRAC (rééd.).

RAYNAUD-NGUYEN, ISABELLE,

[1985] « Longitudes et méridiens dans les cartes nautiques françaises, XVII^e-XVIII^e siècles », C.D.H.M., n° 11, pp. 19-27.

REBESCO, H. DE,

[1879] « L'administration centrale de la Marine avant 1793 », R.M.C., avril 1879, vol. LXI, pp. 148-154.

RUSSO, FRANÇOIS,

- [1958] « L'enseignement des sciences de la navigation dans les écoles d'hydrographie aux XVII^e et XVIII^e siècles », in *Le navire et l'économie maritime*, Colloque tenu à l'Académie de Marine en mai 1957, Paris, pp. 177-194.
- [1964] « L'Hydrographie en France aux XVII^e et XVIII^e siècles : écoles et ouvrages d'enseignement », in *Enseignement et diffusion des sciences en France au XVIII^e siècle*, Taton (Dir.), Paris, Hermann, rééd. 1986, pp. 419-440.

SALLES, RENE,

[1991] *Si le temps m'était compté [...] Mesure et instruments*, Rennes, éd. Ouest-France.

SIZAIRE, PIERRE (CAP^E DE VAISSEAU),

[1952] « Le ciel et la mer », in *l'Astronomie*, janvier 1952, pp. 1-19.

STIMSON, ALAN,

[1996] « The Longitude Problem : The Navigator's Story », in Andrewes (Dir.), *Quest For Longitude*, op. cit., pp. 71-84.

TAILLEMITE, ETIENNE,

- [1986] « Le maréchal de Castries et les réformes de la Marine », C.D.H.M., n° 13, pp. 1-15.

- [1999] *Marins français à la découverte du Monde. De Jacques Cartier à Dumont d'Urville*, Paris, Fayard. (voir en particulier le chapitre XI, « La découverte au temps des Lumières », pp. 193-209).

- [2002] « L'Académie de Marine, une histoire tourmentée », *Chronique d'Histoire Maritime*, N°48, Septembre 2002, pp. 37-43.

TAYLOR, E.G.R., RICHEY, M.W.,

[1969] *Le marin géométrique. Les premiers instruments nautiques*, (trad. du Cdt Ropars), Paris, Editions Maritimes et d'Outre-Mer. [Usuels, MHST, La Villette, Paris]

TURNER, ANTHONY,

[1987] *Early scientific instruments*, Europe, 1400-1800. N.Y., Sotheby's Public.

TURNER, GERARD L'E,

[1998] *Scientific Instruments 1500-1900. An Introduction*, Berkeley, Philip Wilson Ed., University of California Press.

VERGÉ-FRANCESCHI, MICHEL,

- [1986a] « Un enseignement éclairé au XVIII^e siècle : l'enseignement maritime dispensé aux gardes », *Revue Historique*, tome CCLXXVI/1, fasc. 559, pp. 29-55.

- [1986b] « L'Ecole Royale de Marine du Havre au XVIII^e siècle », in *Etudes Normandes*, vol. 2, pp. 53-65.

- [1996] *La Marine Française au XVIII^e siècle. Les espaces Maritimes. Guerre-Administration-Exploration*, Paris, Coll. Regards sur l'Histoire, Sedes ed.

VILLIERS, PATRICK,

[1991] *Marine Royale, Corsaires et trafic dans l'Atlantique de Louis XIV à Louis XVI*, Lille III, Soc. Dunkerquoise d'Hist. et d'Archéol., Lille.

VINCENT, ROSE (DIR.)

- [1993] *Pondichéry, 1674-1761. L'échec d'un rêve d'empire*, Paris, Editions Autrement, série Mémoires, n°24. (Nombreuses considérations sur la Compagnie des Indes et les routes maritimes commerciales orientales).

- [1998] *L'aventure des Français en Inde XVII^e- XX^e siècles*, Paris, Editions Kailash.

Pour l'étude concernant les ordonnances de la Marine sur l'organisation de l'enseignement et les écoles d'hydrographie, la liste des ministres et secrétaires d'état à la Marine au cours du XVIII^e siècle établies pour l'annexe I, les sources suivantes ont été consultées :

- *Recueil des lois relatives à la Marine et aux Colonies*, BNF [usuels SHM Vincennes].
- « Recueil général (et factice) des actes du pouvoir souverain », AN, MAR, sous-série A¹, cartons 86-150 (années 1751 à 1790).
- [1689-1752] *Recueil d'ordonnances, édits, arrêts etc., rendus de 1689 à 1752, confectionné par un commis de la Marine du Dépôt des papiers de la Marine nommé François Garreault (1701-c. 1792)*. [usuels du CARAN].
- [1764] *Ordonnance du Roi concernant la Marine, projet de 1764* [SHM, V, 53 G 39].
- [1765-1766] *Ordonnance du Roi concernant la Marine, du 25 mars 1765 et ses satellites, éd. de 1766* [SHM V, 53 G 15].
- [1786] *Ordonnances et règlements de 1786, dits « Code Castries »* [SHM, V, 53 G 2].

ASTORKA, MME (DIR.), DAUCHART, M., SERGE, J.-P.,

[S.D.] *Inventaire de la série 1A¹. Commandement de la Marine à Toulon, Lettres de la cour aux intendants commissaires généraux, ordonnateurs et commandants de la Marine. Réponses aux lettres de la cour par les intendants et commissaires généraux, 1711 à 1792 (numéros 01 à 259)*, Service Historique de la Marine à Toulon, Toulon Naval [non paginé].

BLONDEAU, VIAL-DU-CLAIRBOIS,

[1783-1789], *Dictionnaire de Marine*, Encyclopédie Méthodique, Paris, Panckouke, 3 vols. et un atlas.

HENRAT, PHILIPPE,

[1990] *Innovations Techniques dans la Marine, 1641-1817. Mémoires et Projets reçus par le département de la Marine (Marine G 86 à 119). Inventaire Analytique*, Archives Nationales, Paris, pp. 12-13 en particulier.

ISNARD, ALBERT,

[1910-1960] *Catalogue général des livres imprimés de la Bibliothèque Nationale. Actes Royaux*, Paris, Imprimerie Nationale, 7 vols. Tome III, 1666-1699; t. IV, 1700-1715; t. V, 1715-1755; t. VI, 1755-1789; t. VII, Index. [Nantes, usuels]. **ISNARD, A. ET HONORÉ, S.,**

1910-1960, [Recueil des] *Actes royaux jusqu'en 1789* [le 5 mai 1789], 7 vols., *Catalogue général des livres imprimés de la Bibliothèque Nationale de France*, Paris. (volumes III à VI) - référencé sous l'appellation "Actes" [Nantes, usuels].

JULIA, DOMINIQUE,

[1989] « La formation des officiers de Marine dans la seconde moitié du XVIII^e siècle : des gardes de la Marine aux écoles d'Alès et de Vannes », in *Vannes aux débuts de la Révolution*, Vannes, pp. 57-124.

TORCHET DE BOISMESLÉ, JEAN-BAPTISTE,

[1744-1746] *Histoire Générale de la Marine, contenant son origine chez tous les peuples du monde, ses progrès, son état actuel et les expéditions maritimes anciennes et modernes*, 2 vols., Paris. Cette histoire s'arrête en 1715. [Nantes, 19554].

VALIN, RENE-JOSUE,

[1776] *Nouveau commentaire sur l'ordonnance de la marine du mois d'Août 1681 où se trouve[nt] [...] des nouveaux règlements concernans la Navigation & le commerce maritime*, 2 tomes, Paris.

Cette édition revue et corrigée diffère de la première édition publiée en 1760 à La Rochelle. *Ordonnance de 1681 relative à l'hydrographie*, t. I, pp. 219-231. René-Josué Valin (1695-1765) était procureur de l'Amirauté de la Rochelle. [Nantes, 8635].

Résumé

Se basant sur de nombreuses archives, cette recherche se propose de réexaminer quarante années d'astronomie nautique (entre 1740 et 1780), durant lesquelles la méthode des distances lunaires — la méthode la plus usitée jusque dans les années 1850 pour la détermination des longitudes en mer — est mise au point, notamment par l'abbé Nicolas-Louis de Lacaille, et se voit finalement codifiée par le chevalier Jean-Charles de Borda.

Cette étude va s'attacher en particulier à reconsidérer les travaux scientifiques de savants de l'Académie des Sciences, Pierre-Louis Moreau de Maupertuis, Pierre Bouguer, Alexis Clairaut, Pierre-Charles Le Monnier et Jérôme Lalande, avec leur statut officiel méconnu de « *préposé au perfectionnement de la navigation* ». A la lumière de nombreuses mises à jour biographiques et de correspondances, on pourra mieux comprendre leurs influences mutuelles et leurs relations avec le milieu maritime. De même, on s'intéressera à la diffusion des méthodes auprès des marins, ainsi qu'à la manière dont la *Connaissance des Temps* — publication officielle de l'Académie des sciences et rivale du *Nautical Almanac* britannique — devient peu à peu un almanach nautique sous les actions de Jérôme Lalande, Pierre Méchain et des ministres de la Marine successifs.

On sera ainsi amené à porter un nouveau regard sur l'œuvre théorique d'Alexis Clairaut concernant le mouvement de la Lune, œuvre bien plus cohérente que l'on ne l'imaginait auparavant.

Mots-Clés : Astronomie nautique ; longitudes en mer ; distances lunaires ; éphémérides ; tables de la Lune ; mécanique céleste ; histoire de l'astronomie ; histoire de la navigation. Bouguer ; Clairaut ; d'Après de Manneville ; Lalande ; Lacaille ; Le Monnier ; Académie des sciences ; Marine.

Abstract

Based on numerous archives, correspondence and manuscripts, this research is dedicated to forty years of nautical astronomy in France, between 1740 and 1780. During this period, the method of lunar distances — the most used one for the determination of longitudes at sea up to the years 1850 — is developed by the abbé Nicolas-Louis de Lacaille and codified by the chevalier Jean-Charles de Borda.

This study reconsiders the scientific works of members of the French Academy of Sciences, Pierre-Louis Moreau de Maupertuis, Pierre Bouguer, Pierre-Charles Le Monnier, Alexis Clairaut and Jérôme Lalande, who were given the little known official responsibility of « *préposé au perfectionnement de la navigation* », i.e., persons in charge of improving navigation. With the help of unknown correspondences and biographic updates, this work clarifies their mutual influences and their relationships with the maritime sphere.

One important aim of this work is to examine how these methods were dispatched to seafarers and how the *Connaissance des Temps* — the official ephemeris of the Academy of sciences, in competition with the british *Nautical Almanac* — became a nautical almanac under the actions of Jérôme Lalande, Pierre Méchain, and the successive ministers of the French Navy.

This study also sheds a new light on the theoretical work of Alexis Clairaut on the Lunar motions. It appears to be more consistent than we have imagined before.

Key-words: Nautical astronomy ; Longitudes et sea ; Ephemeris ; Lunar tables ; Lalande ; Lacaille ; Clairaut ; Bouguer ; French Academy of Sciences ; History of astronomy ; History of astronomical navigation.

UNIVERSITÉ DE NANTES
FACULTÉ DES SCIENCES ET DES TECHNIQUES
CENTRE FRANÇOIS VIÈTE

L'ASTRONOMIE NAUTIQUE AU XVIIIème SIÈCLE
EN FRANCE :
TABLES DE LA LUNE ET LONGITUDES EN MER

TOME III
(Bibliographie, Annexes)

THÈSE DE DOCTORAT

Ecole doctorale : Connaissances, Langages, Cultures
Discipline : Histoire des sciences et des techniques

Présentée et soutenue publiquement par

Guy BOISTEL

Le jeudi 25 octobre 2001 devant le jury ci-dessous

<i>Président</i>	M. Patrice BAILHACHE • Professeur • Nantes
<i>Rapporteurs</i>	M ^{me} Michelle CHAPRONT-TOUZÉ • Astronome • Observatoire de Paris M. Philippe HAUDRÈRE • Professeur • Angers
<i>Examineurs</i>	Dr. Michael HOSKIN • Professeur • Cambridge M ^{me} Danielle FAUQUE • Chercheur associé • Orsay, Paris M. Jacques GAPAILLARD • Professeur • Nantes

Directeur de thèse : M. Jacques GAPAILLARD

ANNEXES

TABLE DES ANNEXES

ANNEXE I

Liste des ministres et secrétaires d'Etat à la Marine au XVIII^e siècle.

ANNEXE II

Esquisse d'un inventaire des mémoires sur les longitudes déposés auprès du ministre de la Marine, de l'Académie Royale des Sciences et de l'Académie Royale de Marine entre 1714 et 1793 (cette table est commentée et analysée dans le chapitre I.1).

ANNEXE III

Listes des principaux académiciens et savants appointés par la Marine, de 1739 à 1789, avec leurs statuts et appointements.

ANNEXE IV

Un manuscrit inédit de l'abbé Nicolas-Louis Lacaille sur les longitudes en mer, conservé aux Archives Nationales de France [CARAN, AN, MAR, 2 JJ 69, pièce 19b (1754)].

ANNEXE V

Edition de deux lettres inédites échangées entre Alexis Clairaut et Augustin-Nathaniel Grischow. Extrait des premières tables de la Lune de Clairaut (1751), conservées aux Archives de l'Académie des Sciences de Russie à Saint-Pétersbourg [A.A.N.] :

- Lettre n°1. A. Clairaut à N. Grischow de Paris, le 2 janvier 1751 [1752] [A.A.N., f.1, op. 53, N 6/4, fol. 1-2r°].
- Lettre n°2. N. Grischow à A. Clairaut, de Saint-Pétersbourg, septembre 1755 [A.A.N., f.1, op. 3, n. 20, fol. 119-120v°].
- Un exemple d'un calcul d'un lieu de la Lune par Clairaut, sur ses premières tables établies pour le concours de l'Académie des sciences de Saint-Pétersbourg [A.A.N., f.1, op. 77, n.6, fol. 1-8r° (14 pp.), s.d.].

ANNEXE VI

Courtes notices biographiques de quelques personnages cités dans cette étude.

ANNEXE I

MINISTRES ET SECRÉTAIRES D'ÉTAT A LA MARINE AU XVIII^e SIÈCLE

Les noms d'usage dans la correspondance sont mis en majuscules. La liste présente les ministres successifs par ordre chronologique. Les dates varient selon les auteurs qui ne précisent généralement pas s'il s'agit de la nomination dans le poste ou de la prise de fonction. Les dates adoptées ici sont les plus communément admises.

PONTCHARTRAIN, Jérôme Phélypeaux (Comte de) : du 6 septembre 1699 au 31 août 1715.

En 1715, le secrétariat d'Etat à la Marine est supprimé. Il est remplacé par un **Conseil de Marine**, du 1^{er} septembre 1715 au 16 mars 1723. Ce conseil a pour Présidents :

- Victor Marie **D'ESTRÉE**, Maréchal de France, Président du Conseil de la Marine, du 1^{er} septembre 1715 au 24 septembre 1718.
- Joseph Jean-Baptiste Fleuriau Sieur **d'ARMENONVILLE**, secrétaire d'état (pour la signature des dépêches seulement) du 24 septembre 1718 au 9 avril 1722.

MORVILLE, Charles Jean-Baptiste Fleuriau d'Armenonville (Comte de) : Morville prend le département de la Marine dans son intégrité le 17 ou le 22 mars 1723, au 13 août 1723.

MAUREPAS, Jean-Frédéric Phélypeaux (Comte de) : ministre du 14 août 1723 au 29 avril 1749.

ROUILLÉ¹, Antoine-Louis Comte de Jouy : ministre du 30 avril 1749 au 30 juillet 1754

MACHAULT d'ARNOUVILLE, Jean-Baptiste de : ministre du 31 juillet 1754 au 31 janvier 1757.

PEIRENC de MORAS, François-Marie : du 1^{er} février 1757 au 30 mai 1758.

Marquis de MASSIAC, Claude-Louis : du 1^{er} juin 1758 au 30 octobre 1758 ayant comme adjoint, Le normand de **MEZY**.

BERRYER, Nicolas-René : ministre du 1^{er} novembre 1758 au 3 octobre 1761.

CHOISEUL, Etienne-François de, duc de Stainville : ministre du 4 ou 14 octobre 1761 au 6 avril 1766.

Le DUC DE PRASLIN, César-Gabriel de CHOISEUL : ministre du 7 avril 1766 au 23 décembre 1770.

TERRAY, Joseph-Marie, contrôleur Général : ministre de la Marine par intérim, 25 décembre 1770 au 8 avril 1771.

BOURGEOIS DE BOYNES, Pierre-Etienne : ministre du 8 avril 1771 au 19 juillet 1774.

¹. A noter qu'Antoine-Louis Rouillé semble avoir été nommé secrétaire d'Etat à la Marine le vendredi 28 avril 1749, si l'on en croit Mme du Deffand : [...] et M. Rouillé fut déclaré hier secrétaire d'Etat à la marine. Voilà un événement qui est surprenant, mais qui, dans le fond, ne l'est que parce qu'il n'est pas arrivé plus tôt.

[HERVE, G., 1911, *Lettres de la marquise du Deffand à Maupertuis*, in *Revue de Paris*, n° 20, 15 octobre 1911, pp. 763-778, lettre du samedi 29 avril 1749, p. 776].

TURGOT, Anne-Robert-Jacques : ministre du 20 juillet 1774 au 24 août 1774 (Intérim ?)

DE SARTINES, Antoine-Raymond, Jean-Guilbert-Gabriel : ministre du 24 août 1774 au 3 octobre 1780.

Le Marquis DE CASTRIES, Charles-Eugène Gabriel de la Croix, Maréchal de France : ministre du 4 octobre 1780 au 23 août 1787.

MONTMORIN-SAINT HÉREM, Armand-Marc (Comte de), ministre des affaires étrangères, chargé de la Marine par intérim, du 25 août 1787 au 25 décembre 1787.

DE LA LUZERNE, César-Henri (Comte de) : ministre du 26 décembre 1787 au 23 octobre 1790 (nommé en octobre mais action effective en décembre).

CLARET DE FLEURIEU, Charles-Pierre : ministre du 24 octobre 1790 au 5 mai 1791.

THÉVENARD, Antoine-Jean-Marie, chef d'escadre : ministre du 6 mai 1791 au 17 septembre 1791.

de LESSART, Claude Waldec, ministre des affaires étrangères, chargé de la Marine par intérim, du 18 septembre au 1^{er} octobre 1791.

BERTRAND De MOLEVILLE, Antoine-François (Comte de) : ministre du 2 octobre 1791 au 14 mars 1792.

de LA COSTE, Jean : ministre du 15 mars 1792 au 20 juillet 1792.

DU BOUCHAGE, François-Joseph Gratet (vicomte) : ministre du 21 juillet 1792 au 11 août 1792.

MONGE, Gaspard : ministre du 10 août 1792 au 10 avril 1793.

DALBARADE, Jean : ministre puis commissaire de la Marine et des Colonies, du 10 avril 1793 au 1^{er} juillet 1795.

REDON DE BEAUPRÉAU, Jean-Claude : commissaire de la Marine et des Colonies, du 22 juillet 1795 au 3 novembre 1795.

ANNEXE II

ESQUISSE D'UN INVENTAIRE DES MÉMOIRES SUR LES LONGITUDES A LA MER PRÉSENTÉS AU DÉPARTEMENT ET AU MINISTRE DE LA MARINE, À L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES, À L'ACADÉMIE [ROYALE] DE MARINE À BREST ENTRE 1714 ET 1793

Les dates retenues correspondent à peu près à l'annonce d'une récompense par le Régent (1716) et l'instauration du prix Rouillé de Meslay (1714-1719) pour la borne inférieure, à la suppression des Académies d'Ancien Régime en août 1793, pour la borne supérieure.

SOURCES

- Archives Nationales, fonds Marine : séries C2 ; C7 ; G 86 à 94 ; 2 JJ 66 à 71 ; 3 JJ 1-16 et 3 JJ 49.
- Fonds de l'Académie de Marine du S.H.M. à Vincennes : ARM 76 à 110.
- Archives de l'Académie des Sciences à Paris : Registres manuscrit des séances ; pochettes de séances.

Abréviations : R. = Rapport.

La date des rapports, le nom des commissaires, et un extrait du contenu du contenu du rapport sont indiqués quand il a été possible de les identifier.

Outre les pièces des anonymes et des personnages inconnus, quelques pièces inédites de Lacaille et de d'Après de Mannevillette ont été identifiées, ainsi que des lettres et rapports d'académiciens dont on dressera ultérieurement un inventaire.

Les noms des académiciens et des personnages importants ont été mis en lettres capitales pour permettre une identification plus rapide.

ANNÉE	AUTEUR	MÉMOIRE PRÉSENTÉ ET INFORMATIONS DIVERSES	COMMISSAIRES ET RAPPORTEURS. DATES ET REMARQUES DIVERSES.
1713	BOISSAYE DU BOCCAGE	Hydrographe au Havre. En 1713, sur les méthodes graphiques. Résumé sur un seul disque, le quartier de réduction, les heures et levers et couchers du Soleil [AN MAR, 3 JJ 8, 44]	
1714	HAUTEFEUILLE	- 1709 : <i>Supplique adressée au roi au sujet de deux moyens qu'il a trouvés de connoître les longitudes sur la mer et pour lesquels les savants ne lui ont pas rendu justice.</i> (4 pp., in-4°). Le mémoire de Hautefeuille est imprimé et est à la BN [V. 10291]. - <i>Mémoire de l'abbé de Hautefeuille sur des instruments d'optique de son invention, destinés à faciliter l'observation des satellites de Jupiter et les relèvements des hauteurs des astres.</i> Hautefeuille conteste l'utilité de l'arbalétrille et la compétence des pilotes. L'instrument proposé est un astrolabe. [AN MAR, G94, fol. 5 -8] imprimé in-4°, 20 pp. (S.L.N.D.) : <i>La perfection des instruments de mer [...] prendre les hauteurs jusqu'à la précision d'une minute [...] observer les éclipses des satellites de Jupiter pour connoître la longitude.</i>	R. du Cap ^e Renau d'ELIÇAGARAY ; protestations, le 9 déc. 1714. - 26 fév. 1715 - R. négatif de COUBARD (1682-1715), professeur d'hydrographie à Brest : sur l'impossibilité d'observer en mer les éclipses des satellites de Jupiter. Difficultés de déterminer l'heure de ces observations et l'inadéquation des instruments proposés. [AN MAR, G94, f. 9-12] - 31 mai 1715, R. sévère de l'abbé BIGNON (ARS) sur les propositions de Hautefeuille.
1715	DESLONGCHAMPS	Brest, 25 nov. 1715. <i>Explication du Quartier Français, nouvellement composé par Deslongchamps, maître d'Equipage à Brest, pour observer la hauteur du Soleil et des étoiles sur l'horizon, et trouver la latitude tant sur mer que sur terre, avec la même facilité et beaucoup plus de justesse qu'on ne le peut faire avec la flèche, l'astrolabe et le quartier anglais, 4 ff (7 pages).</i> Mémoire accompagné d'un dessin de l'instrument appelé le <i>quartier français</i> et des explication. il s'agit en fait d'un octant de 18 pouces de rayon. [AN, MAR, 3 JJ 10, 15]	
1722	DU LYS (Antoine)	Montpellier, 26 janvier 1722. <i>Mémoire de la longitude adressé au Maréchal d'Estrée, vice - amiral de France.</i> [AN MAR, 3 JJ 7, 11] Du Lys est médecin de la Soc. Roy. de Montpellier. Il s'agit d'une demande de fonds pour la construction promise d'un instrument qui n'est pas décrit.	Demande jugée inutile (n.s.).

1726	SULLY Henri	Le 22 mars 1724. Imprimé de 48 pp. (+ 1 pl.). Sully est horloger de Mge le duc d'Orléans. <i>Description abrégée d'une horloge d'une nouvelle invention pour la juste mesure du temps sur mer avec le jugement de l'Académie royale des sciences sur cette invention et une dissertation sur la nature des tentatives pour la découverte des longitudes dans la navigation & sur l'usage des horloges pour la mesure du tems sur mer</i> , Paris, Briasson. [AN, MAR, 3 JJ 13, pièce 14].	Approbation de l'ouvrage par Jacques CASSINI, signée le 27 déc. 1725.
1727	CLAIRAUT (Père) Jean-Baptiste	Paris, 23 août 1727. <i>Description d'un instrument où les opérations de trigonométrie sont jointes avec les usages ordinaires de la planchette, de l'astrolabe et du quartier de réduction; pour lever la carte d'un país, faire des multiplications, divisions, extractions, toisez, jester des bombes, prendre la hauteur des astres, et résoudre les routes de navigation, sans calculs, bine plus promptement et avec presque autant de précision qu'en employant les tables de logarithmes, des sinus, tangentés, etc.</i> Mémoire déposé au secrétariat de l'Académie, 12 pp., daté du 23 août 1727. [Taton, 1956, 167]	R. le 3 sept. 1727. Commissaire inconnu.
1728	MONTIGNY	<i>Invention d' une double arbalétrille par M. de Montigny et destinée à relever les hauteur des astres à la mer.</i> [AN MAR, G94, f. 31]	R. positif de LAGNY et CASSINI, le 3 fév. 1728 (PV 31 janv. 1728)
1729	GALARD	10 mars 1729, Lettre au Cardinal de FLEURY : annonce de la découverte des longitudes par le comte de Galard, colonel d'Infanterie de la Province d'Argonne. Le 3 avril 1729, avec l'autorisation d'ANGERVILLERS, Galard est transféré à la MARine (sans regrets..)	
1729-31	MEYNIER	Trois lettres de MEYNIER, ingénieur au Havre, 1729 - 1731 (rien d'intéressant stipule le texte de présentation); - 8 juillet 1731 : Meynier propose un compas de variations ; - 10 juillet 1731 : idem. - année 1729 : prix (ARS) de 2000 livres proposé par l'Académie pour la meilleure méthode d'étudier les variations de la boussole en mer. Meynier propose son compas magnétique. [AN MAR 3 JJ 10, 28]	R. de l'examen par la commission réunie à Toulon le 9 janvier 1733 : qualités éminentes du compas de variation et du planisphère inventés par MEYNIER. [AN MAR, G94, f. 40] Pierre BOUGUER a écrit des commentaires, <i>Remarques sur le mémoire de Meynier touchant la meilleure méthode d'observer en mer la déclinaison de la boussole</i> , s.l.n.d., in-12, 24 pp. [Nantes, 19.739*noire].
1730	anonyme	<i>Essai sur le calcul de la longitude au moyen d'une pendule à deux cadrans.</i> S.D. [AN MAR, G94, fol. 32-39]	

1730	MAUNY, René	<p><i>Mémoire sur les longitudes.</i> René Mauny est ingénieur du roi. L'imprimé porte le titre de <i>Moyen pour connoître les longitudes sur mer</i>, Paris, J.-B.-C. Ballard, 8 pp. [Copie BN Vp 3438]. [AN MAR, 3 JJ 8, 46] Il s'agit des passages du Soleil au méridien (texte reproduit en annexe).</p>	
1731	FONTENELLE	<p>Mémoire de Fontenelle sur les longitudes, en utilisant une méthode basée sur l'apparition ou disparition des sommets de la Lune éclairés par le Soleil. [AN MAR, 3 JJ 7, 18] La méthode est donnée par Fontenelle et habilement attribuée à Grandjean de Fouchy dans HARS 1733 (Paris, 1735), Hist., pp. 76 et suiv.</p>	<p>Lettre de MAIRAN, 20 oct 1731 sur les longitudes de FONTENELLE : l'auteur a averti qu'il n'était savant ni en géométrie ni en astronomie; il se sert de la lune, mais ne va pas aussi loin qu'il le pourrait; mérite attention, le passage au méridien en étant la base. Mairan pense même qu'on a déjà dû proposer une méthode de ce genre auparavant. Selon Mairan, l'ARS a à examiner une foule de mémoires de ce genre-là tous les jours !.! le transmet toutefois à l'ARS.</p>
1731	PITOT	<p>(S.L.N.D.) <i>Description & usage d'un nouvel instrument propre à observer les hauteurs & latitudes sur la mer</i>, 8 ff. (15 pp.). Il s'agit d'un demi quart de cercle. [AN MAR, 3 JJ 10, 16]</p>	
1731	Anonyme	<p><i>Table des mouvements du Soleil pour navigateurs</i>, lu à l'ARS. [ARS, PS 1731]</p>	
1733	Charles CLOAREC	<p>De Brest où Cloarec est pilote. Il compare les longitudes sur diverses cartes et dans la CDT. Il note les écarts et réclame que l'ARS « nous donnassent une connoissance plus amples de leurs observations ». [AN MAR, 3 JJ 49, 34, n°7]</p>	

1733	VANDE	<p>17 mars 1733, Bordeaux :</p> <p><u>Mémoire au sujet de ce qui se pourroit faire pour procurer aux marins les moyens de conserver l'heure en mer, l'heure du lieu de départ de leurs navires le plus exactement possible et de s'en servir pour déterminer la longitude à peu près avec autant de précision qu'on y a la latitude et par la seule observation nécessaires a celle-cy</u>."</p> <p>Cette méthode suppose une montre ou horloge régulière. Vande propose toutefois un équipement de la Marine en montres (sic), un encouragement à diffuser les montres marines et un arrangement possible pour un almanach nautique. Ce qui fait de Vande un visionnaire !</p> <p>[AN MAR, 3 JJ 7, 7]</p>	<p>Mémoire envoyé par Rouillé en août 1733 à la Galissonnière qui en gardé copie pour le dépôt.</p>
1734	LE TEXIER	<p>26 mars 1734 . DLM à l'aide de passages des astres au méridien, et des montres supposées parfaites.</p> <p>[AN, MAR, 3 JJ 7, 19]</p>	<p>R. négatif de MEYNIER (ingénieur du Roi), du 17 mai 1734 à Versailles, en 4 pp. : cette méthode suppose une montre parfaite, de marche régulière. Méthode à rejeter.</p>
1734	de QUEREINEUF (avocat à Quimper)	<p><i>Invention de deux instruments de navigation.</i> (sept. à nov. 1734).</p> <p>[AN MAR, G94, f. 42-43]</p>	<ul style="list-style-type: none"> - demande d'examen le 7 sept. 1734, du ministre à M. Robert, intendant de la marine à Brest. - Examen par la commission réunie à Brest le 7 oct. 1734, par ordre de M. Robert à M. Deslandes (contrôleur de la marine à Brest) (f. 42) - R. de la commission : avis élogieux sur les instruments et projet d'expérimentation, le 20 nov. 1734 (f. 43).
1736	de LA JONCHERE	<p>Mémoire imprimé intitulé, <i>Découverte des Longitudes, estimée généralement impossible à trouver suivies de tables dressées sur les premier méridien pour en procurer à toutes personnes l'usage facile tant par terre que par mer tous les jours & en tous lieux</i> (sans privilège, imprimé aux frais de l'auteur), 1736.</p> <p>[AN MAR, 3 JJ 8, 47]</p> <p>L'auteur propose une méthode basée sur les passages de la Lune au méridien. Ce texte occasionne une réponse d'un avocat rennais nommé Seguin. Il fait l'objet de critiques formulées dans les <i>Mémoires de Trévoux</i>.</p>	
1736	PITOT	<p>« Résolution d'une question astronomique vitale à la navigation par M. PITOT » : <i>Trouver l'heure du jour la hauteur du pôle et l'azimuth pour la variation de l'aiguille aimantée en observant deux fois la hauteur du soleil ou d'un autre astre avec le temps écoulé entre les deux observations.</i> 4 ff</p> <p>[AN MAR, 3 JJ 13, 12, fol. 1-4]</p>	

1736	Anonyme	Lettre mss, 2 ff. : considérations sur les nouvelles tables de la Lune de Halley auxquelles on fait le meilleur accueil. l'auteur manifeste l'espoir de voir les distances lunaires être résolues. Les occultations d'étoiles par la Lune sont présentées comme le meilleur moyen mais restant d'emploi délicat en mer. [AN MAR, 3 JJ 13, 12]	
1736	anonyme	Détermination de la longitude de l'abbaye bénédictine de Saint-Mathieu, 1736 à l'aide des satellites de Jupiter et d'une éclipse de Soleil; rectification de la carte de Bretagne; différence des méridiens trop grande de 3'8"3/4. [AN MAR, 3 JJ 49, 29]	
1737-38	de SERIGNY DE LOIRE	<i>Remarques et Observations faite sur le nouvel instrument destiné à prendre hauteur éprouvé dans la campagne de la Louiziane sur la Fluste Lorox en 1737 et 1738 commandée par Sérigny de Loire et Lettres sur des améliorations diverses apportées à l'instrument pour prendre hauteur.</i> [AN MAR, 3 JJ 10, 34]	23 janvier 1739 : réponse de DU FAY sur une lettre de SERIGNY ; R. ARS, le 2 août 1738 : examen des modification apportées : marques de satisfaction apportées au travail de SERIGNY.
S.D. (1738)		<i>Mode d'emploi de l'Octant et dessin de cet instrument.</i> Imprimé (3 ff. S.D.) [AN MAR, G94, f. 66-69]	
1738	ROUBIN	Toulon, 26 mars 1738 . Lettre dans laquelle Roubin demande de quelle façon on manifestera (où l'on doit présenter la découverte) le secret sur la manière de trouver les longitudes. [AN MAR, 3 JJ 7, 20]	
1738	CLAIRAMBAULT	Marseille. <i>Moyen d'observer la longitude par une montre portative.</i> La montre est supposée parfaite. [AN MAR, 3 JJ 8, 48]	
1739	D'APRÈS DE MANNEVILLETTE	<i>Mémoire sur les instruments destinés à prendre les hauteurs des astres en mer.</i> ARS, PS 4 mars 1739.	R. de FOUCHY et LE MONNIER, 4 mars 1739
1740	D'APRÈS DE MANNEVILLETTE	Janvier 1740. Lettre mss : " <i>Sur la longitude de l'Isle de Bourbon</i> " : embarquement de Mannevillette sur le Penthièvre en janvier 1740. Lettre (1 ff.) ; observations à Terre à l'aide des satellites de Jupiter vers 1740 pour la position des Isles de Bourbon et de France. La seule date donnée correspond à une observation de D'Après de Mannevillette du 8 août 1740, d'une immersion du 1er satellite de Jupiter [AN MAR, 3 JJ 13, 12]	

1740	DE LA DRÉVETIÈRE (Louis-François Delisle de la Drevevière, 1682- 1756)	<i>La découverte des longitudes avec la méthode facile aux navigateurs pour en faire usage actuellement par M. de la Drévetière, sieur de Lisle.</i> imprimé, in-12, de 80 pp. [BN V. 23325] Note mss en marge : « cet ouvrage n'a pas mieux réussi que ceux qui l'ont précédé ou suivi ». [AN MAR, 3 JJ 8, 49] [AN, MAR, G94, fol. 85]	R. négatif de CASSINI et FOUCHY, le 23 juillet 1740, PV ARS 1740, t. 59, fol. 15 : « Malgré toutes les raisons qu'il apporte pour établir ce système, nous ne pouvons être de son avis et nous ne croyons pas que la navigation puisse tirer aucune utilité de cet ouvrage ». Le rapport est transmis au Ministre par Nicole, le 31 juillet 1740 [AN, MAR, G94, fol. 85].
1741	CLAIRAMBAULT	10 juin 1741. Méthode employant une horloge à pendule supposée stable et régulière. [AN MAR, 3 JJ 7, 22]	R. négatif de CASSINI III qui remet en cause le principe de stabilité des horloges.
1742-43	SIMONIN	2 mémoires dans lesquels l'auteur prétend prouver la fausseté du mouvement des corps célestes chez Newton et chez Copernic et la nécessité de réformer l'astronomie ; 4 pièces. Simonin est pour l'immobilité de la Terre. [AN MAR, 3 JJ 7, 25] On retrouve ces pièces avec des dates différentes, présentées à l'ARS entre le 3 fév. 1739 et le 15 juillet 1741 [AN, MAR, G 94, fol. 66; 70; 74; 78; 79; 81].	
1745	MANDILLO	<i>Le parfait Pilote</i> de M. Mandillo présenté à l'ARS.	R. BOUGUER et DUHAMEL. ARS, PV 22 déc. 1745, 321
1747	FERETTI	21 avril 1747 en latin : <i>solution d'un problème sur les longitudes.</i> Méthode basée sur la déclinaison magnétique. [AN MAR, 3 JJ 7, 3] ARS, mémoire présenté le 1 ^{er} juillet 1747.	la méthode est annoncée fausse : basée sur l'aiguille aimantée. R. ARS, BOUGUER et LE MONNIER. ARS, PV p. 307.
1748	CHABERT	<i>Mémoire sur la longitude de Buenos Aires</i> , 7 février 1748. ARS, PS 24 février 1748 ; PV 24 février 1748 p. 66.	R. de BOUGUER, LA CONDAMINE ET LE MONNIER HARS, 1748, 122 ; SAV ETR VII, 411.
1748	GRIFFON	<i>Pour connoître l'heure étant en mer par observation au Soleil</i> , le 3 août 1748. ARS, PS 23 août 1748. Il s'agit d'une méthode graphique et emploi du nocturnal.	R. négatif de LACAILLE.
1748	CHABERT	M. de Chabert, enseigne de Vaisseau., lettre de 4 pp. du 30 août 1748. <i>Projet d'observations astronomiques pour constater la position de l'entrée du Golphe de St Laurent des isles Roiale d Terre-Neuve, de Sable et des cotes de l'Acadie</i> [AN MAR, 3 JJ 49, 37]	

1749	BARADELLE	<i>Mémoire sur un nouvel instrument pour mesurer les latitudes sur mer</i> ; projet soutenu par LE MONNIER et BOUGUER. BOUGUER s'est même déplacé pour mettre la main à la pâte; l'objet est construit et n'attend plus que son financement (et remboursement des dépenses occasionnées)! Baradelle est ingénieur du roi pour les instruments de mathématiques, demeurant sur le quai de l'Horloge à Paris (vignette publicitaire en fin de mss). [AN MAR, 3 JJ 10, 21]	
1749	anonyme	<i>Mémoire sur la détermination des longitudes en mer.</i> La méthode exige une horloge régulière. [AN MAR, G94, f. 88-89]	R. de BOUGUER et lettre au ministre le 13 déc. 1749: impossibilité de fabriquer des horloges d'une régularité suffisante,
1750	SPERO MELIORA	le 11 mai 1750. Envoi au ministre d'un <i>Essai sur la détermination de la longitude au moyen d'horloges à sable</i> (2 ff). [AN MAR, G94, f. 92-95]	R. de BOUGUER et DUHAMEL DU MONCEAU, le 3 juin 1750 : caractère superfétatoire de ce travail et impossibilité de fabriquer des horloges marines ou des sabliers assez précis pour permettre de calculer la longitude à la mer. [AN MAR, G94, f. 91]
1750	COIGNARD (Pierre)	(St Gilles sur vie, Bas Poitou), 9 juin 1750. Mémoire adressé à Rouillé <i>sur le point fixe de la longitude sur terre et sur mer.</i> [AN MAR, 3 JJ 7, 12]	Rapport de BOUGUER, Rue des Postes du 17 juillet 1750 : méthode déjà proposée une infinité de fois, avec des horloges dont on imagine seulement la régularité; inutile ici avec un sablier !
1750	LACAILLE	<i>Avis aux astronomes par Lacaille sur les observations qu'il va faire au Cap de Bonne-Espérance ; imprimé de 4 pp. Lettre circulaire avec les données astronomiques nécessaires pour les observations correspondantes aux siennes</i> [AN MAR, 3 JJ 49, 33, n°1]	
1750	LACAILLE	Mémoire de Lacaille sur les observations qu'il se propose d'aller faire au cap de Bonne-Espérance 1751. <i>Mémoire sur le projet proposé par le Sr. De La Caille astronome de l'Académie Royale des Sciences</i> , 1 ff. annoté par le ministre. Note en haut à droite : <i>Gardé et remis au dépôt pour mémoire à l'attention du ministre pour ce qui regarde la sureté de la navigation.</i> [AN MAR, 3 JJ 49, 33, n°4]	
S.L.N.D	anonyme	<i>Nouvelles manières pour trouver la longitude tant à terre que sur mer</i> : [AN MAR, 3 JJ 7, 13] Il s'agit de déterminer l'ascension droite de la Lune [...] lorsqu'elle passe au méridien. Il semble qu'il y ait confusion entre ascension droite et hauteur observée au méridien.	

S.D. (1750)	Abbé PARÉ	Lettre et mémoire adressés au ministre. <i>Proposition de déterminer les longitudes à l'aide de montres marines et après plusieurs jours de tempêtes. Exemple de succès dans l'utilisation de ce procédé.</i> [AN MAR, G94, f. 98-99 et f. 104-106]	R. s.d. et n.s : impossibilité de fabriquer des montres de précision et de marche durable; caractère superfétatoire de ce procédé.
1750	SABREVOIS	Lettre au ministre le 26 oct. 1750. <i>Propositions du S^r. Sabrevois [...], sur une méthode pour trouver les points cardinaux sans le secours des astres [...]</i> . [AN MAR, G94, f. 100-101]	R. n.s.d. : doutes sérieux sur l'utilité de cette découverte [G94, f. 102-103]
1751	FERETTI	<i>Mémoire sur les longitudes</i> , le 20 février 1751 (voir 1747) ARS, PS 20 février 1751	R. négatif de LE MONNIER, le 24 février 1751.
1752	MACARY	<i>Mémoire sur la navigation</i> , présenté à l'ARS.	R. BOUGUER et DUHAMEL. PV 23 février 1752, p. 86.
1752	BRUHAUD	<i>Mémoire sur les longitudes</i> , présenté à l'ARS.	R. BOUGUER (seul commissaire) le 26 avril 1752. PV p. 224.
1752	GREFFIER	<i>Dissertation sur la longitude et la latitude therestre et maritime soumise aux profondes réflexions de Messieurs de l'A.R.S. à Paris.</i> (4 ff.) le 13 juillet 1752 : DLM à l'aide d'une montre et de l'observation des mouvements du Soleil. Récompense sollicitée par GREFFIER pour ses travaux. [AN MAR G94, f. 107-108 et 109-112]	R. ?? (PV)
1753	MAUPIN	Lettre du 17 janv. 1753 et copie : MAUPIN (et MANDILLO) demande des commissaires pour son mémoire sur les longitudes (la méthode n'est pas précisée). [AN MAR, 3 JJ 7, 23] - protestations de MANDILLO et MAUPIN contre la tyrannie de l'ARS et le refus de se prononcer. complaisance à l'égard du S ^r . de la Croix, le 6 juin 1753. [AN MAR, G94, f. 115-116]	DELISLE le renvoie sur la GALISSONNIÈRE qui le renvoie au ministre ; embarras de l'ARS devant l'affaire. (le sujet n'est pas connu mais De la Croix avait proposé en 1731 une méthode basée sur la déclinaison magnétique [AN, MAR, 3 JJ 7, 17 et 26].
1753 ??	DUHOULBEC (Le Maignan)	- 8 déc. 1749 : DUHOULBEC envoie au ministre son <i>Essai sur la longitude</i> et sollicite une affectation à Brest. [AN MAR, G94, f. 90]] - <i>Essay sur la longitude</i> [AN MAR, 3 JJ 7, 24]	Essai rapporté et ignoré par BOUGUER et DUHAMEL (à recouper avec la liste de PV ARS) : BOUGUER écrit ceci dans son rapport : « Il résulte que ce n'est qu'un galimathias, où il n'y a pas de bon sens, qu'un pilote qui écrirait un tel mémoire mériterait d'être cassé ».
1754	LACAILLE	<i>Projet pour rendre la méthode des Longitudes sur mer praticable au commun des navigateurs.</i> [AN MAR, 2 JJ 69, 16]	LACAILLE à MARALDI, février 1754, lû à l'ARS par Maraldi le 20 février 1754 et communiqué à PINGRÉ le 8 mars 1754; 5 pp; (3 ff.)

1754	LACAILLE	<p><i>Instruction détaillée pour l'observations et le calcul des longitudes sur mer par la distance de la Lune aux étoiles ou au Soleil.</i> (les exemples numériques sont donnés pour mai 1754); 13 pp, et</p> <p><i>Tables astronomiques</i> - usage et explications de ces tables (supposé être de 1750) :</p> <p>Très long mémoire manuscrit sans doute destiné à être imprimé, paginé jusqu'à la page 110 et il reste encore une centaine de pages de tables. Principes des distances lunaires pour les longitudes; les tables du Soleil et de la Lune sont construites sur celles de Halley; il est question de Bradley; calculs clairs et bien présentés.</p> <p>A partir de la page 61, le mémoire expliquant la méthode de trouver le longitude en mer est le même que celui de la pièce 3 ; ces mémoires n'en font qu'un seul.</p> <p>[AN MAR, 3 JJ 13, 3 et 9]</p>	
1754	d'APRÈS DE MANNEVILLETTE	<p><i>Observations astronomiques années 1751 jusqu'à 1757 (1764)</i> ; 61 ff. (122 pp.)</p> <p>Le texte est le journal des observations de Mannevillette, commençant le 29 juillet 1750.</p> <p>[AN MAR, 3 JJ 16, 59]</p>	
1754	LACAILLE	<p><i>Observations faites au Cap de Bonne -Espérance pour déterminer la parallaxe de la Lune, de Mars et de Vénus par Lacaille ; imprimé de 12 pp.; observations effectuées du 10 mai 1751 au 26 fév 1752.</i></p> <p>[AN MAR, 3 JJ 49, 33, n° 2]</p>	
1754	PEZENAS	<p><i>Recherches sur l'Octant de M. Hadley.</i></p> <p>[SHM, ARM 105, mémoire 16, remis le 12 septembre 1754]</p> <p>Mémoire imprimé dans les <i>Mémoires [...] de Marseille</i>, 1755, t. I.</p>	<p>R. le P. LAROCHE² lut le 26 sept 1754. Jugement favorable. Satisfaction de l'assemblée devant les recherches du P. PEZENAS (recherches de BORY en 1751 sur le même sujet).</p> <p>[Doneaud, 1878, RMC, t. LIX, nov., 304].</p>
1754	TARDIF	<p><i>Mémoire sur la navigation</i>, présenté à l'ARS.</p>	<p>R. BOUGUER et DE PARCIEUX, le 27 février 1754 puis le 2 MARS 1754. PV, p. 89 et p. 103.</p>
1755	MARTIN	<p><i>Mémoire sur la navigation</i> présenté à l'ARS.</p>	<p>R. BOUGUER et DELISLE, le 14 mai 1755.</p> <p>PV, p. 332.</p>

². Le père Laroche, jésuite, maître de mathématiques à Brest. Nommé Académicien Libre depuis la création de l'ARM en 1752.

1755	MANDILLO	<i>Division en deux parties de la découverte des longitudes fait par M. Mandillo, Cap de l'au Ganois au moyen d'une boussole universelle magnétique et d'un planisphère magnétique.</i> [AN MAR, 3 JJ 16, 56, n° 6]	Note : « on sait que Mandillo a fait imprimer cet ouvrage en 1754 ou 1755 à Paris chez Boudet et que le public n'a point goûté l'ouvrage qui est tombé ». [AN MAR, 3 JJ 16, 56, n° 6]
1755	BRANCAS-VILLENEUVE ³ (abbé)	(très long) Mémoire sur le secret des Longitudes, avec un projet d'almanach nautique. Etat des tables astronomiques annuelles, daté du 24 avril 1755, envoyé de Berci et adressé au ministre de la Marine. [AN, MAR, 2 JJ 69, fol. 109 et suiv.]	
1755?	(anonyme) LACAILLE	S.l.n.d. Très long manuscrit sur les tables astronomiques ⁴ d'environ 160 pages. Bien que sans titre, il s'agit sans équivoque du manuscrit des <i>Ephémérides des mouvements célestes</i> , certainement pour la décennie 1755-1765, dont l'auteur "anonyme" est évidemment LACAILLE. [AN, MAR, 3 JJ 13, pièce 9]	
1756	Le COMTE DE CRÉQUI	<i>Mémoire sur la navigation</i> présenté à l'ARS.	R. BOUGUER, MAIRAN et NICOLLE, le 18 déc. 1756. PV, p. 572.
1757	MAUPIN	Le 8 juin 1757. <i>Projet de DLM à l'aide d'une boussole magnétique universelle et d'un planisphère magnétique.</i> Projet d'enseignement de la théorie et de la pratique de ce système. Demande d'expérimentation à la mer. Intérêt manifesté par le vice-amiral de CONFLANS à l'égard de cette méthode. [AN MAR, G94, f. 117-118]	

³. L'abbé de Brancas est l'auteur de cinq volumes d'*Ephémérides cosmographiques* publiées pour les années 1750 à 1754 (Paris, Durand), dans lequel il manifeste la volonté de parler de tout, complétant ainsi la CDT (voir supra, partie II). Brancas n'est pas copernicien et encore moins newtonien ; il remet en cause cette vision du monde. Ses éphémérides avaient été approuvées par le censeur royal pour les mathématiques Montcauville. [Sgard, 1991, I, pp. 372-373 ; Chabot, 1999, I, p. 75]. Il est l'auteur en 1745 de *Lettres sur la cosmographie, ou le Système de Copernic réfuté* (Paris, in-8°), à propos duquel Lalande écrit : « L'auteur entreprend d'y réfuter le système de Copernic, et d'y établir que le mouvement des planètes se fait dans ses espèces d'épicycloïdes. Il n'y a que des rêveries » [Lalande, 1803, BA, p. 428]. En 1746, en même temps que Le Monnier, Brancas-Villeneuve publie un ouvrage au titre similaire, *Institutions astronomiques ou Leçons élémentaires d'astronomie* (Paris, in-4°) [Chabot, 1999, I, p. 75 ; Lalande, 1803, BA, p. 431]. Hugues Chabot donne des références dans les *Mémoires de Trévoux* : « Lettres sur les Ephémérides cosmographiques (de l'abbé Brancas) », anonyme, janvier 1751, p. 354, mars 1752, p. 490, septembre 1753, p. 2164, que nous n'avons pas encore pu consulter [Chabot, 1999, I, p. 75].

⁴. En voici le détail (rupture de pagination après la page 110) : *Usage et explications des tables astronomiques*, pp. 1-60 ; *Opérations pour le calcul des longitudes sur mer*, pp. 61-82 ; *Tables de la Lune selon M. Mayer*, pp. 91-110. La partie non paginée comporte des considérations historiques et scientifiques sur les recherches entreprises sur la nutation, la précession des équinoxes, l'aberration des astres, suivies d'autres tables.

1757	anonyme	<i>Mémoire sur les longitudes</i> : demande de privilège exclusif pour exploiter commercialement un almanach et des instruments inventés par l'auteur et destinés à déterminer la longitude à la mer (2 ff.) [AN MAR, G94, f. 113-114]	Sans R.
1757	BOYER DE PARADES	<i>Mémoire sur la navigation</i> présenté à l'ARS.	R. BOUGUER, DUHAMEL et MONTIGNY, le 3 août 1757. PV, p. 491.
Vers 1758	LACAILLE	<i>Mémoire sur les calculs astronomiques propres aux navigateurs</i> ⁵ . Manuscrit de 2 ff. (3 pp.), s.l.n.d. [AN MAR, 3 JJ 7, pièce 2]	Une note en bas de la 1ère page signale que « ses observations sont très bonnes ».
1758	DE LINIER	<i>Mémoire sur la navigation</i> présenté à l'ARS.	R. BOUGUER et DUHAMEL, le 7 janvier 1758. PV, p. 2.
1759 ?	(anonyme) ⁶ LACAILLE	(s.l.n.d.). <i>Instruction détaillée pour l'observation et le calcul des longitudes sur mer par la distance de la Lune aux étoiles ou au Soleil</i> . Manuscrit de 13 pp. [AN, MAR, 3 JJ 13, pièce 3] (voir le <i>Nouveau traité de navigation</i> de Bouguer édité par Lacaille en 1760).	
1763	DIGARD DE KERGUETTE	Le Croisic, 14 janv. 1763. <i>Cours de navigation</i> en trois volumes. [AN MAR, 3 JJ 7, 28]	Jugement très négatif sur le cours de Navigation de Digard par NARBONNE-PELET, daté du 21 janv. 1763.
1762	BELIN	Proposition d'un quartier sphérique pour résoudre plusieurs problèmes d'astronomie à l'usage des navigateurs. [AN, MAR, 3 JJ 9, 69]	
1764	BLONDEAU (hydrographe à calais et ARM)	17 nov. 1764. Projet d'un supplément au <i>Traité de Navigation</i> de BOUGUER. ARS, PS, 17 nov. 1764.	
1764	MIQUEL (Le P.)	(Augustin de Villefranche en Auvergne). Grandjean de Fouchy présente un écrit du P. Miquel sur <i>un moyen de corriger les longitudes en mer</i> . ARS, PS, 19 déc. 1764; PV ARS 1764, fol. 408v et 416r.	LE MONNIER et PINGRÉ sont désignés commissaires le 19 déc. 1764 [PV ARS 1764, fol. 416r ^o]. Le rapport n'est pas dans les PV.

⁵. Voir supra, partie III, chap. III.1, pour les commentaires sur ce mémoire et son importance sur les travaux de Lacaille sur les longitudes.

⁶. Bien que présentée comme anonyme, le contenu de ce mémoire ne laisse aucune ambiguïté sur son auteur : il s'agit de LACAILLE. Ce texte est le manuscrit d'une partie des instructions nautiques insérées dans l'édition revue et augmentée du *Nouveau Traité de Navigation* de M. Bouguer, édité par Lacaille en 1760, avec ses "Opérations", pp. 240-268. Un recoupement est d'ailleurs possibles avec un autre manuscrit de Lacaille à la cote [MAR 3 JJ 13, pièce 9, fol. 61-82] qui est une version toute équivalente de ce manuscrit.

1765	ANDRIEU	Mars 1765, Bordeaux. <i>Détermination des longitudes en mer au moyen d'une horloge à sable.</i> [AN MAR G94, f. 139-140]	sans R.
1765	SULAMAR	<i>Mémoire sur les longitudes et la quadrature du cercle</i> , 5 juin 1765. ARS, PS, 5, 8 juin 1765 et 25 juin 1766.	R. négatif de JEAURAT, 8 juin 1765.
1766	RAVAJOU	<i>Nouveau plan tiré géométriquement de l'instrument nommé octan, construit de trois cercles inégaux, par le Sr. Ravajou, habitant de la ville de Marmande sur Garonne.</i> [AN MAR, G94, f. 146-147]	R. de LALANDE, 27 fév. 1766 au ministre : impossibilité de juger de l'intérêt de cet instrument faute de précision suffisantes sur son mode d'emploi. [AN, MAR G94, f. 145]
1766	CLERGET	<i>Tables Marines, horaires et itinéraires avec les méthodes par le moyen desquelles on est parvenu à la confection exactes des tables [...]</i> (46 ff.) Au ministre, le 7 sept. 1766 à Paris. [AN MAR, G94, f. 149-190]	R. négatif de LALANDE, le 24 sept. 1766 : ignorance totale de CLERGET dans le domaine scientifique. [G94, f. 148]
1766	DE CHARNIÈRES	<i>Mémoire sur la théorie et la pratique des longitudes en mer où l'on propose un moyen de l'observer avec une nouvelle précision et d'en mettre les calculs à la portée des MARINS</i> , le 15 nov. 1766. [SHM, MS 251(a)]. Paraphe de Grandjean de Fouchy du 9 déc. 1766. Mémoire repris sous deux formes imprimées : <i>Mémoire sur l'observation des longitudes en mer</i> , Paris, 1767. <i>Théorie et Pratique des longitudes en mer, Publiées par ordre du roi</i> , Paris, 1772	
1767	DE CHARNIÈRES	28 janvier 1767 : sur le mégamètre. <i>Le mégamètre pour les longitudes en mer</i> , ARS, PS, 4 avril 1767 et 10 avril 1767	Lettres transmises par le Cardinal de Luynes et de Chaulnes. R. LE MONNIER, CASSINI, BORY
1767	LE VALLOIS	<i>Observations sur les imperfections la navigation hauturière par le Sr. Le Vallois, ancien Marin, cosmographe, de l'Académie de Rouen, correspondant de l'ARM de Brest.</i> [SHM, ARM 76, fol. 12-20]	Un jugement (n.s., s.l.n.d.) est joint au mémoire : redondance des 32 problèmes présentés.
1767	Le CHEF DU BOIS	<i>Mémoire sur la meilleure manière de mesurer le temps</i> le 16 juin et 4 août 1767. ARS, Prix Rouillé de Meslay, MSS n° 42- 43.	
1767	PEZENAS	<i>Mémoire sur les longitudes en mer</i> le 18 nov. 1767 (puis 31/8/1768, 3/9/1768) PV ARS. Correspondance et plaintes adressées au ministre de la Marine [AN, MAR, G91 et G92].	R. LE MONNIER et BÉZOUT 9 déc. 1767, 13 et 23 août 1768.

1767	ATHENOUX	Marseille, le 13 nov. 1767. <i>Projet pour un instrument qui sert à connoître la latitude l'heure et la variation de la boussole, à quelque heure et quelque lieu de Terre que ce soit.</i> [AN MAR, G94, fol. 198-200]	- Transmis par PEZENAS le 13 août 1767. [G94, f. 195-197]. - R. négatif de BÉZOUT, après entretien avec ATHENOUX suite au manque de précision de l'appareil, le 19 nov. 1767. [AN, MAR G94, f. 194]
1768	PEZENAS	<i>Méthode corrigée de M. Halley pour trouver en mer les longitudes.</i> [AN MAR, G91, fol. 83, S.D.] ARS, PS, 3 février 1767	R. LE MONNIER, PINGRÉ, 10 février 1768. Avec lettre du Duc de Praslin.
1768	DE CHARNIÈRES	<i>Mémoire sur les longitudes et le mégamètre</i> , le 17 février 1768 puis le 24 février ARS, PS, 24 février 1768.	R. LE MONNIER, CASSINI, le 2 juillet 1768.
1768	SILVABELLE	<i>Mémoire sur les longitudes en mer</i> , le 4 mai 1768. ARS, PS, 11 mai 1768 (R.) et PV fol. 77r-79v) ; <u>texte</u> : SHM, ARM 67, fol. 59-72.	Lettre du Duc de Praslin. R. DUSÉJOUR (Bailly). Rapport NÉGATIF. Silvabelle en demande quand même l'impression dans une lettre au ministre datée du 18 avril 1768 [AN MAR G92, dos. 1, fol. 160]
1768	PEZENAS	<i>Additif au mémoire sur les longitudes en mer</i> , le 3 sept. 1768. ARS, PS, 3 sept. 1768. [AN, MAR, G92]	R. LE MONNIER, PINGRÉ. PV, 208v-211r.
1768	LOISEAU ⁷ (François)	Auray, 30 sept. 1768 (Professeur d'Hydrographie). <i>Exposé d'une méthode de DLM par l'observation de la hauteur et de la déclinaison de la Lune</i> , 30 sept 1768. - lettre au ministre [G94, f. 239-242] - lettre à l'ARS [G94, f. 234-247]	

⁷. Fauque, 2000, pp. 395-400 pour des documents inédits sur Loiseau et l'école d'Auray.

1768-69	DE JEANNE	<ul style="list-style-type: none"> - Lettre au ministre en sept. 1768 : <i>Invention d'un nouveau quartier de réflexion à niveau et approuvé par l'ARS.</i> [AN MAR, G94, f. 213-214] - nov. 1768 : note relative à l'autorisation sollicitée par JEANNE d'embarquer sur une gabare du roi [f. 216] - Lettre de COURTANVAUX au ministre, le 9 déc. 1768 : demande d'embarquement et recommandations du Cap. JEANNE. [f. 215] - 11 juillet 1769 : lettre du Cap. JEANNE à COURTANVAUX [f. 217] - 30 mai 1769 : transmission d'un mémoire de JEANNE [f. 218] - S.D. : JEANNE au ministre : certificat délivré par me Cap. de Flûte Nielly, Cdt de la <i>Dorade</i> : utilité de son quartier de réflexion et améliorations nécessaires à apporter à cet instrument [f. 219-200 et f.221-223]. <p><i>Sur le mégamètre</i>, le 30 août 1769.</p>	
1769	DE CHARNIÈRES	ARS, PS, 2 sept. 1769	R. LE MONNIER, BORY, CASSINI. HARS, 1769, 134.
1769	SILVABELLE	<i>Mémoire sur les longitudes en mer</i> , présenté à l'ARM de Brest. [SHM, ARM 88, fol. 1]	(suite à son échec à l'ARS en 1767-68). Transmis à l'ARM par le Duc de Praslin, le 19 déc. 1769. Réceptionné par PETIT, Lt de Vaisseau et secrétaire de l'Acad.

1769-70	SULAMAR	<p>Alias Jean-Baptiste l'archimâtre.</p> <p>DLM et quadrature du cercle : <i>Progression des diagonales proportionnellement à la multiplication des carrés ou degrés des parallélogrames qu'elles traversent et relativement à la pratique de la présente découverte de la longitude [...] . (1769)</i></p> <p>[AN MAR, G94, S.D., f. 261-262]</p> <p>- 7 août 1770 (f. 265-266), SULAMAR au ministre : opposition présumée des savants de l'ARS ; absence de réfutations sérieuses aux théories avancées. et second mémoire envoyé au Duc de PRASLIN (f. 267-269)</p> <p>- <i>Supplément de la Gazette d'Amsterdam des 5 et 19 août et 16 septembre concernant la déclaration de la présente découverte de la longitude (S.D., 1770) (f. 270).</i></p> <p>- 6 nov 1770 : lette au ministre : hostilité des savants officiels à l'égard des solutions du Pb de la quadrature du cercle et à celui de la longitude par M. de Sulamar. Inutilité des horloges marines pour la DLM (f. 263-264).</p> <p>Il semble que la solution ait été anoncée dans plusieurs gazettes d'amsterdam dès la fin 1768 : cf G94, fol. 247 à 254, lettres entre le ministres et le duc de Choiseul entre juillet et Octobre 1768 et déclaration présentée à l'Amirauté britannique [??]</p>	
1770	Mr Ruben BURRON	<p><i>Mémoire sur les différents cas qui peuvent arriver en déduisant la longitude d'un lieu de celle d'un autre par le moyen des chronomètres d'Arnold, par Mr Ruben BURRON, (1ff) vers 1770. Règles arrangées pour son propre usage de manière à simplifier le calcul de la longitude à partir des corrections des horloges dans divers cas.</i></p> <p>[AN MAR, 3 JJ 10, 23]</p>	
Vers 1770		<p>S.L.N.D. <i>mémoire sur les corrections à faire aux observations de la lune pour trouver la longitude, 1 ff. (2 pp.), vers 1770-1780</i></p> <p>[AN MAR, 3 JJ 10, 24]</p>	
1770	LOISEAU (Français)	<p>Auray, le 28 février 1770. <i>Mémoire sur la détermination des longitudes à la mer.</i></p> <p>ARS, PS, 28 février 1770.</p>	R. 10 mars 1770, de LALANDE et PINGRÉ.

1770-71	FYOT	<p><i>DLM au moyen de l'observation des satellites de Jupiter</i> (Chaise suspendue) et <i>Moyen d'observer l'horizon vrai</i> . au duc de Choiseul, le 17 mai 1770 [AN MAR G91, f. 202-204]</p> <ul style="list-style-type: none"> - transmis par Choiseul au ministre le 19 mai 1770 [f. 206] - Lettre de Fyot au ministre, le 22 mai 1770 : demande d'expérimentation de sa méthode de DLM et découvertes dans le domaine de la géométrie [f. 205] - suite des lettres en 1771 : la chaise est embarquée et testée sur <i>La Flore</i>. [AN MAR G98, ff. 174-179] 	R. PINGRÉ, BORDA; le 19 fév. 1780 !
1770	DESPLACES	<p><i>Sur la détermination des longitudes en mer</i>, le 24 nov. 1770 ARS, PS, 24 nov. 1770</p>	R. BORY et PINGRÉ le 5 déc. 1770.
1770-71	BIESTA	<p>(Marchand-horloger à Paris) [AN MAR, G98, ff. 142-152]</p> <ul style="list-style-type: none"> - ARS, le 9 mai 1770 : <i>Mémoire au sujet d'une pendule ambulatoire relative à la longitude sur mer</i>. [...] (f. 147-148) - au ministre, entre mai et juillet 1770 : demande de subventions et d'expérimentation de son invention. - 14 octobre 1771 : envoi d'un ouvrier pour réparer sa pendule portative : supériorité de celle-ci sur les montres MARINES existantes. [G98, f. 150] 	R. ARS élogieux le 9 mai 1770.
1771	PEZENAS	<p>Avignon, février 1771. <i>Nouvelle méthode pour déterminer les longitudes à la mer par les mouvements de la Lune et par une seule observation</i>. [AN MAR, G91, fol. 131]</p>	
1771	PEZENAS	<p>Avignon, s.d. <i>Manière d'épargner au Roi toutes les sommes nécessaires pour achever dans moins d'un an le calcul des deux tables générales propres à déterminer promptement les longitudes</i>. [AN MAR, G91, fol. 138-139]</p>	
1771	DE JEAUNE (ou JEANNE)	<p><i>Mémoire concernant la longitude et autres observations</i>. : envoi au ministre le 1er août 1771 [AN MAR G98, f. 169]</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Observation des satellites de Jupiter; 2. Horizon factice pour les instruments; 3. Support à la cardan pour les horloges marines; 4. Stabilité des montres marines et considérations sur John Harrison. <p>[SHM, ARM 88, fol. 20-26]</p>	12 août 1771, transmis par De Boynes à l'ARM.
1771	NORMANT	<p>(Rennes) : Mémoire relatif à un nouveau moyen de DLM et demande d'expérimentation, au ministre, le 16 août 1771. [AN MAR, G98, f. 170-171]</p>	

1771	Anonyme	<i>Manière de trouver les longitudes tant sur Terre que sur Mer</i> (s.l.n.d.) [SHM, ARM 88, fol. 29-36 et ARM 106]	Rapport négatif de BLONDEAU et FORTIN (ARM) le 2 déc. 1771.
1771	PEZENAS	<i>Nouvelle méthode pour observer les longitudes sur mer par les distances de la Lune à deux étoiles sans aucune autre hypothèse</i> , le 16 nov. 1771. 1771 [AN MAR, G91, fol. 146-149], ARS, PS, 29 nov. 1771	R. LE MONNIER, CASSINI le 29 nov. 1771. [PV 241r-242v et AN MAR, G91, fol. 143]
1771	PAPION	<i>Mémoire sur la DLM par la méthode des distances lunaires</i> , 15 déc. 1771. [AN MAR G95, f. 14]	R. PV ARS, 14 déc. 1771 : rejet de ce mémoire « qui se borne à décrire un procédé déjà connu et largement utilisé ».
1772	anonyme	<i>Manière de trouver les longitudes tant sur terre que sur mer</i> , par l'observation du passage de la Lune au méridien. [AN MAR G95, f. 15] Ce mémoire se trouve à [SHM V, ARM 88, fol. 29-36] a été présenté le 30 nov. 1771, avec son rapport signé à Versailles et daté du 2 déc. 1771.	R. rejet de la méthode, jugée inutilisable à la mer. PV ARM, 24 janv. 1772.
1772	LE NORMAND	<i>Mémoire sur les longitudes et latitudes des lieux</i> [AN MAR, G91, dos. 2, fol. 141]	Transmis à l'ARS par le ministre. R. LE MONNIER et BORY, 15 fév. 1772 : jugement négatif.
1772	DE CHARNIÈRES	<i>Théorie et pratique des Longitudes en mer</i> , [SHM, ARM 88, fol. 49] ARS, PS, Mémoire remis le 11 MARs 1772.	Transmis à l'ARM par De Boynes et rapport de BORY et CHABERT. R. ARS, CASSINI et LE MONNIER, le 21 MARs 1772.
1772	DEYRIS DU GARAT	<i>Mémoire sur la DLM</i> adressé au ministre, le 12 mai 1772. [AN MAR G95, f. 3-6]	
1773	DESOUCHES	22 avril 1773. <i>Observations faites à la mer pour la DLM par le Sr Desouches, Capitaine marchand</i> [SHM, ARM 76, fol. 206-207]	R. de BLONDEAU, DE LANGLE et FORTIN du 29 avril 1773 (calculs erronés mais encouragés)
1773	CLÉRON	<i>Observations faites au Havre pour les longitudes par Cléron, prof d'hydrographie au Havre</i> 11 juin 1773. [SHM, ARM 76, fol. 208-210] - <i>Longitude observée avec le simple octant marin de 13 pouces de rayon appartenant au Roi, le 28 may 1773 à 7h25 1/2 du soir à la montre par le Sr. Cléron, le 29 juin 1773 [f. 20]. Document transmis via LALANDE (?), le 12 juillet 1773 (f. 19)</i> [AN MAR G95, f. 19-20].	R. de GRANDCHAIN, LANGLE et FORTIN. Distances lunaires employées par l'auteur mais avec des erreurs de calculs.

1773	PEZENAS ⁸	Avignon, 10 décembre 1773. <i>Mémoire sur l'impossibilité actuelle d'appliquer les mouvements de la Lune à la recherche des longitudes marines.</i> [AN MAR, G91, fol. 185]	R. mitigé de Boscovich qui encourage le « vieillard » à produire. [AN, MAR, G 91, fol. 180-181 pour l'original en latin et fol. 182-183]
S.D. (1773)	ANONYME	<i>Enoncés et solutions de plusieurs problèmes de calcul de la latitude et de la longitude, de la distance parcourue par un navire et du déplacement relatif approximatif d'un bâtiment</i> (7 ff.). [AN MAR, G95, f. 35-41]	
1774	DIGARD DE KERGUETTE	<i>Cours de Navigation à l'usage des écoles publiques de Marine par M. Digard</i> (prof. Hydrog à Rochefort). [AN MAR G88, f. 208-211] Cet ouvrage avait été présenté le 14 janvier 1763 et examiné très défavorablement par NARBONNE-PELET [3 JJ 7, 28, 21 janv. 1763]	- R. très critique de BÉZOUT au ministre le 7 mars 1774. - R. négatif de BLONDEAU le 21 mai 1773 à l'ARM [AN MAR G88, d.2, f. 208]
1774	LE DUC DE CROÏ	15 mars 1774. <i>Mémoire sur les longitudes</i> [SHM, ARM 106, et ARM 76, fol. 252-266; 3 JJ 10, 22] Ce mémoire sur l'examen des diverses méthodes existantes pour la DLM est une commande de l'ARM. (Armateur à Eu)	Le Duc de Croÿ est nommé au sein de l'ARM à cette même époque.
1774-75	LAVOISIER Jean-François	- 18 déc 1774, <i>mémoire du Sieur Lavoisier sur les longitudes en mer</i> et papiers relatifs à son mémoire (7 pièces). chaise stabilisée permettant d'observer facilement les astres à bord d'un navire, d'un cadran indiquant "au moment de l'observation la distance de l'étoile polaire au méridien" et d'un appareil adaptable "aux inst. à division, qui indique non seulement les minutes mais même les fractions de seconde". Audience demandée au ministre. [AN MAR, G94, f. 209-210] - Lettre du 15 janvier 1775 : Lettre au ministre, demande d'examen de son mémoire. [AN MAR, G94, f. 207]	R. de CHABERT, s.d. Mémoire sur une machine à longitudes impraticable en mer, lettre de Sartines du 31 janvier 1775. [AN MAR, 3 JJ7, 29] - R. de BÉZOUT au ministre, le 15 janv. 1775 : intérêt très limité des inventions de LAVOISIER [AN MAR, G94, f. 208]
1775	LAUGIER	Marseille, 20 sept 1775, Mémoire et lettre du ministre. <i>Description et usage du « Latitude » pour la Marine</i> : octant modifié pour la latitude obtenue directement en ayant reporté sur l'instrument les corrections de déclinaison, de réfraction, etc. [AN MAR, 3 JJ7, 30]	R. du 29 déc. 1775 défavorable pour un <u>défait de conception</u> .

⁸. Boistel, 2001, « Deux documents inédits des RR. PP. Jésuites R. Boscovich et E. Pezenas sur les longitudes en mer », étude à paraître dans R.H.S.

1775	GARRAMENDY	Garramendy est prêtre à St Jean de LUZ. Sablier de 6 heures jugé suffisant pour la DLM (cf 3 JJ 16, pièce 56, n°8, pour ce mémoire et son rapport). [AN MAR, 3 JJ7, 31]	R. sur le procédé de M. GARRAMENDY, prêtre à ST Jean de Luz pour déterminer la longitude à la mer : sablier de 6 heures jugé suffisant par l'auteur : « inutile d'en parler davantage ». [AN MAR, 3 JJ 16, 56, n°8]
1775	SIMON	13 septembre 1775. Moyen purement mécanique proposé : un globe terrestre et un compas. [AN MAR, 3 JJ7, 32]	Jugé inutile (n.s., s.l.n.d.)

LE 3 MAI 1775, L'ARS DÉCIDE DE NE PLUS EXAMINER LES MÉMOIRES PRÉTENDANT RÉSOUDRE LA QUADRATURE DU CERCLE .

1776-78	CHALMETTE	Bourgeois de Lyon, plusieurs lettres échangées entre Juillet et août 1777. Un mémoire imprimé à Lyon, en 1776, est joint au dossier. Méthode : passages de la Lune au méridien, horloges à secondes réglées exactement sur la hauteur méridienne du Soleil; et heure exacte au méridien. [AN MAR, 3 JJ 7, 33] - 11 juin 1778, lettre de Chalmette au ministre : réponses aux critiques contre sa méthode. demande de recommandation auprès du gouverneur de St Domingue [AN MAR, G95, f. 60-61]	R. de LALANDE qui objecte contre l'EXACTITUDE des réglages et des mesures et lettre explicative à Chalmette, non envoyée. (lettre très didactique et très patiente).
1777	VOLAIRE	Le 25 juillet 1777 <i>Mémoire sur l'estime du chemin [...] et les longitudes</i> . Présentation d'une nouvelle machine destinée à mesurer la distance parcourue par les navires, suivie de sa demande d'embarquement afin d'expérimenter son invention. [AN MAR, G95, f. 51-59]	
1777	MORENAS ET EVERHAERT	Prétendues découvertes déclarées nulles par Chabert. [AN MAR, 3 JJ 7, 34]	R. CHABERT, octobre 1777.
1777	TOUBOULIC	Lorient, Oct 1777. Comparaison de la différence en ascension droite entre la lune et le Soleil ou une étoile par observation et les tables à 1/2 minute près : c'est l'erreur courantes des tables de la Lune et des observations. Rejet par Touboullic des distances lunaires. [AN MAR, 3 JJ 7, 35]	Le rapporteur est le même qui a répondu à Pézenas en 1774 dans l'histoire de Boscovich et de Pézenas. Il donne les mêmes explications que pour Pézenas. La méthode est impraticable en mer. (R. Borda probable).

1777	NAUDIN	(autodidacte) au ministre puis au Comité des Encouragements, le 3 déc. 1777 : <i>Invention d'une sphère armillaire appelée "Guide marin" et permettant de déterminer la longitude.</i> [AN MAR G95, ff. 75-77]	
1778	LAVENUE	14 janvier 1778 : demande d'embarquement pour mettre en pratique une découverte de DLM. [AN MAR, 3 JJ 7, 36]	R. de CHABERT
1779-80	SORNAY	(Major d'infanterie à l'Île de France) au ministre, le 12 sept. 1779 : - Annonce d'un courrier avec un mémoire sur la solution au problème des longitudes [AN MAR, G95, f. 83] - acheminement du mémoire, le 8 mai 1780 [f. 81-82] (suite de l'histoire en 1782-83. Voir 3 JJ 16, pièce 7, R. négatif de Borda et Bory). - 30 août 1782 : expérimentations effectuées en mer (f. 122-127) par le Sr Bourdè, cap. et armateur de l' <i>Isabelle</i> allant de l'Île de France en Europe : caractère perfectible de cet instrument.	
1780	GAGON	(ancien maire) au ministre le 4 janvier 1780. Exposé d'une méthode de DLM par l'observations des distances luni-solaires. [AN MAR, G95, f. 73-74]	
1780	LE BALLEUR (Le P., oratorien)	La Rochelle. - 11 février 1780. Enoncé de quelques problèmes de géométrie (1 ff.) [AN, MAR, G 101, fol. 50] - 11 février 1780. Découverte de la quadrature du cercle et demande de présenter sa découverte au roi [AN, MAR, G 101, fol. 51-52]. - 2 mai 1780. Nouveau mémoire sur la quadrature du cercle. Réflexions sur les longitudes au moyen de l'estime ; observation systématique de la déclinaison magnétique [AN, MAR, G 101, fol. 61-65].	Refus de l'ARS d'examiner ce mémoire sur la quadrature et réponse du P. Le Balleur [AN, MAR, G 101, fol. 59-60]. (suite de l'affaire en 1781 et 1782).
1780	MORENAS	Beaumes-de-Venise. le 10 mars 1780. Requête présentée au ministre concernant des travaux sur la quadrature du cercle. Sont jointes les démonstrations de la quadrature du cercle. [AN, MAR, G 101, fol. 53; 54-55; 56-57; 58]	
1780	RENAUX	24 avril 1780. Lettres de Renaux (ingénieur) au ministre. Méthode de DLM : canons à longue portée en ciment armé et machines de jets [AN MAR, G95, f. 71-72]	

1780	MIGNARD	<p>au ministre le 8 juin 1780 et transmis à l'ARS le 16 juin 1780 : DLM à l'aide de <i>tables de distances que les méridiens ou degrés de longitude ont sur chaque latitude depuis le pôle jusqu'à l'équateur.</i> [AN MAR, G95, ff. 84-98]</p>	<p>R. défavorable de l'ARS et appel au jugement du ministre le 14 juillet 1780.</p>
1780	BONNET	<p>Lettre de Bonnet, avocat au parlement de Paris, à Pingré au sujet d'un <u>essai sur les longitudes en mer</u>, Paris, 24 juillet 1780. Recommandation d'un ami; suivent des lettres échangées sur ce projet de DLM sans intérêt. [Bib. Ste-Geneviève, Ms 2551, fol. 35 et suiv.]</p>	
1781	TAIGNE	<p>Le 11 mars 1781. Lettre et mémoire au ministre : <i>Découverte d'une méthode de DLM au moyen d'une horloge marine.</i> [AN MAR, G95, f. 99]</p>	
1781	Le P. LE BALLEUR	<p>Prospectus imprimé (2 ff). Le P. Le Balleur offre un prix de 500 Livres pour la résolution de deux problèmes de géométrie relatifs à la quadrature du cercle. [AN, MAR, G 101, fol. 66-67]. (suite de l'affaire en 1782)</p>	
1782	LE BALLEUR	<p>Père de l'oratoire, désormais professeur de mathématiques à Angers. Longitudes et quadrature du cercle. Découverte par le P. Le BALLEUR d'un rapport entre le diamètre d'un cercle et sa circonférence; invention d'un quartier de réduction, d'un uranomètre et d'une méthode de DLM : <i>Nouveau quartier de réduction [...] avec lequel on n'aura besoin ni du moyen parallèle ni de l'échelle des latitudes croissantes et décroissantes.</i> [AN MAR, G95, fol. 106-112] - mémoire présenté le 12 fév. 1782. (f. 100-101) - demande de recommandations auprès du ministre S.D. (fol. 105) (promesses d'expérimentation faites par le ministre...) - 7 sept. 1782 : demande de voyage à Paris pour y faire construire son instrument. [G95, fol. 116-117]. - (nov. 1782) expérimentation promise (fol. 118-121)</p>	<p>Lettre de FLEURIEU au ministre du 8 avril 1782, déconseillant à l'ARS d'approuver cette invention [AN, MAR, G 95, fol. 102-104].</p>
1782	Evêque de TRICOMIE	<p>Le 25 juillet 1782, transmis à l'ARS : <i>mémoire sur la DLM.</i> [AN MAR, G95, f. 113]</p>	

1782-84	DE SORNAY	Instrument de M. SORNAY pour déterminer les longitudes à la mer. (transmis à l'ARS). [AN MAR, 3JJ 7, 37] [AN MAR, 3 JJ16, 56, n°7] voir aussi [AN MAR, G95, ff. 122-127, année 1782]	R. défavorable de l'ARS le 30 juin 1784. R. de BORY et BORDA [cf 3 JJ 16, pce 56, n°7 : mémoire qui ne présente aucun intérêt et ne mérite même pas qu'on en parle. <u>Sans rapport avec les longitudes</u>
1783	BELON	Le 4 janv. 1783. <i>Théorie astronomique destinée à concilier systèmes de Copernic et de Ptolémée.</i> (dénonce les cabales contre ses théories astronomiques). [AN MAR, G95, f. 136-138]	R. défavorable de l'ARS, le 27 sept. 1783 (?)
1783	BOUVET	(aumônier du Rgt de Brie) <i>Méthode déterminer l'ascension droite de la lune pour un instant donné et d'en conclure la longitude en mer.</i> , à l'ARS, le 7 mai 1783 [AN MAR, G95, ff. 140-143]	R. ARS de BORY le 7 mai 1783 : défauts de la méthode DLM préconisée par l'abbé BOUVET et supériorité de l'octant de Hadley sur l'instrument inventé.
1783	Le P. LE BALLEUR	De Paris, le 7 août 1783. Lettre du P. Le Balleur au ministre. Le ministre refuse d'accepter la dédicace du nouveau quartier de réduction tant que celui-ci n'aura pas reçu l'approbation de l'ARS. Le P. Le Balleur demande une expérimentation à la mer par des officiers et sollicite un privilège pour la vente de cet instrument. [AN, MAR, G 101, fol. 68-70].	Refus de l'ARS d'examiner ce projet.
1783	Le P. BLANCHARD	Le 31 août 1783. Le P. Blanchard de l'oratoire d'Angers : mémoire sur la DLM et la quadrature du cercle transmis à l'ARM. Invention d'un nouveau quartier de réduction. [SHM V, ARM 106, pp. 322-325]	R. négatif de FORTIN, DUVAL LE ROY
1783	LA COUDRAYE (François-Célestin Loynes de)	<u>Note</u> : sans doute un essai du P. Le Balleur détourné par l'un de ses confrères angevins... (ancien Lt de Vaisseau) au ministre le 15 déc. 1783 : <i>Mémoire sur la DLM par le moyen des distances lunaires</i> pour examen par l'ARS. [AN MAR, G95, f. 139] Publication en 1783, à Utrecht (in-8°, 94 pp.) de la <i>Dissertation sur la manière de déterminer les longitudes à la mer en mesurant la distance de la Lune au Soleil ou aux étoiles.</i> Publication en 1785, à Bordeaux (Didot, in-8°, 92 pp.) de la <i>Dissertation sur l'observation des longitudes en mer, dans laquelle on se propose de rendre intelligible à tous les MARINS la méthode des distances de la Lune aux étoiles.</i>	R. positif de CONDORCET le 21 avril 1785 (avec l'avis de BORDA que Condorcet a consulté). (Pelseener, J., 1952, <i>Lettres inédites de Condorcet</i> , Osiris, vol. 10, 322-327, p. 327).

Lé 31 août 1783 : L'ARM EST DÉCITÉE A NE PLUS EXAMINER LES "ASSOMANTES" DÉCOUVERTES DE LA QUADRATURE DU CERCLE pour les longitudes par les CHERCHEURS DE MOUVEMENT PERPÉTUEL⁹

S.D. Après 1780	??	Cahier de Navigation rédigé à la fin du XVIIIe, 190 pp. contenant ; <i>Le quartier de réduction, la carte, le quartier sphérique, l'échelle angloise, les logarithmes, les sinus et les problèmes de singler par le moyen parallèle, etc.</i> [SHM, MS 249]	
S.D. (1785)	MAGNIE	(fabricant d'instruments à Dunkerque) Supplique adressée au roi pour l'examen par l'ARS d'un <i>nouveau modèle d'Octant</i> inventé et offert au roi. Logement de fonction demandé par celui-ci. Le dessin en couleurs de l'octant est fourni (f. 156). [AN MAR, G95 f. 155-156]	R. ARS ?
1786	DE LA FOSSE	6 août 1786. Mémoire sur un instrument pour les longitudes. [AN MAR, 3 JJ 7, 38]	R. défavorable de BORY, MONGE, et CHABERT. Rejet car la méthode est fausse (erreurs en astronomie).
1786	BUESSARD	(horloger à Gray) Lettre au ministre, le 8 oct. 1786, sur une <i>Invention de Buessard qui permet de déterminer la latitude et la longitude d'un vaisseau à la mer</i> et dont il demande l'expérimentation. [AN MAR, G95, f. 158-160]	R. ARS ?
S.D. (1787)	LE GUIN	Lettre au ministre (2 ff., S.D.) : critique la complexité de la méthode de DLM enseignée dans les écoles de navigation, l'impossibilité pour la plupart des pilotes et des capitaines marchands d'assimiler cette méthode. Invention par le Sr LE GUIN d'un instrument permettant de déterminer la longitude sans calculs mathématiques. Demande de diffusion de cet instrument dans les écoles d'hydrographie. [AN MAR G95, f. 43-44] (Suite des recherches et succès en 1791 à 1802) G96, ff. 86 à 124 : compas à 4 branches, sillomètre, loch à hélice etc.. Pension de 2000 à 6000 livres.... voir plus loin).	

⁹ . Doneaud, 1882. Depuis 1775, l'ARS n'examine plus les quadratures qui sont alors transmises à l'ARM qui se voit inonder des mémoires refusés par l'ARS. [Voir supra, partie I].

1788	HUMBERT	<p><i>Invention de M. HUMBERT pour déterminer la longitude à la mer</i> (rapporteur graphique muni d'un cadran solaire).</p> <p>- 26 juillet (??) Examen du <i>rapporteur des longitudes</i> insuffisant par BORDA. Preuves de la précision de cet instrument, description et mode d'emploi. Nouvelle expérimentation demandée. [AN MAR, G96, f. 50-54]</p> <p>Plusieurs lettres :</p> <p>- 30 et 31 août : annonce de som mémoire et de son passage à la Marine.</p> <p>- 9 août : La Luzerne à Versailles : BORDA est nommé rapporteur.</p> <p>- 6 sept. : transmission à MECHAIN pour examen.</p> <p>[AN MAR, 3 JJ 16, 56, 4]</p>	<p>R. BORDA puis MÉCHAIN.</p> <p>R. de BORDA le 4 mars 1789 [AN MAR, G96, f. 55] : avis défavorable pour l'utilisation de cet instrument dans la Marine, mais favorable à l'octroi d'une gratification au Sr LEGUIN pour les améliorations possibles de l'instrument proposé.</p>
1788	SABATIER	<p>Lettre au ministre le 30 sept. 1788 (21 ff.)</p> <p><i>La découverte de la longitude en mer par la vue de la position de certaines étoiles dans le Nord, déterminée soit par le lever et coucher des astres, soit par leur passage au méridien, soit par une de leurs hauteurs moindres à celle-là [...].</i></p> <p>[AN MAR, G96, f. 56-78]</p>	<p>R. de BORDA le 4 mars 1789: manque total d'intérêt du mémoire de SABATIER (f. 55).</p>
1790	LE MERLE	<p>22 août 1790 : Sur la prétendue découverte par un sieur Regeault de la longitude au moyen d'une formule dont il est donné un exemple.</p> <p>[AN MAR, 3 JJ 7, 39]</p>	
1791	LALANDE	<p>Mémoire daté du 30 avril 1791, écrit du Collège Royal, intitulé <i>Tables horaires pour trouver l'heure en mer par la hauteur du Soleil ou des étoiles</i> (voir l'<i>Abrégé de Navigation</i>); 2 ff. = 1 table.</p> <p>[AN MAR, 3 JJ 10, 35]</p>	
1791	BORGUE	<p>Table astronomique pour la longitude.</p> <p>[AN MAR, 3 JJ 7, 40]</p>	

Le 13 février 1792, l'ARS signifie au ministre le refus d'examiner désormais tout mémoire sur les longitudes, Fleurieu considère que la question est résolue depuis 1775 avec les distances lunaires et les montres de Berthoud [AN MAR G96, f. 125-126].

1792	RUELLE	<p>le 15 oct. 1792, Mémoire du citoyen RUELLE intitulé <i>Des longitudes, ou moyens de porter au plus haut degré de perfection le pilotage dans la MARINE de la République Française</i> : projet de création d'un corps d'astronomes sédentaires résidant dans les ports et d'astronomes navigateurs embarqués sur les bâtiments de l'Etat. [AN MAR, G96, fol. 130-132]</p>	
1793	ALENO	<p><i>Traité et pratique de la trigonométrie démontré et calculé par les sinus, avec plusieurs règles curieuses de navigation, l'usage des triangles sphériques, rectangles et obliques, toutes les questions astronomiques et leurs analogies.</i> (119 ff.) Aleno cultivateur, fusilier du 2nd bataillon de la garde nationale de Quimper, républicain. Manuel destiné à être présenté au ministre de la Marine. [SHM V, MS 325]</p>	
1793	SORAIN	<p>Lettre au ministre du 8 janv. 1793 : découverte d'un moyen simple et précis de DLM : demande d'autorisation de diffuser cette méthode. [AN MAR, G96, f.141]</p>	<p>R. le 15 janv. 1793 : nécessité de soumettre cette invention à l'ARS. R. ARS ?? (fol. 142)</p>
1793	LACOMBE	<p>- le 17 fév. 1793, <i>Description d'une machine propre à mesurer le temps dans la navigation</i> (7 ff.) [AN MAR, G96, f. 144-150] - 21 juillet 1793, lettre à la Convention : examens de la montre Marine qu'il a inventée par le Comité d'instruction publique et l'ARS; subsides demandés par cet inventeur. [AN MAR, G96, f. 154]</p>	

ANNEXE III

ACADÉMICIENS ET SAVANTS APPOINTÉS PAR LA MARINE, 1739-1789

I. LES SOURCES

Les appointements des savants et autres personnalités entretenues par le département de la Marine sont principalement rassemblés dans la série marine C² (*États des officiers civils et personnels divers entretenus par la Marine*). Certains savants ont un dossier personnel dans la série C⁷. Certains n'en ont pas : Clairaut, Delisle, Lacaille, Legentil, Pingré, Rochon ; de même le ministre de la Marine Rouillé n'a pas de dossier en C⁷.

Cette liste a été établie en s'appuyant sur les index de la série C¹ (personnels de la Marine, officiers et marins), des cartons C².47 (Etat en 1767), C².50 (Etat en 1781), C².51 (Etat tardif daté de 1782 mais comportant des révisions jusqu'en 1789, attestant d'une désorganisation progressive de la Marine). Nous avons aussi consulté le carton C².117 (*Administration centrale*) donnant les états des appointements pour les années 1761 à 1776. Ce dernier carton comporte des informations sur le Bureau des Journaux, cartes et plans qui ne figurent pas ailleurs. Par exemple, ni Bouguer, ni Clairaut n'apparaissent dans les états des personnels de la Marine des cartons C².47, 50 et 51 pour les états révisés en 1787. Clairaut apparaît dans les états conservés dans le carton C².117.

Remarquons des gestions différentes entre les divers bureaux de la Marine, où prévaut la nécessité de répartir les dépenses de l'Etat. Par exemple, le Bureau du Dépôt des journaux, cartes et plans de la Marine ne gère pas tous les savants engagés par la Marine.

Il faut distinguer différentes catégories de savants, appointés par des bureaux différents : soit par le trésorier général de la Marine, soit par le Bureau du Dépôt des Journaux, cartes et plans de la Marine. Il faudrait rajouter aux appointements provenant de ces bureaux, les gratifications annuelles ou les pensions octroyées sur le trésor royal provenant de la Maison du Roi (série O¹) : c'est le cas pour Maupertuis, Clairaut, Le Monnier et Lalande. Les appointements sont annuels, souvent payés par tiers.

Nous donnons les appointements et gratifications annuelles intéressant les académiciens et astronomes rencontrés dans cette thèse, à partir de la création du poste de « *préposé au perfectionnement de la Marine* » en 1739.

En 1793, les pensions ne seront plus payées. La suppression des pensions des militaires, employés et commis de la Marine est décidée par un décret de la Convention Nationale du 5 pluviôse an III (24 janvier 1795), avec effet dès le 19 février 1795.

On indique entre parenthèses après chaque nom les dates effectives de service dans la Marine.

II. LES APPOINTEMENTS PAYES PAR LA TRESORERIE GENERALE DE LA MARINE

1. Les Inspecteurs généraux de la Marine

DUHAMEL DU MONCEAU (1739 - 1779) - Inspecteur de la Marine au 1^{er} août 1739 avec 4200 Livres et un supplément (d'origine encore inconnue) de 2000 Livres. Soit au total 6200 Livres de pension. Duhamel décède en 1782 [MAR, C².47, fol. 569]. Duhamel fonde l'école des constructeurs de la Marine, dont Borda sera plus tard examinateur.

GROIGNARD (1779 - 1789) - Chevalier de Saint-Louis. Nommé inspecteur de la Marine au 1^{er} janvier 1779, avec des appointements de 12 000 Livres. Il reçoit un supplément de 8000 Livres pour ses fonctions de secrétaire et de dessinateur. Le trésor royal lui verse 6000 Livres. Groignard est appointé avec 20 000 Livres de pension [MAR C².51, fol. 483].

2. Les savants appointés par la Marine, avec le statut de « Préposé au perfectionnement de la Marine [ou de la Navigation] sous toutes ses formes ».

Ils font l'objet d'une étude particulière au chapitre I.2.

* **MAUPERTUIS** (1739-1745) - 3000 Livres.

* **BOUGUER**¹⁰ (1745-1758) - 3000 Livres.

* **CLAIRAUT** et **LE MONNIER** (1758-1765) - 1500 Livres chacun, la pension ayant été partagée par le ministre de la Marine.

* **LE MONNIER**¹¹ (1765 - 1791?) - 3000 Livres.

* **LALANDE**¹² (1765 - 1793) - 1000 livres de gratification annuelle transformée en pension d'un montant de 883 livres en 1779.

Nous avons abondamment traité des conditions dans lesquelles ont été recrutés ces académiciens et leur production dans le cadre de leur charge dans la première partie de la thèse. Notons que le géomètre Antoine **DEPARCIEUX** apparaît sur les états [MAR, C2.47, fol. 571] avec 600 Livres de gratification annuelle au 1^{er} janvier 1768, alors qu'il est académicien, associé géomètre depuis le 16 mai 1756 (en remplacement de d'Alembert). Antoine Deparcieux est reçu pensionnaire surnuméraire de la classe de géométrie le 11 juin 1768. Il ne profitera pas longtemps de ces pensions; il décède le 2 septembre 1768.

3. Les astronomes de la Marine

Leur fonction est d'extraire, des observations astronomiques consignées dans les journaux de bords, les données permettant de rectifier les positions géographiques sur les cartes nautiques, données transmises ensuite aux ingénieurs cartographes responsables de la mise à jour des cartes hydrographiques.

* **Joseph-Nicolas DELISLE** (1754-1763) - Il est nommé astronome-géographe de la Marine au 1^{er} janvier 1754, avec une pension de 3000 Livres. Cette nomination est avant tout une décision humanitaire à son égard, Delisle étant pratiquement sans ressources depuis son retour en France en 1747. Il avait alors cédé au ministre Rouillé sa collection de cartes astronomiques et

¹⁰. MAR, C⁷.40.

¹¹. MAR C⁷.179.

¹². MAR, C⁷.161.

géographiques, conservées au Dépôt des cartes et plans de la Marine, afin d'améliorer sa situation financière. Il obtient l'autorisation de disposer d'un observatoire situé à l'Hôtel de Cluny, qui devient officiellement l'Observatoire de la Marine. Delisle est retiré du service lorsqu'il prend sa retraite de l'astronomie en 1763 ; il est remplacé par Pingré.

* **Le Père Alexandre-Guy PINGRÉ** (1763 - 1796) - Pingré prend la suite de Delisle au 8 février 1763. Il obtient son brevet d'astronome de la Marine au 1^{er} octobre 1768. Sa pension demeurera de 600 Livres, son statut d'ecclésiastique — il est chanoine de Sainte-Geneviève —, empêchant l'octroi d'une pension plus large.

* **Charles MESSIER** (1754; 1768, 1771- ??) - Son service à la Marine a été des plus perturbé. Messier est en 1754 nommé commis de la Marine, à la demande de Delisle, avec 500 Livres annuelles versées par quartier de 125 livres à terme échu¹³. Messier demande une première augmentation en janvier 1761. En 1763, Messier succède à Laporte qui prend congé de son poste à l'Observatoire de la Marine avec 600 Livres. Laporte n'est pas remplacé et, sur décision du duc de Choiseul, Messier obtient en 1763 une pension de 1100 Livres (500 + 600). Philbert (2000) écrit que cette augmentation n'est et ne sera pas reportée dans les états de la Marine. Or, on trouve mention de cette augmentation de 600 Livres dans l'état de la Marine en 1767 [MAR, C².47, fol. 565] et on apprend que ses appointements sont compris dans ceux du Bureau du Dépôt des cartes et plans. En 1765, Messier qui fait le travail de Delisle, est toujours appointé à 500 Livres. Le Baron de Narbonne-Pelet, directeur du Bureau du Dépôt des cartes et plans, intervient pour que Messier reçoivent les 1100 Livres prévues¹⁴. Cette gêne passagère semble avoir été due au fait que les appointements de Messier étaient pris sur des fonds différents. Finalement, Messier obtient son Brevet d'astronome de la Marine le 30 septembre 1771 et la Marine prend en charge la totalité de son loyer à l'Hôtel de Cluny (logement et observatoire).

* **Pierre MÉCHAIN**¹⁵ (1777 - 1789), astronome hydrographe, rattaché du dépôt des journaux, cartes et plans. Au 17 mars 1777, sa pension est comprise dans ceux du Dépôt et n'apparaît pourtant pas dans certains états de la Marine [C².47 à 51]. Sa pension de 1200 Livres est payée par quartier [C².117].

Delambre donne quelques indications sur les conditions dans lesquelles Méchain fut engagé par la Marine¹⁶. Il semblerait que Lalande soit à l'origine de la nomination de Méchain au Dépôt des cartes de la Marine, après on l'imagine, une intervention auprès du ministre de la Marine (intervention qui reste encore inconnue).

En ce qui concerne les avatars des carrières de Messier et de Méchain au Dépôt de la Marine — retards dans le versement des pensions, ruptures puis reprises de leur engagement —, Delambre les met sur le compte des interminables querelles entre les ministres successifs et les officiers généraux de la Marine se succédant à la tête du Dépôt¹⁷. Quand leurs compétences furent unanimement reconnues, Messier et Méchain se virent confirmés dans leurs fonctions d'astronomes et hydrographes de la Marine¹⁸.

¹³ Philbert, 2000, p. 60.

¹⁴ Philbert, 2000, pp. 60-61.

¹⁵ MAR, C⁷.203.

¹⁶ Delambre, 1827, HA 18, p. 756.

¹⁷ Delambre, 1827, HA 18, p. 756.

¹⁸ Il sont chargés de vérifier les déterminations de latitude et de longitude à partir des observations recueillies dans les journaux de bords centralisés par le Dépôt des cartes et plans, pour la rectification des cartes nautiques.

Le Monnier est parfois mentionné comme « astronome de la Marine ». Il n'a pas porté ce titre et n'a pas été rémunéré en tant que tel.

4. Les opticiens de la Marine

Cette charge n'est créée qu'avec l'arrivée à Paris du P. Ruggiero Boscovich, à l'invitation du ministre de la Marine et du duc d'Aiguillon¹⁹. Elle ne concerne que deux savants religieux :

* **Le P. Jésuite R. BOSCOVICH**²⁰ (de 1773 à 1783(87)) – Il est appointé au poste de « Directeur de l'optique de la Marine » au 1^{er} janvier 1774, mais en occupe officieusement les fonctions dès la fin de l'année 1773²¹. Boscovich est mentionné toujours en service l'année de son décès en 1787. Mais suite à des querelles au sein de l'académie dès 1776 avec Laplace et l'abbé Rochon²², Boscovich prend un prétexte quelconque pour s'éloigner de l'ARS en 1783, année où il cesse effectivement son travail à la Marine. Très malade et diminué mentalement, Boscovich décède d'une pneumonie le 13 février 1787.

* **L'abbé Alexis-Marie ROCHON** (de 1787 à 1790) : Accordant foi à une fausse rumeur de la mort de Boscovich en 1783, Rochon réclame sa place. Il lui succède finalement en 1787 et pour peu de temps, la Révolution mettant fin à cette charge.

Anciennement « Garde de la Bibliothèque des académies » à Brest au 1^{er} juin 1766, avec 600 Livres d'appointements. Une révision de son statut est datée du 1^{er} oct 1767, et Rochon obtient 1200 Livres de pension. A la suite de ses démêlés avec l'Académie brestoise, l'abbé Rochon sera remplacé par Vincent, Garde de la bibliothèque et copiste à Brest au 1^{er} octobre 1780, payé 1200 Livres sur les fonds de l'Académie qui ont été réduits à compter du 1^{er} octobre 1780, de 6000 Livres à 4800 Livres.

Le duc de Praslin promet à Rochon le brevet d'astronome de la Marine en 1768 après le succès de ses missions au Maroc. Mais le brevet ne lui parviendra jamais²³. Rochon ne figure pas comme astronome de la Marine sur les états d'appointements consultés.

5. Les examinateurs et inspecteurs de l'instruction

Bien que cette partie n'est pas directement liée à notre étude, nous avons indiqué ici quelques renseignements sur un certain nombre de savants engagés dans les progrès de la Marine et qui jouèrent un rôle de second, voire de premier plan dans l'histoire contée dans cet ouvrage.

5.1 Des Gardes du Pavillon et de la Marine

* **Etienne BÉZOUT** (1764 - 1783) - En service au 1^{er} octobre 1764, il y reste jusqu'à son décès le 27 sept. 1783. Au 1^{er} oct. 1764, Bézout obtient une pension de 2400 Livres. Au 1^{er} Janvier 1768, il obtient 3000 Livres avec effet rétroactif depuis le 1^{er} oct. 1764, ainsi qu'une

¹⁹. Pappas, 1996, p. 406.

²⁰. MAR, C⁷.38.

²¹. Voir Boistel, 2001, « Deux documents inédits des RR. PP. Jésuites R. Boscovich et E. Pezenas sur les longitudes en mer », R.H.S., 54/3, pp. 383-397.

²². Pappas, 1996, pp. 406 et suiv. : il était reproché à Boscovich son ton hautain et son intention d'entrer à l'Académie par la courtoisnerie.

²³. Fauque, 1985, pp. 6-11.

gratification annuelle de 1200 Livres. Au 1^{er} juillet 1777, ses appointements sont de 6000 Livres plus une pension de 1200 Livres [MAR, C².47, fol. 570]. A son décès, sa veuve obtient une pension de 2000 Livres et sa nièce une autre de 300 Livres prises sur les fonds du Département de la Guerre [C².50, fol. 391]. Bézout est aussi examinateur des élèves aspirants du corps royal de l'artillerie; il sera remplacé par Laplace.

* **Gaspard MONGE**²⁴ - Remplace Bézout décédé, à compter du 25 octobre 1783 jusqu'en 1786 où il sera remplacé par Pierre Lévêque. Ses appointements sont à cette époque de 4000 Livres [MAR, C².50, fol. 391r°].

5.2 De l'école des élèves ingénieurs-constructeurs de la Marine

* **Le chevalier Jean-Charles de BORDA**²⁵ - Il est nommé le 24 octobre 1784 avec 4000 Livres de pension. [MAR, C².50, fol. 390v°]. Borda deviendra dans les années 1785-1799 un acteur et un censeur incontournable du développement des méthodes de l'astronomie nautique.

* **Pierre-Simon LAPLACE** - Entre au service de la Marine le 13 novembre 1783, sans appointements. Puis à compter du 1^{er} janvier 1784, il reçoit 1200 Livres suite à une décision du 29 avril 1785, avec effet rétroactif. (il remplace aussi Bézout comme examinateur du corps royal de l'artillerie à son décès) [MAR, C².50, fol. 390v°].

6. Les « artistes »

Ferdinand BERTHOUD²⁶ - Horloger du Roi et de la Marine [C².51, fol. 481]. Entre au service de la Marine le 2 août 1766, obtient son brevet le 1^{er} avril 1770. Sa pension est de 3000 Livres, dont le tiers est réversible à sa femme. Au 1^{er} avril 1773, il obtient une augmentation de 1500 Livres. Le 1^{er} février 1782, nouvelle augmentation de 1500 Livres, prise sur le Bureau des Ports. Le 27 décembre 1782, on lui alloue une somme de 1500 Livres pour un logement en attendant qu'on lui fournisse un logement royal (en récompense de ses travaux sur les montres marines). Son neveu Louis Berthoud jouera un rôle de premier plan dans le développement des chronomètres de Marine au début du XIX^e siècle.

III. LES APPOINTEMENTS PAYES SUR LES FONDS DU DEPOT DES JOURNAUX, CARTES ET PLANS

Les membres du Bureau du Dépôt des Journaux, cartes et plans de la Marine et personnels rattachés, académiciens ou correspondants²⁷

²⁴. Gaspard MONGE (Beaune, 9 mai 1746 - Paris, 28 juillet 1818). Il fait ses études à Lyon chez les oratoriens. Il est recruté comme dessinateur à l'Ecole du Génie de Mézières en 1764, puis obtient la chaire de mathématiques en 1769 et remplace l'abbé Nollet, décédé, à la chaire de physique en 1770. En 1773 il est nommé correspondant de l'ARS. Ses travaux mathématiques reconnus lui valent d'être élu adjoint géomètre le 14 janvier 1780. Egalement chimiste, on le trouve aux côtés de Lavoisier. Adhérent aux idées de la Révolution, il deviendra ministre de la Marine du 10 août 1792 au 10 avril 1793 [Viguerie, 1995, p. 1205].

²⁵. MAR, C⁷.37.

²⁶. MAR, C⁷.27.

²⁷. Pour des éléments historiques du Dépôt des journaux, cartes et plans de la Marine, voir Chapuis, 2000, pp. 159-168, 217-226.

* **Roland-Michel Barrin de La GALISSONNIÈRE**²⁸ (1693-1756) - La Galissonnière devient directeur du Dépôt en décembre 1749 avec effet au 1^{er} janvier 1750. Sous le ministère de Rouillé, La Galissonnière avait encouragé l'instruction en astronomie et les expéditions hydrographiques de Chabert, le voyage de Lacaille au cap de Bonne-Espérance (avec l'aval de la Compagnie des Indes) entre novembre 1750 et juin 1754, la création de l'Académie de Marine à Brest en juillet 1752, les travaux de Gabriel de Bory²⁹ sur les instruments de navigation, entretenait des relations avec Bouguer et Le Monnier, etc. Lamontagne liste les mérites de La Galissonnière³⁰. Il est à l'origine de l'acquisition par le Dépôt et par Rouillé de la collection de cartes géographiques de J.-N. Delisle³¹.

* **Le comte François-Bernard de NARBONNE-PELET**³² (1761 - 1775) - Garde des plans, cartes et journaux de la Marine. Il est employé au dépôt le 20 novembre 1761 avec effet au 1^{er} janvier 1762. Il semble occuper les fonctions de Directeur du Bureau avec 6000 Livres de pension, à partir de 1766. Il décède en 1775 [MAR, C².117].

* **Charles-Pierre CLARET, comte de FLEURIEU**³³ (1738 - 1810) - Le 26 février 1775, il est inspecteur en second du Dépôt avec 3000 Livres d'appointements; il reçoit 1600 Livres pour son grade de Lieutenant de Vaisseau [MAR, C².117]. Le 11 mai 1776, il est inspecteur en titre, en survivance de Chabert, et reçoit 4000 Livres [MAR C².47, fol. 564]. Il sera ministre de la Marine, du 24 octobre 1790 au 5 mai 1791.

* **Joseph-Bernard Cogolin, marquis de CHABERT**³⁴ - Chabert avait, dès mars 1750, travaillé sous les ordres de La Galissonnière. Il avait été chargé à de nombreuses reprises d'effectuer des missions hydrographiques et cartographiques pour le compte de la Marine³⁵. Il entre au Dépôt le 20 mars 1773 (3000 Livres) et se voit confirmé par un premier brevet le 26 février 1775; il reçoit 3000 Livres pour son grade de capitaine de Vaisseau (depuis l'expédition de *La Mignonne*) ainsi que 3000 Livres pour son poste de premier inspecteur du Bureau, soit 6000 Livres au total. Il devient inspecteur en titre le 10 ou 11 mai 1776 en survivance du chevalier d'Oisy [MAR, C².117 et C².47, fol. 563]. Ses appointements au 26 mars 1780 sont de 9000 Livres.

* **Jean-Baptiste d'APRÈS de MANNEVILLETTE**³⁶ (1707-1780) - Correspondant de Le Monnier le 6 mars 1743. Il devient Garde du Dépôt des cartes et plans de la Marine pour la Compagnie des Indes à Lorient lorsque ce dépôt est créé en 1762. Mannevillette reçoit 2400 Livres d'appointements. Jusqu'en 1770, les deux dépôts n'ont aucune relation. En 1770, lorsque le roi rachète la Compagnie des Indes, d'Après conserve la gestion des journaux et des cartes — essentiellement les siennes —. Le chevalier d'Oisy, qui ne l'aime pas, demande la réunification des

²⁸. MAR, C¹.165, 166 (fol. 27); C⁷.159. Lamontagne, 1961a et 1961b. Né à Rochefort, le 10 nov. 1693-mort à Nemours, le 26 oct. 1756. Associé libre de l'ARS le 1^{er} mai 1752.

²⁹. MAR, C⁷.38; Bory (1720-1801) est chef d'escadre puis gouverneur de Saint-Domingue.

³⁰. Lamontagne, 1961a.

³¹. Lamontagne, 1961a, p. 26.

³². Voir ses dossiers personnels dans les séries MAR C¹.165, 168 (fol. 545), 180 (fol. 140); C⁷.224. Né en 1719, il décède en nov. 1775.

³³. MAR, C¹.182 (fol. 421), 180, 172; C⁷.106. Né à Lyon le 2 juillet 1738, mort à Paris le 18 août 1810. Il commande l'*Isis* pour un voyage d'épreuve des montres marines entre déc. 1768 et nov. 1769.

³⁴. MAR, C¹.165, 169 (p. 630), 178 (pp. 77-103); C⁷.58. Voir infra, chap. II.3 (pour son action de diffusion des éphémérides, la CDT) et chap. IV.1 (pour ses relations avec Le Monnier et ses contributions à l'astronomie nautique).

³⁵. Lamontagne, 1961a et 1961b.

³⁶. MAR, C⁷.6 (1707-1780). Voir infra, partie III pour les contributions de Mannevillette à l'astronomie nautique, à la méthode des distances lunaires et ses relations avec Lacaille. Voir l'étude de Mme Fillionat, 1993, pp. 117-120 notamment.

dépôts en 1775 peu avant son décès. Au 1^{er} Juillet 1771, il officie au Département de Lorient, avec 2400 Livres. D'Après obtient en 1776 une gratification annuelle de 1600 Livres pour compenser le refus de la Marine de lui verser une pension de 6000 Livres. Il décède le 1^{er} mars 1780 [MAR, C².47, fol. 19 et 588].

A cette énumération, il faut ajouter les noms de **Méchain** et **Messier**, astronomes de la Marine, dont les appointements sont, en toute ou partie, pris sur les fonds du Dépôt. Notons qu'en 1789 apparaît **Jean(-Nicolas) Buache**³⁷ (de la Neuville). Désigné, à tort, Astronome de la Marine au 1^{er} avril 1789, alors qu'il est en fait Géographe de la Marine, ses appointements sont compris dans ceux du Dépôt et ne sont pas indiqués dans C².51 (fol. 473).

³⁷. Jean Buache (15 fév. 1741 - Paris, 21 nov. 1825) ou Jean-Nicolas Buache de la Neuville, géographe, deviendra après conservateur hydrographe en chef du Dépôt des cartes et plans (1798-1812). Il est aussi l'un des premiers membres du BDL à sa création en 1795. Carrière académique : adjoint géographe le 15 avril 1782 puis associé géographe le 23 avril 1785.

Table 1 : Table des académiciens, associés et étrangers de l'ARS appointés par la Marine : proposés au perfectionnement de la navigation, astronomes de la Marine, et opticiens. 1739-1795 (classement par ordre alphabétique).

Nom des académiciens	Date d'entrée dans le service pour la Marine	Statut et titre(s)	Appointements	Références (principales)
BOSCOVICH	1er janv. 1774 (officieusement depuis juillet 1773) ³⁸	Directeur de l'Optique de la Marine	2000 L. Brevet du 22 février 1774.	MAR, C ² .47, fol. 571
BOUGUER	1745	proposé au perfectionnement de la navigation	3000 L.	MAR, C ⁷ .40, fol. 22-23.
CLAIRAUT	1758	proposé au perfectionnement de la navigation	1500 L.	MAR, C ² .117; C ⁷ .161; G94, fol. 144.
DELISLE	1er janvier 1754 (jusqu'en fév. 1763)	astronome de la marine	3000 L.	MAR C ² .117; C ² .47, fol. 565.
DUHAMEL MONCEAU	1er août 1739	Inspecteur général de la Marine	4200 L. et suppl. de 2000 L : 6200 Livres au total	MAR, C ² .47, fol. 569.
LALANDE	1er juillet 1765	Proposé au perfectionnement de la Marine	gratification annuelle de 1000 L . Transformée en pension de 883 Livres le 1er juillet 1779	MAR, C ⁷ .161; C ² .47, fol. 571. MAR G94, fol. 144.
LE MONNIER	1758 puis 1765	proposé au perfectionnement de la navigation	1500 L. jusqu'en 1765. 3000 L. au 1er juillet 1765	MAR C ⁷ .161 ; G94, fol. 141-142 et fol. 144; MAR C ² .47, fol. 571; C ² .117
MAUPERTUIS	sept.-nov. 1739	proposé au perfectionnement de la navigation	3000 L.	MAR C ⁷ .218-219.
MÉCHAIN	17 mars 1777	astronome de la marine	1200 Livres	MAR C ² .117 ; C ² .47, fol. 565.

³⁸. Pappas, 1991, pp. 167-169.

MESSIER	Officier comme commis en 1754, révisions de son statut et de sa pension en 1763, 1765, en 1771.	astronome de la marine	600 L jusqu'en 1768; 1100 L. en 1771 2000 L en 1774	MAR C ⁷ .207 MAR C ² .117.
PINGRÉ	8 février 1763 (rempl. Delisle)	astronome de la marine	600 Livres	MAR C ² .117; C ² .47, fol. 565
ROCHON	3 avril 1787	Directeur de l'Optique de la Marine	2000 L.	MAR, C ² .51, fol. 479

ANNEXE IV

Un manuscrit inédit de l'abbé Nicolas-Louis Lacaille sur les longitudes en mer, conservé aux Archives Nationales de France.

[CARAN, AN, MAR, 2 JJ 69, pièce 19b (5 pp.)

Correspondance de J.-N. Delisle, tome XIII, année 1754]³⁹

Note concernant l'édition de ce texte : les tournures grammaticales et la syntaxe d'origine ont été conservées. Seule l'orthographe des mots courants, fluctuante au cours du XVIII^e siècle, a été modernisée ici pour faciliter la lecture de ce texte fondamental concernant la divulgation des méthodes de l'astronomie nautique aux marins.

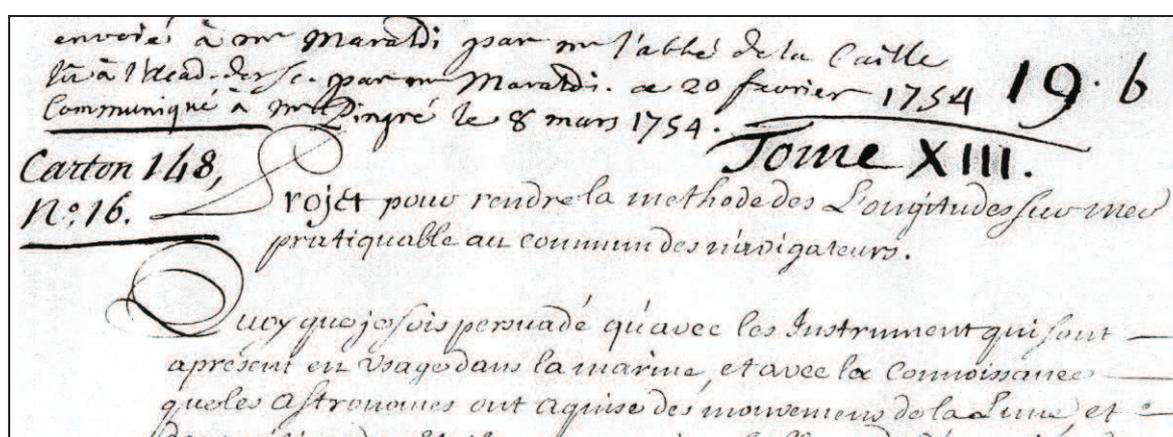


Figure 1 : [AN, Mar, 2 JJ 69, pièce 19b] . Extrait.

« envoyé à m^r. Maraldi par m^r. l'abbé de la Caille. Lu à l'Acad. des Sc. par m^r. Maraldi. Ce 20 février 1754. Communiqué à m^r. Pingré le 8 mars 1754.

Projet pour rendre la méthode des Longitudes sur mer praticable au commun des navigateurs.

/1/ Quoique je sois persuadé qu'avec les instruments qui sont à présent en usage dans la marine, et avec la connoissance que les astronomes ont acquise des mouvements de la Lune, et des positions des étoiles, on ne puisse se flatter de déterminer les Longitudes sur mer, à moins de deux degrés près, si ce n'est dans des circonstances extrêmement favorables. Cependant comme cette approximation seroit souvent assez importante surtout dans les Voyages de long cours, et dans les atterrages qui ne se font qu'après une route dirigée de l'Est à l'Ouest, on ne peut douter que ce ne soit rendre un grand service à la navigation que d'y introduire la pratique de cette méthode, en la mettant à la portée du commun des navigateurs.

De la manière qu'on a proposé cette méthode jusque[s] ici (sic), il n'y avoit pas lieu d'espérer qu'un grand nombre de marins y pussent atteindre, puisqu'il y falloit employer le calcul le plus long

³⁹ Voir PV ARS, 1754, séance du mercredi 20 février 1754, pp. 83-86. Le dernier paragraphe du texte reproduit ici ne figure pas dans les Procès-verbaux des séances de l'Académie des sciences.

et le plus délicat de l'astronomie, y démêler un grand nombre de cas fort compliqués, qui exigent une grande application, une connoissance très approfondie de la Sphère et une longue pratique du calcul de la trigonométrie sphérique sans lesquelles le calculateur peu exercé tombe dans de grandes perplexités et s'expose à commettre des erreurs plus à craindre que celles qui se trouveroient dans son estime.

L'expérience m'a fait voir que si les astronomes veulent se charger de la partie de ce calcul qui est de leur ressort, et par conséquent la plus longue et la plus difficile, on peu[t] en laisser si peu à faire à l'observateur qu'avec un peu d'exercice il puisse parvenir en moins d'une demi heure de temps à la conclusion de sa longitude. On peut lui donner des règles pour ce calcul qui soient très faciles et sans complication de cas.

Il n'est pas si nécessaire que je fasse ici le détail de ces règles /2/ que tout astronome peut aisément exposer avec clarté, ni que je rapporte l'histoire des faits qui m'ont convaincu qu'elles étoient faciles à exécuter, pour ceux qui ne sont qu'exercés aux pratiques les plus communes parmi les Pilotes. Le peu que je vais dire sur cette méthode, suffira pour convaincre les astronomes de la possibilité de mon plan.

Il faudroit donc 1°. N'employer que les six étoiles suivantes sçavoir l'œil du Taureau, la Tête de Pollux, le Cœur du Lyon, l'Epy de la Vierge, le Front et le Cœur du Scorpion : on y pourroit ajouter le Soleil dans les premiers et derniers quartiers de la Lune voisine de son périégée. La raison de l'exclusion que je donne aux autres étoiles zodiacales, c'est qu'on ne peut observer de nuit leur hauteur sur mer ; qu'elles sont plus difficiles à distinguer lorsqu'on les compare à la Lune, qu'elles sont aussi plus difficiles à reconnoitre dans les clairs de Lune, surtout à l'égard de ceux qui n'ont pas une grande connoissance des étoiles.

2°. Il faudroit que des astronomes dressassent des espèces d'éphémérides dans lesquelles on trouveroit la distance vraie du centre de la Lune à une de ces étoiles de 3 heures en 3 heures au méridien de Paris, le moment vrai du passage de l'étoile à ce méridien, les degrés et minutes de la déclinaison de cette étoile ; et la parallaxe horizontale de la Lune. On ne feroit ces calculs que pour les jours ou la Lune seroit dans la situation la plus propre pour en faire l'observation. Dix ou 12 jours choisis dans chaque mois seroient suffisants. Le calcul se feroit sur les meilleures tables de la Lune et seroit corrigé sur des observations faites antérieurement. Il ne seroit pas nécessaire de les faire pour tout le jour, mais seulement pour les heures comprises dans l'intervalle entre elles ou avant l'opposition. La Lune se couche dans l'étendue des mers qui sont depuis cinq heures à l'occident de Paris, jusqu'à 7 heures à l'orient : ou bien entre celles où après l'opposition la Lune se lève dans l'étendue des mêmes mers. Car j'ai démontré ailleurs que le moment le plus favorable pour observer la distance de la Lune à l'étoile, seroit celui du lever ou du coucher de la Lune [.]. Si la réfraction ne nuisoit à la précision de l'observation, c'est toujours celui où la Lune est le plus près de l'horizon, hors des limites des réfractions trop incertaines.

Ainsi par exemple le 13 avril 1753 la Lune passe au méridien de Paris à 8^h 43 avec 6 degrés de déclinaison Boréale. /3/ Elle se couche par conséquent sous le parallèle de 60 degrés vers le nord à 15 heures $\frac{1}{2}$. Or il est 20^h $\frac{1}{2}$ à Paris lorsqu'il est 15^h $\frac{1}{2}$ sous un méridien occidental de 5 heures et 8^h $\frac{1}{2}$ pour un méridien plus oriental de 7 heures : c'est donc dans l'intervalle de 8^h $\frac{1}{2}$ à 20^h $\frac{1}{2}$ qu'il faut calculer les distances de la Lune à l'étoile la plus favorable, qui est l'Epy de la Vierge. On peut en mettre les calculs sous cette forme.

1753. avril						Passage de l'ét. au méridien	Déclin. de l'étoile
Temps vrai à Paris le 13 à	8 ^h 30'	11 ^h 30'	14 ^h 30'	17 ^h 30'	20 ^h 30'	<u>H M S</u>	<u>D M [S]</u>
						11 42 50	9 52 []
Distance à l'Epy de la Vierge	47. 43 .56	45. 56. 44	44. 9. 30	42. 22. 14	40. 34. 56		
Parallaxe horiz. de la Lune	58. 58	59. 0	59. 2	59. 5	59. 8		

Cela posé, qu'on ait observé ce jour là une distance de la Lune à l'Epy de la Vierge, avec la hauteur apparente de l'étoile et celle de la Lune, lesquelles hauteurs ayant été prises par deux observateurs dans l'instant [d'une ?] à une demi-minute près de l'instant de l'observation de la distance, ou si ces 3 observations ne se peuvent faire que par un seul observateur ; qu'à l'aide d'une montre on ait réduit les hauteurs observées à l'instant de l'observation de la distance. Il est évident 1°. Qu'il y a un triangle à résoudre par les trois cotés connus, pour conclure l'heure vraie de l'observation. 2°. Que la distance de la Lune à l'étoile, et les distances apparentes de la Lune et de l'étoile au zénith sont 3 cotés d'un autre triangle, dont on peut calculer l'angle à l'étoile, et l'angle à la Lune. 3°. Que chaque correction qu'il faut faire à la distance à cause de la réfraction, est comme le produit de la réfraction qui convient à la hauteur apparente de l'étoile et de la Lune, par le cosinus de l'angle à l'étoile et à la Lune. 4°. Que la correction qu'il faut faire à la même distance à cause de la parallaxe, est comme la parallaxe horizontale par le produit du cosinus de la hauteur apparente de la Lune et de l'angle à la Lune. On a donc de cette sorte l'heure vraie de l'observation, et tous les éléments nécessaires pour réduire la distance observée, à la distance vue du centre de la terre, et en cherchant par le moyen des éphémérides supposées à quelle heure à Paris la distance calculée étoit égale à la distance ainsi réduite, on a la différ[ence] des méridiens que donne la Longitude que l'on cherche.

/4/ On peut remarquer que tout ce calcul se réduit seulement à deux règles. La première donne la solution de deux triangles sphériques dans laquelle il ne peut jamais y avoir d'ambiguïté pour les angles aigus et obtus : le calcul des secondes n'est pas nécessaire. La seconde règle donne un des cotés de trois triangles rectilignes rectangles dont l'hypoténuse et un angle sont connus.

On m'objectera peut être que j'exige trois observations à la fois, tandis qu'absolument parlant deux sont suffisantes, sçavoir une de la distance et de la Lune à l'étoile et l'autre de la hauteur d'une étoile connue quelconque, quelque temps avant ou après l'observation de la distance, si l'on ne peut l'observer dans le même moment.

Comme ce n'est pas ici le lieu d'exposer toutes les précautions qui sont nécessaires pour réussir dans la détermination de la longitude je me contente de répondre 1°. Que par le choix que je fais des plus brillantes étoiles du zodiaque, celle dont on observe la distance à la Lune est presque toujours en même temps celle dont la hauteur est la plus facile à observer. 2°. Qu'il est toujours facile d'observer en mer la hauteur de la Lune, que d'ailleurs il n'est pas nécessaire qu'on la réduise fort exactement au moment de l'observation, parce que cette hauteur n'entre que dans des calculs d'angles où une erreur d'un demi-degré est de petite conséquence. Qu'enfin dans toutes les méthodes qu'on peut imaginer, l'observation de cette hauteur sauve un grand nombre de calculs.

/5/ Il étoit écrit sur l'enveloppe du présent mémoire ce qui suit.

J'ay appris qu'on a publié depuis mon départ de France des ouvrages relatifs à l'observation de la longitude sur mer par les distances de la Lune aux étoiles : mais j'ignore si et jusqu'à quel point on a perfectionné cette méthode que la longueur et la multiplicité des calculs qu'elle exige ont rendue

jusque[s] ici comme impraticable. J'expose dans ce mémoire une manière d'en rendre la Pratique extrêmement simple pour le commun des marins et le calcul d'une demi heure au plus, sans avoir besoin des Tables astronomiques, ni d'autres tables de sinus que les plus petites et les plus communes ; il n'est pas nécessaire de sçavoir la trigonométrie sphérique, ni d'avoir d'autre connoissance de celles qu'on les Pilotes ordinaires, mais seulement quelques calculs faits d'avance par des astronomes. Si l'académie a connoissance de quelque chose d'équivalent sur cette méthode, je souhaite que ce mémoire soit réservé pour en faire usage après mon retour. Mais si elle juge que ce que j'annonce ici soit nouveau, et de quelque importance, je la prie de vouloir bien en attendre la lecture ou de le faire examiner par des Commissaires, pour lui en faire le Rapport qu'ils jugeront à propos. »

ANNEXE V

CORRESPONDANCE INÉDITE D'ALEXIS CLAIRAUT

Edition de deux lettres inédites échangées entre Alexis Clairaut et Augustin-Nathaniel Grischow ; extrait des premières tables de la Lune de Clairaut (1751), conservées aux Archives de l'Académie des Sciences de Russie à Saint-Pétersbourg [A.A.N.]

Je remercie ici vivement M^{me} Patricia Radelet-de-Grave (Louvain) et surtout M^r. le Professeur Gleb Mikhailov (Moscou) pour leur aide apportée dans la collecte des manuscrits de Clairaut conservés dans les Archives de l'Académie des Sciences de Russie à Saint-Pétersbourg (techniquement fermées actuellement).

Les deux lettres publiées ici, ont trait à la théorie et aux tables de la Lune de Clairaut dans les années 1752-1755. Elles sont restituées dans leur orthographe d'origine (fluctuante et irrégulière au milieu du XVIII^e siècle). La seconde de ces lettres n'est que mentionnée dans l'inventaire de R. Taton (1976) et citée en note dans l'édition de douze lettres échangées par Clairaut avec les responsables de l'Académie Impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg publiées en appendice à la correspondance Euler-Clairaut [1980, OO IV A, 5, pp. 227-245].

La première lettre, datée du 2 janvier 1751, est de Clairaut. Il semble y avoir erreur dans l'année. En effet, il y est question de l'impression de sa *Théorie de la Lune*, ouvrage couronné le 22 juin 1751 par l'Académie de Saint-Pétersbourg. Or, Clairaut apprend son succès par une lettre de Schumacher datée du 7 septembre 1751⁴⁰. La présente lettre de Clairaut ne peut donc dater que du début 1752 plutôt que du début 1751 comme Clairaut l'a indiqué. Par ailleurs, elle est antérieure à la lettre du 21 juin 1752 que Clairaut écrit à Grischow et dans laquelle il explique la construction de ses tables de la Lune⁴¹. La lettre que nous publions est très certainement la première de la correspondance entre Clairaut et Grischow à l'occasion du prix de l'Académie de Saint-Pétersbourg pour 1751, échangée après le départ de Grischow de Paris.

La seconde lettre est écrite par N. Grischow en septembre 1755. C'est une réponse tardive à une lettre de Clairaut du 7 novembre 1754. Grischow remercie Clairaut de l'envoi d'un exemplaire de ses Tables de la Lune. A cette occasion, on apprend que les ouvrages d'astronomie ne se vendent pas à Pétersbourg faute de lecteurs pour ce genre d'ouvrages.

Enfin, nous donnons un exemple de calcul d'un lieu de la Lune, extrait des tables manuscrites qu'Alexis Clairaut envoya à l'Académie de Saint-Pétersbourg durant l'impression de sa pièce lauréate du prix pour 1751 (voir *supra*, partie IV). Elles sont extraites des Archives de l'Académie des Sciences de Russie à Saint-Pétersbourg [Autogr., fr., 14 pp. - A.A.N., f.1, op. 77, n. 6, fol. 1r^o-8r^o] auxquelles nous avons pu avoir accès grâce à l'obligeance et aux actions décisives de M. le Professeur Gleb Mikhailov.

⁴⁰. [OO IV A, 5, n.1, p. 230].

⁴¹. Voir *supra*, Chap. IV.2.

Sans référence ni indications complémentaires, nous ne savons pas si ce manuscrit est une première version des tables destinées à être imprimées avec la *Théorie de la Lune* de Clairaut (Saint-Pétersbourg, 1752) ou une version de ses *Tables abrégées de la Lune* pressenties pour l'un des volumes des « Commentaires » publiés par l'académie russe. Les tables ne sont pas complètes ; elles comportent les vingt-deux arguments pour le calcul de la longitude écliptique de la Lune, la série pour la correction de la latitude selon l'inclinaison de l'orbite. N'y figurent pas les séries pour l'inclinaison et les nœuds de l'orbite de la Lune. Ce qui nous amène à supposer que ce manuscrit est celui des *Tables abrégées de la Lune* que Clairaut envoya à Nathaniel Grischow dans une lettre du 21 juin 1752⁴².

Le manuscrit présente un tableau récapitulatif pour la formation des arguments et le calcul des coordonnées de la Lune, ainsi qu'un exemple numérique du calcul d'un « lieu de la Lune » pour un jour de l'année 1738. Cet exemple correspond bien à une version abrégée des tables de Clairaut. Dans le manuscrit conservé à Saint-Pétersbourg, les tables de Clairaut ne sont pas rangées dans un ordre cohérent. Elles apparaissent mélangées sans doute à la suite d'un classement hâtif de ces archives. Une comparaison avec la présentation des tables dans divers ouvrages conduit à proposer la disposition suivante des feuillets, plus conforme à l'esprit dans lequel elles ont été établies⁴³ :

1. Série pour la longitude

1^{ere} Table pour l'argument y (f. 6v°)

2^{eme} Table pour l'argument t (f. 6r°)

3^{eme} Table pour l'argument $t-y$ (f. 2r°)

4^{eme} Table pour l'argument $s-t$ (f. 1v°)

4^{eme} Table pour l'argument $2t-y$ (f. 2v°)

5^{eme}, 6^{eme} et 7^{eme} Tables pour les arguments $4t-y$, z , $y-z$ (f. 3r°)

8^{eme}, 9^{eme} et 10^{eme} Tables pour les arguments $y+z$, $2t-z$, $2t+y$ -f. 3v°)

de la 11^{eme} à la 14^{eme} Table (f. 4r°)

de la 15^{eme} à la 22^{eme} Table ... (f. 4v°)

2. Série pour l'argument de la latitude

Tables qui donnent l'Argument vray de la Latitude, avec une exactitude suffisante pour trouver la réduction à l'écliptique, 1^{ere}...3^{eme} Tables (f. 1r°)

5^{eme} table pour l'argument s de la latitude et Tables par lesquelles on determine l'inclinaison de l'orbite [...], (f. 5r°)

Tables pour corriger la Latitude de la Lune calculée par l'inclinaison de l'orbite et l'argument de la Latitude que donnent les tables précédentes, 1^{ere} ...8^{eme} tables (f. 5v°).

⁴². OO IV A, 5, pp. 230-233.

⁴³ Le manuscrit complet a été reproduit dans ma thèse, Boistel, 2001, *op.cit.*, annexe XIII.2, pp. 962-978.

3. Récapitulatifs et exemples

Opérations pour former les arguments de la Longitude [...] les arguments de la correction de la Latitude (f. 7r°)

Calcul d'un lieu de la Lune le 17 nov. 1738 à 3^h 26' 22" P.M., (f. 8r°)

Lettre n°1

Clairaut à N. Grischow

Paris, le 2 janvier 1751 [1752]

[Autogr., fr., 3 pp. - AAN, f.1, op. 53, N 6/4, fol. 1-2r°]

A Monsieur Grischow de l'Académie Imperiale des Sciences, a St Petersburg.

/fol. 1r°/ Monsieur,

Je me souviens avec plaisir du tems que j'ai eu l'honneur de vous voir dans ce pays cy⁴⁴, et l'idée que vous m'avés donnée de votre politesse ne me fait pas douter que vous ne soyés charmé d'en don[n]er des marques de loin comme de près. Je me fais donc un vray plaisir de vous prier d'avoir un peu les yeux sur ceux qui seront chargés par votre academie de revoir les epreuves de ma Piece, afin que cet ouvrage soit imprimé aussi correctement et aussi diligemment qu'il se puisse. Au reste comme j'ai un grand soubçon que je vous dois beaucoup dans tout ce qui s'est passé d'heureux pour moi dans votre academie, soit pour le couronnement de ma Piece⁴⁵, soit pour la maniere dont il a été annoncé. Je me suis déterminé a vous écrire autant par l'envie de vous remercier, que par celle de vous avoir une nouvelle obligation. J'y joindrois volontiers un troisieme motif. celui de savoir votre sentiment particulier sur mon ouvrage, & si vous n'auriés point pensé à en faire quelqu'usage pour le calcul des lieux de la Lune⁴⁶.

J'ai été bien fâché de ce que le tems & la difficulté d'avoir des copistes m'ayant empêché de joindre à mon ouvrage les tables de la lune que j'ai calculées sur mes formules, et /fol. 1v°/ dont je me suis servi en calculant les lieux que j'ai inseré [déchirure - dans] le scholie general, parce que je suis persuadé que vous les auriés trouvées assés commodes pour les employer; Et que j'aurois eu la

⁴⁴. Rappelons que Grischow était arrivé à Paris en 1747 dans les bagages de J.-N. Delisle lors du retour de celui-ci en France après un long séjour en Russie. Grischow avait été témoin des débats entre d'Alembert et Clairaut au sujet de la Théorie de la Lune. Il était aussi présent lors de la rétractation de Clairaut le 15 mai 1749 et en avait indirectement informé Euler (voir supra, Chap. IV.2).

⁴⁵. La pièce de Clairaut est sa *Théorie de la Lune* publiée en 1752 à Pétersbourg. Le prix est accordé le 22 juin 1751. Clairaut l'apprend par une lettre inédite de Schumacher du 7 septembre 1751 [AAN, f.1, op.3, n° 38, fol. 288r°] (voir supra, chap. IV.2).

⁴⁶. En raison des polémiques qui font rage au sein de l'Académie parisienne, Clairaut ne dispose alors pas d'appuis suffisants pour réclamer aux astronomes une vérification de ses tables. Les seuls qui pourraient le faire sont Lacaille et Lalande malheureusement absents, l'un au cap de Bonne-Espérance, l'autre à Berlin. Ce ne sont pas les astronomes de tradition cartésienne, Delisle, les Cassinis, qui se proposent d'aider Clairaut dans ses recherches.

satisfaction d'apprendre par un plus grand nombre d'exemples que ceux que j'ai pu faire jusqu'à quel point elles s'accordent avec la Nature⁴⁷.

J'avoue cependant qu'elles ne sont pas aussi parfaites que je le souhaiterais & que j'espère de les rendre en recommençant les calculs arithmétiques des quelques unes de mes Equations qui demandent tant d'attention que je n'ai pas pu me satisfaire sur leur détermination. Quoiqu'il en soit elles m'ont paru jusqu'à présent les meilleures que j'aye vues n'ayant pas trouvé de lieu de la lune qu'elles donnent à plus de 4' de distance de l'observation.

Oserois je encore vous prier de me mander dans quel tems vous soubçonnés que ma piece pourra paroître [râtures], si ce sera un morceau détaché, ou si elle sera jointe à quelqu' autre ouvrage. Enfin, quelles mesures on pourra prendre pour en avoir un [illisible] en France.

J'engagerai quelqu'un de nos libraires à s'en charger, ne doutant pas qu'il ne s'en vende ici en aussi grande quantité que ces sortes de livres se vendent ordinairement⁴⁸. Mais voici /fol.2 r°/ assés de questions pour une premi(déchirure) J'en resterai donc là en vous assurant de la parfai[te] estime avec laquelle j'ai l'honneur d'Être, Monsieur,

Votre très humble & très obeissant
Serviteur Clairaut

Paris 2 Janv. 1751 n.s.

[P.S.] Lorsque vous me ferez l'honneur de me répondre, je vous prie de mettre votre lettre sous une enveloppe à Mr. d'Onsenbray ancien Intendant general des Postes et relais de France. et d'avertir Mr. Schumacher de la meme adresse au cas qu'il veuille me répondre ce que vous pouvés lui éviter en lui disant que vous vous chargés de notre correspondance supposé qu'elle vous convienne.

Les corrections que j'ai faites à la Table d'Observation qui est à la fin de ma Piece et à laquelle je vous prie de faire substituer celle que j'envoie à Mr. Schumacher sont causées par l'equation $+ 9'' ,5 \sin 2t + 2y$ que j'avois écrite par inadvertance dans mes Tables dans un sens contraire à celui de mes Formules de l'art 35 1er Par. Il y a d'ailleurs une ou deux observations qui avoient été mal calculées et deux ou trois que j'ai rajoutées dont les calculs n'avoient pas pu être prêts lors de l'envoy de ma dissertation.

⁴⁷. Nous avons déjà souligné qu'à cette époque, Clairaut ne dispose pas de beaucoup d'observations de la Lune pour construire ses tables. ...

⁴⁸. Cette remarque semble indiquer qu'à cette époque, des ouvrages très spécialisés comme des tables astronomiques se vendent bien à Paris, ce qui ne semblent plus être le cas après la guerre de sept ans.

Un échantillon de la lettre précédente

après des questions pour une première fois
restera donc là en vous assurant de la parfaite estime
avec laquelle j'ai l'honneur d'être Monsieur

Votre très humble & très obéissant
Paris le 2 Janv. 1751. n. S. serviteur Clairaut

Lorsque vous m'eussiez l'honneur de me répondre; eussiez-
de mettre votre lettre sous une Enveloppe à Mr d'Onsenbray
Ancien Intendant général des Postes et relais de France..
et d'adresser Mr Schumacher de la même adresse avec
qu'il veuille me répondre ce que vous pourriez lui écrire
en lui disant que vous êtes chargé de notre correspondance
Supposez qu'elle vous convienne.

Les corrections que j'ai faites à la Table d'Observation qui est
à la fin de ma Diode et à laquelle je vous prie de faire substituer
celle que j'envoie de Mr Schumacher, sont causées par l'équation
+ 31.5 hrs et 27.7 y que j'avois écrit par inadvertance dans mes Tables dans
un sens contraire à celui de mes Formules de l'art 351^e Part. Il y a d'ailleurs
une ou deux ^{observations qui avoient} ~~formules~~ été mal calculées et deux ou trois que
j'ai rajoutées et dont les Calculs n'avoient pas pu être faits lors de l'envoy de
ma diffusion.

Figure 1 : [A.A.N., f.1, op. 53, N 6/4, fol. 2r°]. Extrait.

Lettre n°2

Grischow à Clairaut

Saint-Pétersbourg, septembre 1755

[Autogr., fr., 4 pp. - AAN, f.1, op. 3, n. 20, fol. 119-120v°]

/fol. 119r°/ Pour Mr. Clairaut. A St Petersburg ce [] Sept 1755⁴⁹.

Monsieur,

J'ai reçu avec beaucoup de plaisir dans son temps la lettre du 7 novembre 1754 dont vous avez bien voulu m'honorer, et par la quelle Vous m'avez donné de nouvelles preuves tres convainquantes de Votre gracieuse amitié et faveur. C'etoit presque dans la meme temps que je recevois une lettre de Mr de la Condamine dans la quelle il demandoit une lettre de change pour payer les Pendules que notre academie fait faire a Paris. Esperant donc que la Chancellerie de notre Academie me remettrait incessamment la lettre de Change en question je (voulais) avoir l'honneur de Vous repondre en meme temps par la voie de la Chancellerie d'autant plus que je sçavois qu'il n'y avoit rien qui pressoit tant ma reponse à Votre agreable lettre. Pendant le temps que la Chancellerie procurroit la lettre de change que je devois envoyer à Mr de la Condamine il me falloit faire un voyage à l'isle d'Oesel pour des affaires principalement géographiques. Je n'étois pas si tot arrivé à Oesel que je recevois la nouvelle que par ordre de S.M.I. l'envoye Turc, qui devoit venir a St Petersburg, logeroit dans la maison a St Petersburg que j'avois occupé jusques là, et dans la quelle sa faisoient aussi les observations astronomiques dans un petit observatoire erigé jusques à l'achevement du grand observatoire de notre academie. Il falloit donc oter tous les instruments et comme je ne pouvois pas meme trouver un Logis convenable, je fus obligé de prolonger mon sejour à Oesel, de façon que par la saison survenue je ne pouvois etre de retour a St Petersburg qu'au mois de juin passe. A mon arrivée ici je fus tellement occulté d'affaires et pour /fol. 119v°/ le batiment du grand observatoire & pour un discours que je devois tenir par Ordre de Mgr. le President dans l'assemblée publique de l'academie du 6 sept. que malgré moi j'ai été obligé de differer ma reponse jusques ici. Je me flatte donc Monsieur, que par les raisons que je viens d'alleguer Vous me ferez la grace de me pardonner mon long silence.

En reponse à Votre agreable lettre, j'ai l'honneur de Vous remercier, Monsieur, tres humblement de l'exemplaire de Vos Tables lunaires, que Vous m'avez fait l'amitié de m'envoyer. en effet, j'ai été extremement charmé de l'ordre que Vous les avez donné, et je ne doute nullement qu'elles ne contribueront beaucoup à perfectionner les calculs des lieux de la Lune par l'usage que l'astronomes en doivent faire à present, en les employant aux recherches qui tendent à cette fin.

Quoique vos Tables contiennent beaucoup d'equations il est pourtant vrai ce que Vous dites, que l'usage en est fort facile et tres commode. Aussi ne manquerai je pas de m'en servir ou il s'agit de

⁴⁹. La date du jour est manquante.

const[a]ter les elements des mouvements de la Lune par des observations [,] N'ayant pas encore reçu les Observations lunaires de Mr. l'Abbé de la Caille correspondentes à celles que j'ai fait [e]n 1752. et 1753.

L'observatoire de l'isle d'Oesel etant sollicité par Mgr. le President de composer un discours de la Parallaxe des corps celestes, pour en donner une idée aux amateurs des Sciences d'ici, j'ai calculé e[n] attendant 3 observations lunaires que j'ai fai[t] en 1752 à St Petersburg en Correspondance a celles que Mr. de la Caille a fait au Cap de B. Esp. Selon ces 3 observations, qui ne different pas beaucoup p[our] la Parallaxe de la Lune, et dont j'ai inseré le resultat dans mon discours sur la Parallaxe des /fol. 120r°/ Corps Celestes, j'ai trouvé la Parallaxe horizontale de la Lune sous les Poles pour le $\frac{12}{23}$ Febr. 1752 a 7^h du Soir a 59'. 12". Quoique je me promette la plus grande exactitude pour la determination de la Parallaxe de la Lune des observation[s] que j'ai fait a l'isle d'Oesel, vu le plus grand nombre de correspondantes à ces observations, je crois pourtant que la determination precedente de la Parallaxe de la Lune sera assez exacte.

Je ne me suis pas beaucoup etendu sur la Parallaxe de la (lune/symbole) dans mon discours lû le 6 sept. à l'Ass. publ. de l'Acad. ayant reservé cette matiere pour une dissertation particuliere. en attendant j'ai calculé sur Vos Tables Lunaires la Parallaxe horis. de la ☽ pour le $\frac{12}{23}$ febr. 1752 a 7^h du soir et l'ai trouvé de 59'. 4". Supposé dans que Vos Tables donnent la Parall. horis. de la ☽ pour le parallele de Paris, il paroît que la Parall. horis. de la ☽ qui resulte de Vos Tables n'est que d'environ 1/4 min trop petite pour ce temps là. Je verrai bientôt ce que les observ. faites sur l'isle d'Oesel donneront.

A mon jugement il ne sera pas necessaire que Vous envoyez un plus grand nombre d'exemplaires de Vos Tables Lunaires a St Petersburg, puisqu'il n'y a qu'un fort petit nombre de personnes ici qui lisent ces sortes d'ouvrages, et encore un bien moindre nombre de ceux qui en font usage. Mais si Vous voulez bien, Monsieur, en envoyer encore a Votre commodité un exemplaire pour la Bibliotheque de notre Academie, il dependra de Votre politesse.

Quant à l'abregé de Vos Tables, que Vous m'avez envoyé il y a deja fort long temps⁵⁰, j'ai deja eu l'honneur, Monsieur, de vous manquer, si je ne me trompe, que je les ai remis à notre secretaire / fol. 120v/ Mr. le Prof. Muller. J'ai aussi eu l'honneur de vous mander les raisons pourquoi cet abregé n'a point été inseré dans le 3^{me} volume de nos commentaires⁵¹, et qu'on pourroit l'insérer dans le 4^{me} volume, Si vous le jugez necessaire. Et pour vous dire le vrai, il n'y a encore rien du (pret?) puisque ce 4 vol de nos commentaires quoique sous la presse ne paroitra pas encore si tot. Il

⁵⁰. Ces *Tables abrégées* étaient jointes à la lettre que Clairaut envoya à Grischow le 21 juin 1752 [OO IV A, 5, pp. 232-233 et n.1 p. 237]. Peut-être s'agit-il des tables manuscrites que nous publions dans l'annexe suivante.

⁵¹. Il s'agit de la seconde série des Commentaires, publiée sous le titre *Novi Commentarii Academiae scientiarum Imperialis Petropolitanae* (1747-1775), Pétersbourg, 1750-1776. La première série *Commentarii Academiae scientiarum Imperialis Petropolitanae* avait été publiée entre 1728 et 1751 (pour les années 1726-1746) [OO IV A, 5, p. 598 et 602].

Echantillon de la lettre précédente

120^{vo}

Mr. le Prof. Muller. J'ai aussi en l'honneur de vous mander les raisons pourquoi cet abrégé n'a point été inséré dans le 3^e volume de nos commentaires, et qu'on pourroit l'insérer dans le 4^e volume, si vous le jugez nécessaire. Et pour vous dire le vrai, il n'y a encore rien du genre puisque le 4^e vol de nos commentaires quoique sorti de la presse ne paraîtra pas encore si tôt. Il y aura toujours moyen d'y ajouter encore tout ce que vous souhaitez, et l'Académie s'en rapporte à votre disposition. Si vous donc souhaitez que cet abrégé de vos Tables soit imprimé dans le Volume de nos commentaires en question, je vous supplie seulement de m'en mander un mot, et je ne manquerai point d'exécuter vos ordres. Vous aurez en même temps, la bonté Monsieur, de me mander si'il faudra ajouter aussi à votre abrégé les Tables des mouvements moyens continues dans vos nouvelles Tables, et si'il y a encore d'autres choses qui vous feront plaisir. Vous êtes entièrement le maître d'ordonner, je ferai tout avec un véritable plaisir.

En attendant votre réponse décisive, Monsieur je me flâte que vous me ferez la grâce de m'accorder la continuation de votre chère Amitié, et vous supplie d'être assuré que je ferai dans chaque occasion avec l'estime et la considération, les plus sincères du monde

Monsieur
 Votre très humble et très obéissant serviteur
 A. N. Svirichov.

Je me fais agréer des remerciements dont vous m'avez chargé pour notre Académie de ce qu'elle vous a reçu au nombre de ses membres honoraires. Elle croit n'avoir fait en cela que ce que vous avez mérité déjà depuis long temps. P.S. de Mgr. le Président.

Figure 2 : [A.A.N., f.1, op. 3, n. 20, fol. 120v^o]. Extrait.

Un exemple d'un calcul d'un lieu de la Lune par Clairaut, sur ses premières tables
 établies pour le concours de l'Académie des sciences de Saint-Petersbourg.

Calcul du lieu de la lune le 17 Nov. 1738 à 5^h 26' 22" S. M.

	Long. moy. C				Anom. moy. de la C				Arg. moy. de la lat. C				Dist. moy. C ⊙				Anom. moy. ⊙			
	Sig.	D	M	S	Sig.	D	M	S	Sig.	D	M	S	Sig.	D	M	S	Sig.	D	M	S
Époque	1	6	8	51	11	23	27	27	8	3	48	3	3	26	12	56	6	1	29	9
Jour	8	29	37	22	7	23	51	39	9	16	37	17	10	18	13	49	10	16	22	40
Heure	2	44	42		2	43	19		2	45	22		2	32	23		0	12	19	
Min. Sol.			14	28			14	21			14	31			13	23			1	5
	10	8	45	23	7	20	16	46	5	23	25	13	2	12	12	31	4	18	5	13

Expression	Arguments	Equations	long. C
des Argum.	Sig. D M S	S M S	D M S
1 y	7 20 16 46	+ 5 3 39	
2 t	2 12 12 31	+ 0 19 18	
3 t-y	6 21 55 49	+ 1 33	
4 t-y	9 4 8 16	+ 1 16	
5 t-y	1 28 33 18	.....	- 0 58
6 z	4 10 5	+ 7 6	
7 y-z	3 2 12	+ 2 24	
8 y+z	0 8 22	.....	- 0 15
9 z-t	0 6 20	.....	- 0 18
10 z+y	0 14 42	.....	- 0 51
11 z-y-z	4 16 3	+ 2 24	
12 s-t	3 11 13	+ 0 30	
13 s-y	10 3 9	.....	- 1 6
14 z-s-y	3 26 34	+ 1 20	
Somme des Equations		+ 6 52 10	- 3 28
plus petites Equations		- 3 28	
Resultat des Equations		+ 6 50 42	
Lieu moyen de la C		10 8 45 23	
1 ^{re} determ. du lieu de la C		10 15 36 5	
Autres Equations		- 79	
Vray lieu de la Lune		10 15 34 46	
Result. al. de l'éclipse		- 11	
Longit. de la C		10 15 34 35	

Expression	Arguments	Equations	long. C
des Argum.	Sig. D M S	S M S	D M S
y	7 20 17	.....	- 1 34
t	2 12 12	+ 4 17	.....
z	4 18 5	.....	- 6 55
s-z	3 11 3	+ 0 35 4	.....
s	5 23 25	+ 1 35	.....
Somme des Equat.		+ 40 56	- 8 29
plus petites Equat.		- 8 29	
Resultat des Equat.		+ 32 27	
Equation du lieu C		6 50 42	
Arg. moy. lat. C		5 23 25 13	
Vray lat. C		6 0 48 22	

Somme de s et z = 5 - 7 3
 total Const. de l'lat. = 5 9 20
 Vray Incl. = 5 2 54
 Somme des Equat. = 6 50 42
 Somme des Equat. = 5 23 25 13
 Vray lat. C = 6 0 48 22

Expression	Arguments	Equations	lat. C
des Argum.	Sig. D M S	S M S	D M S
15 t-y+z	11 10	.....	- 13
16 t-y+z	1 22	.....	- 21
17 z-t+z	9 12	.....	- 23
18 z-t+y	7 26	.....	- 27
19 z-t-z	8 26	+ 12	
20 z-y-z	10 22	+ 6	
21 t+y	10 2	.....	- 21
22 z-s-y	5 24	.....	- 2
Somme des Equations		+ 18 - 97	
plus petites Equations		+ 18	
Corr. 1 ^{re} lat. C		79	

Expression	Arguments	Equations	lat. C
des Argum.	Sig. D M S	S M S	D M S
1 s-y	10 3	+ 18	
2 s-zy	2 13	.....	- 22
3 z-t-s	6 13	+ 5	
4 z-y-s	3 11	+ 22	
5 z-t-s	3 19	+ 10	
6 z-t-s	6 22	.....	- 2
7 z-t-s	8	+ 4	
8 z-t-s	7	+ 2	
Somme des Equat.		+ 53 - 24	
plus petites Equat.		- 24	
Corr. pour lat. C		+ 29	
Lat. 1 ^{re} calc.		- 0 4 24	
Vray lat. C		- 0 3 55	

Figure 3 : [A.A.N., f.1, op. 77, n. 6, fol. 8r°]. Extrait.

ANNEXE VI

NOTICES BIOGRAPHIQUES

DES PRINCIPAUX PERSONNAGES CITÉS DANS CET OUVRAGE

(d') ALEMBERT, Jean-le-Rond (Paris, 17 nov 1717 - Paris, 29 oct 1783) - Mathématicien, mécanicien et philosophe. Entre à l'ARS en 1741. Devient pensionnaire en 1756. Associé étranger de la Royal Society de Londres (FRS) en 1748. L'un des plus grands géomètres du XVIII^e siècle, le principal rival de Clairaut à l'Académie pour le développement de la mécanique céleste. D'Alembert est membre de l'Académie Française, coauteur avec Diderot de l'*Encyclopédie*.

(d') APRÈS de MANNEVILLETTE, Jean-Baptiste (Le Havre, 11 fév. 1707 - 1^{er} mars 1780) - Hydrographe, astronome et navigateur. Entre dans la Marine en 1719 et effectue sa première campagne en 1726; il navigue pour la Compagnie des Indes où il est Inspecteur général aux armements. En 1743 il publie son célèbre *Neptune orientale*, réédité en 1775. Il accompagne Lacaille au cap de Bonne-Espérance en 1750-51 pour le compte d'une expédition hydrographique ordonnée par la *Compagnie des Indes*. Membre fondateur de l'ARM en 1752. Il devient directeur en 1759 du Dépôt des Cartes et plans de la Marine.

BERTHOUD, Ferdinand (Neuchatel, 1727 - Groslay, 1807) - Horloger suisse, versé dans l'Astronomie. Perfectionne l'horloge marine et étudie le problème des longitudes. Propose en 1773-75 des méthodes pour la DLM à l'aide de ses montres marines qui équiperont la marine française à la fin du XVIII^e siècle. Entre à l'ARS en 1795. Son neveu, Louis Berthoud poursuit ses travaux et l'équipement de la marine en chronomètres au début du XIX^e siècle.

BÉZOUT, Etienne (Nemours, 31 mars 1730 - Fontainebleau, 27 sept. 1783) - Mathématicien et mécanicien. Entre à l'ARS en 1758, pensionnaire surnuméraire en 1779. Examineur de l'ARM, des gardes du Pavillon et de la Marine en 1763, des élèves aspirants du corps royal de l'artillerie en 1768. Censeur Royal. Auteur d'un célèbre cours de mathématiques en 6 vols. (dont un de navigation), réédités plusieurs fois et toujours en usage au XIX^e siècle.

BEVIS, John (1693 – 1771) - Astronome amateur. Nombreux travaux et découvertes astronomiques en 1737 et 1750. Examineur des tables de la Lune de Mayer pour Maskelyne. Calculeur pour le *Nautical Almanac*.

BIGOT de MOROGUES, Sébastien-François, vicomte de (Brest, 1705 - Villefallier en Sologne, 1781) - Officier général. Entre dans la marine en 1736. Membre fondateur de l'ARM en juillet 1752. Reprend du service pendant la guerre de Sept ans; il est à la bataille des Cardinaux. Chef d'Escadre en 1764. Lié à Duhamel du Monceau. Inspire l'ordonnance de 1761.

BLONDEAU, Etienne-Nicolas (1723 – 1783) - Professeur de mathématiques d'hydrographie à Brest et à Calais. Membre de l'ARM. Auteur et commissaire pour les mémoires proposés sur les longitudes en mer. Avait projeté en 1764 d'insérer quelques additions au *Traité de Navigation* de Pierre Bouguer. Auteur d'un *Journal de marine* qui paraissait à raison de 8 cahiers par an jugé très utile par Lalande. Il est l'un des premiers auteurs de l'*Encyclopédie méthodique Marine* (1783-1787).

BORDA, Jean-Charles, chevalier de (Dax, 4 mai 1733 - Dax, 20 fév. 1799) - Chevalier de l'ordre royal et militaire de Saint-Louis, Lieutenant des Vaisseaux du Roi. Géomètre et mathématicien. Correspondant de Duhamel du Monceau et de Réaumur. Entre à l'ARS en 1768, pensionnaire en 1772 puis 1785. Membre de l'ARM en 1769. Elu à la première classe de l'Institut dans la section de mathématiques en 1795. (Inventeur) perfectionne le cercle répéteur de Mayer.

BORY, Gabriel de (Paris, 11 mars 1720 - Paris, 8 oct. 1801) - Fit ses débuts comme garde-marine, enseigne en 1741. L'un des premiers officiers-savants (voir Verdun de la Crenne). Chevalier de l'ordre royal et militaire de Saint-Louis, chef d'Escadre, membre de l'ARM, gouverneur des Iles de l'Amérique

sous le vent (de Saint-Domingue). Auteur de mémoires sur l'administration de la Marine et des Colonies. Nombreux travaux astronomiques : en 1751, Rouillé le charge de déterminer la position de Cap Finistère; travaille avec Chabert en 1753; travaille à l'amélioration de l'octant de Hadley; études sur le problème de la DLM. Entre à l'ARS comme associé libre surnuméraire en 1765; associé libre en 1785. Elu en 1795 dans la section d'astronomie dans la première classe de l'Institut de France.

BOSCOVICH, le P. Ruggiero (Ragusa (Dubrovnik, Croatie), 18 mai 1711 - Milan, 12 fév. 1787) - Mathématicien et astronome jésuite, professeur de mathématiques à Pavie, directeur de l'Observatoire de Brera (Milan), directeur de l'Optique de la Marine à Paris de 1774 à 1783. Nombreux travaux sur les comètes, sur la méridienne d'Italie (Rome), sur la figure de la Terre.

BOUGUER, Pierre (Le Croisic, 16 fév. 1698 - Paris, 15 août 1758) - Géomètre, hydrographe, physicien et astronome. Entre à l'ARS en 1731; devient pensionnaire en 1735. FRS en 1750. Contribue au JDS. Il est « préposé au perfectionnement de la Marine » entre 1745 et 1758. Son action se caractérise par son manque de confiance dans les méthodes chronométriques pour la détermination des longitudes en mer.

BOURGEOIS de BOYNES, Pierre-Etienne (1718 – 1783) - Ministre de la Marine en avril 1771, jusqu'en juillet 1774. N'a aucune relation ni parenté avec la noblesse maritime. Il ordonne les expéditions de Kerguelen dans l'Océan Indien, crée l'éphémère école d'hydrographie au Havre (1773-1775), première école navale du genre.

BRADLEY, James (Sherbourne, mars 1693 - Chalford 13 juil. 1762) - Astronome. Professeur à l'université d'Oxford. Découvre l'aberration des étoiles en 1729. Astronome Royal entre 1742 et 1762.

CASSINI (II), Jacques (Paris, 18 fév. 1677 - Thury, 15 avril 1756) - Astronome. Fils du grand Jean-Dominique Cassini ou Cassini I, premier directeur de l'Observatoire royal de Paris en 1666-72. Cassini II entre à l'ARS en 1694, pensionnaire en 1712. FRS en 1698. Directeur officieux de l'Observatoire royal en 1712.

CASSINI de THURY (III), César-François (Thury, 17 juin 1714 - Paris, 4 sept. 1784) - Astronome, fils de Cassini II. Entre à l'ARS en 1735, pensionnaire en 1745. Occupe les fonctions officieuses de Directeur de l'Observatoire royal en 1756. Nommé Directeur général de l'Observatoire Royal par décret royal le 12 nov. 1771.

CASSINI (IV), Jacques-Dominique (1748 – 1845) - Astronome, fils de Cassini III. Achève les travaux sur la carte de France. Dépose les nouveaux statuts et règlements de l'Observatoire royal et de sa bibliothèque en mai 1784; il en devient le directeur en février 1785. Monarchiste, il démissionne le 5 septembre 1793.

CASTRIES, Charles de Lacroix, marquis de, maréchal (1727 – 1801) - Venant de l'armée de terre, devient ministre de la Marine en 1780. Réformateur, ordonnateur-légiste en 1786. Son ordonnance supprime les Gardes-marine. Est à l'assemblée Notables en 1787, tente en vain de conseiller Louis XVI; émigré en Suisse en 1789, trouve asile chez Necker.

CHABERT-COGOLIN, Joseph-Bertrand, marquis de (Toulon, 28 fév. 1734 - 2 déc. 1805) - Chevalier de l'ordre de Saint-Louis et Saint-Lazare, Capitaine des Vaisseaux du Roi à Toulon, membre de l'ARM, FRS. En 1750 il dirige une expédition hydrographique au Canada qui lui ouvre les portes de l'ARM en 1753, et de l'ARS où il entre en 1758. Associé libre en 1785. Responsable de plusieurs missions hydrographiques en Méditerranée (1764-1768). Inspecteur général au Dépôt des Cartes et Plans de la Marine. Emigré en 1792-1802, meurt aveugle.

CHAPPE-d'AUTEROCHE, l'abbé Jean-Baptiste (Mauriac, 2 mars 1722 - San Lucar (Californie) 1 août 1769) - Astronome. Entre à l'ARS en 1759 en tant qu'astronome adjoint, remplaçant Lalande promu associé. Observe le passage de Vénus devant le Soleil en Sibérie en 1761. Se rend en Californie pour celui de 1769 où il meurt de la fièvre jaune.

CHARNIÈRES, Charles-François-Philippe de (Château de Preuil (Doué) v. ?? - en mer, 15 fév. 1780) - Marin et astronome. Prend part au voyage de Kerguelen dans les terres australes en 1773-1774.

Inventeur du mégamètre, instrument qui fut utilisé et destiné aux mesures de distances lunaires, pour la DLM. Cet instrument fut testé à bord de *La FLore* par Borda, Pingré et Verdun de la Crenne.

CHOISEUL, Etienne-François, duc de (1719 – 1785) - Ministre de la Guerre et de la Marine de 1761 à 1766. A noter sous son ministère, l'achat de Lorient pour la Compagnie des Indes et l'ordonnance de la marine en 1765. Son successeur, le duc de Praslin, décède aussi en 1785.

CLAIRAUT, Alexis-Claude (Paris, 7 mai 1713 - Paris, 17 mai 1765) - Mathématicien, mécanicien et astronome. Entre à l'ARS en 1731, pensionnaire en 1738. FRS en 1737. Contribue au JDS. Censeur royal pour les mathématiques. Auteurs de travaux importants sur la figure de la Terre (1739 puis 1743), la théorie de la Lune (1751-54 puis 1765), le retour de la comète de Halley (1758-1761) ainsi que de nombreux travaux de mathématiques. L'un des premiers newtoniens avec Maupertuis, Le Monnier et Voltaire. Il assiste la marquise du Châtelet lorsque celle-ci entreprend la traduction des *Principia* de Newton (Paris, 1756-1759).

CONDORCET, Marie-Jean-Antoine-Nicolas Caritat, marquis de (Ribemont (Aisne) 17 sept. 1743 – Bourg-la-Reine, 29 mars 1794) - Mathématicien, littérateur, philosophe, membre de l'Académie Française. Entre à l'ARS en 1769 ; pensionnaire surnuméraire en 1773. Secrétaire perpétuel de l'ARS le 8 mars 1773 en survivance de Grandjean de Fouchy.

DELAMBRE, Jean-Baptiste (Amiens, 19 sept. 1749 - Paris, 19 août 1822) - Astronome, géomètre et historien de l'astronomie. Débute ses activités en astronomie dans les années 1770. En 1782, il est remarqué par Lalande qui l'associe à ses travaux. Il se voit confié un observatoire par M. d'Assy, dont le fils avait Delambre pour précepteur. Après avoir ébauché une théorie reconnue du mouvement d'Uranus découverte par W. Herschel, il est élu associé de l'ARS le 15 février 1792. Il se voit alors confié par la Constituante, avec Méchain, la mesure de la méridienne de France, l'arc de méridien entre Dunkerque et Barcelone dans le but de définir le « mètre-étalon » (1792-1798). Nommé Membre du Bureau des Longitudes en 1795, il devient en 1803 secrétaire perpétuel de la classe des sciences mathématiques de l'Institut. En 1810, il est l'auteur avec S.-F. Lacroix d'un *Rapport historique sur le progrès des sciences mathématiques depuis 1789...*, entre autres et nombreux ouvrages.

DELISLE, Joseph-Nicolas (Paris, 4 avril 1688 - Paris, 11 sept. 1768) - Astronome et géographe. Entre à l'ARS en 1716, pensionnaire en 1721, membre ordinaire entre 1726 et 1747. FRS en 1724. Vétéran en 1741. Professeur au collège Royal de 1718 à 1725 et 1747 à 1761. Quitte Paris en 1725 pour Saint-Pétersbourg. Ne revient à Paris qu'en 1747 qu'après 22 années d'absence.

DEPARCIEUX, Antoine (Uzes, 28 oct 1701 - Paris, 2 sept. 1768) - Géomètre et navigateur. Entre à l'ARS en 1746, pensionnaire surnuméraire en 1768. Spécialiste réputé des cadrans solaires, auteur d'un traité de trigonométrie sphérique en 1741.

DUNTHORNE, Richard (1711 – 1775) - Géodésien et astronome. En 1749, il découvre l'accélération séculaire du moyen mouvement de la Lune.

EULER, Leonhard (Bâle, 15 avril 1707 - Pétersbourg, 7 sept. 1783) - Mathématicien, astronome et physicien suisse. Associé Etranger surnuméraire de l'ARS en 1755. Auteur avec Clairaut et d'Alembert des premiers travaux sur la théorie de la Lune, des planètes et des comètes basés sur une solution au problème des trois corps. Travaille simultanément pour les Académies de Saint-Pétersbourg et de Berlin.

FLAMSTEED, John (Denby, 19 août 1646 - Greenwich, 31 déc. 1719) - Astronome autodidacte, premier directeur de l'Observatoire royal de Greenwich, premier astronome royal de 1675 à 1719. Relations orageuses avec ses collègues Halley et Newton. A observé Uranus sans le savoir (étoile 34 Taurii de son catalogue d'étoiles).

FLEURIEU, Charles-Pierre CLARET, comte de (Lyon, 1738 - Paris, 1810) - Navigateur, hydrographe, ministre de la Marine. Participe à la Guerre de Sept Ans. A partir de 1763, travaux sur les horloges marines. Inspecteur-Adjoint au Dépôt des Cartes et Plans de la Marine en 1775, puis directeur des Ports et Arsenaux (1776-1790). Ministre de la Marine en 1790. Arrêté à la révolution, libéré par le 9 Thermidor. Membre du Bureau des Longitudes, intendant général de la Maison de l'Empereur.

FONTAINE DES BERTINS, Alexis (Claveyson, 13 août 1704 - Cuiseaux, 21 août 1771) - Mathématicien. Entre à l'ARS en 1733, pensionnaire en 1742. Géomètre de talent et peu mondain. Il a engagé quelques polémiques avec d'Alembert et surtout Clairaut.

GODIN, Louis (Paris, 28 fév. 1704 - Cadix, 11 juil. (sept ?) 1760) - Astronome à l'observatoire royal, rédacteur de la CDT entre 1730 et 1734. Entre à l'ARS en 1725, pensionnaire en 1733. Lors de son voyage au Pérou, il devient astronome du roi d'Espagne, et directeur de l'Académie des Gardes-Marines de Cadix. Sa place est déclarée vacante en 1745. Le ministre d'Argenson permet à Godin de retrouver sa vétérançe lors d'un voyage à Paris en 1756. Il effectue quelques travaux académiques avant de retourner à Cadix où il tombe gravement malade avant de décéder.

Le Chevalier de GOIMPY, François-Louis-Edme, comte du Maitz (St-Léger (Chartres), 10 avril 1729 – 1789) - Navigateur. Entre dans la Marine en 1746. Membre fondateur de l'ARM de Brest. Auteur d'une théorie des Vaisseaux en 1776. Capitaine de Vaisseau en 1778. On le trouve à la Chesapeake et aux Saintes. Chef d'Escadre en 1783.

GRANDJEAN de FOUCHY, Jean-Paul (Paris, 17 mars 1707 - Paris, 15 avril 1788) - Astronome et mathématicien. Auditeur des comptes et secrétaire du duc d'Orléans. Entre à l'ARS en 1731. FRS en 1740. Secrétaire perpétuel succédant à Dortous de Mairan, de 1743 à 1776.

GRISCHOW, Augustin-Nathaniel (1726 –1760) - Astronome russe. Successeur de Delisle à la tête de l'Observatoire de Saint-Pétersbourg. Secrétaire de la Conférence de l'ASPb entre 1751 et 1754. Auteur de travaux sur la Lune, il est le principal interlocuteur de Clairaut à l'occasion du prix de ASPb pour 1751.

HADLEY, John (Hertfordshire, 16 avril 1682 - East Barnet, 14 fév. 1744) - Mécanicien et astronome. Vice-Président de la Royal Society. Fabricant de nombreux instruments d'astronomie dont le premier télescope de Grégory. Inventeur de l'Octant en 1731, diffusé en France par Bory, d'Après de Mannevillette et Magalhaens (Magellan).

HALLEY, Edmond (Londres, 29 oct. 1656? - Greenwich, 14 janv. 1743) - Mathématicien et astronome. FRS en 1678. 1704, professeur de géométrie à Oxford. Astronome royal et directeur de l'observatoire de Greenwich entre 1720 et 1742. Associé étranger de l'ARS en 1729.

HARRISON, John (1693 – 1776) - Horloger. Travaille à la construction d'horloges dès 1713. Reçoit des aides du *Board of Longitude* en 1737. Lauréat du prix britannique en 1765 à la suite d'une longue querelle avec Nevil Maskelyne. Il est abusivement considéré par les anglo-saxons comme celui qui sut le premier résoudre le problème des longitudes.

HORROCKS, Jeremiah (Lancashire, 1618 - Toxteth Park, 13 janv. 1641) - Astronome. Observateur et théoricien. Il combine les théories de Kepler et certaines de ses idées pour bâtir une théorie de la Lune originale vers 1637-1638, récemment redécouverte. Ses écrits sont publiés après sa mort en 1672, étudiés par Flamsteed et Halley ; Newton s'en inspire et la développe pour sa propre théorie de la Lune (1702).

HOSTE, Le P. Paul (Pont-de-Veyle, 1652 – 1700) - Jésuite, professeur de mathématiques à Avignon puis à Toulon de 1685 à 1700. Auteur d'un traité de mathématiques et d'un ouvrage de navigation qui servirent de modèles à la fin du XVII^e siècle.

JACQUIER, le P. François de Paule (Vitry-le-François, 7 juin 1711 - Rome, 3 juil. 1788) - Religieux minime, professeur de physique expérimentale à Rome. FRS en 1741. Correspondant de l'ARS en 1743. Editeur d'une édition genevoise des *Principia* de Newton, correspondant de Clairaut et de Mme du Châtelet.

JEURAT, Edme-Sébastien (Paris, 14 sept. 1724 - 8 mars 1803) - Géomètre et astronome. Entre à l'ARS en 1763, pensionnaire en 1783 puis 1785. Sous directeur en 1791 et directeur en 1792. Membre résidant de l'Institut en 1796. Professeur à l'Ecole militaire où il possède son observatoire en 1761. Rédacteur de la CDT de 1774 à 1783, entre Lalande et Méchain.

LA GALISSONNIÈRE, Roland-Michel Barrin, troisième marquis de (Rochefort, 1693 – Nemours, 1756) - Son père commanda la Marine à Rochefort. Gouverneur général du Canada. Elevé au sein d'une famille de marins-savants. Garde-marine en 1710. Après une longue carrière maritime, il devient Directeur du Dépôt des cartes et plans en 1749. Aux côtés de Rouillé, il encourage les expéditions scientifiques nautiques et hydrographiques : le marquis de Chabert en Amérique du Nord, Gabriel de Bory en Atlantique, Lacaille au cap de Bonne-Espérance.

LA HIRE, Philippe de (père du suivant) (Paris, 1640 - 21 avril 1719) - Astronome, membre de l'ARS le 26 janvier 1678, professeur de mathématiques au Collège Royal (de France). Auteur de tables astronomiques en 1687 et au début du XVIII^e siècle, rééditées plusieurs fois. Travaille à la carte de France avec l'abbé Picard et mesure la méridienne de France avec Cassini I en 1683. Il installe le premier instrument méridien à l'Observatoire royal. Auteur de travaux sur les sections côniques et les épicycloïdes.

LA HIRE, Gabriel-Philippe (fils du précédent) (Paris, 1677 – 1719) - Astronome et architecte. Auteur d'éphémérides contestées par Jean Lefèvre en 1700-1701. En 1718, participe à la mesure du degré de méridien entre Dunkerque et Amiens.

LACAILLE, Nicolas-Louis (ou l'abbé de la Caille) (Rumigny, 15 mars 1713 – Paris, 21 mars 1762) - L'un des plus grands astronomes du XVIII^e siècle. Travaille aux côtés de Cassini II et son neveu Maraldi II en 1737-38 pour la méridienne de France. Entre à l'ARS en 1741. Auteur d'ouvrages élémentaires, plusieurs fois réédités. Son voyage au cap de Bonne-Espérance (1750-1754) est très important pour l'astronomie et les sciences nautiques : cartographie et catalogue des étoiles du ciel Austral ; méthode des distances lunaires pour la DLM ; contributions à la connaissance des réfractions astronomiques, de la parallaxe de la Lune, du Soleil. Auteur d'une théorie importante du Soleil et de travaux sur les comètes. Il intègre le calcul différentiel dans les calculs astronomiques.

LALANDE, Joseph-Jérôme de (Bourg-en-Bresse, 11 juil. 1732 - Paris, 4 avril 1807) - Astronome, historien et vulgarisateur de l'astronomie. Entre à l'ARS en 1753, pensionnaire en 1772. Professeur au Collège Royal en 1762. FRS en 1763. Rédacteur de la CDT entre 1759 et 1774. Contribue au JDS. Censeur Royal. Devient membre du Bureau des Longitudes en 1795, et dirige à nouveau la CDT de 1794 à 1807. Directeur de l'Observatoire de Paris entre 1795 et 1800. Observe la parallaxe lunaire à Berlin en 1751-52 en simultané avec Lacaille qui opère au cap de Bonne-Espérance. Assiste Clairaut pour le premier retour calculé de la comète de Halley. Lalande contribue à l'*Encyclopédie méthodique Mathématiques* (1783-85), complète l'*Histoire générale des mathématiques* de J.F. Montucla (1803) et écrit une imposante *Bibliographie astronomique* (1803).

LAPLACE, Pierre-Simon, marquis de (Beaumont-en-Auge, 23 mars 1749 - Paris, 5 mars 1827) - Géomètre, astronome et physicien. Entre à l'ARS en 1773, pensionnaire en 1785. FRS en 1789. Succède à Bézout en 1784 comme examinateur du corps d'Artillerie. Auteur de l'*Exposition du système du Monde* (1796) puis d'un vaste *Traité de Mécanique céleste* (1796-1825). Fait faire de très nets progrès à la mécanique céleste et notamment à la théorie des mouvements de la Lune.

LE GENTIL DE LA GALAISIERÈRE, Guillaume (Joseph-Hyacinthe Jean-Baptiste) (Coutances, 12 sept. 1725 - 22 oct. 1792) - Astronome. Entre à l'ARS en 1753 (en même temps que Lalande), pensionnaire en surnuméraire en 1782 puis 1785. Tente vainement d'observer les passages de Vénus devant le Soleil en 1761 puis en 1769. Après des avatars, il rentre à Paris en 1771 où on le croyait mort ; ses biens avaient été dispersés. Il retrouve alors un poste et un logement à l'Observatoire royal.

LÉMERY, Louis-Robert-CORNELIER (Versailles, 5 nov. 1728 – Paris, 1^{er} mars 1802) - Calculateur engagé par Lalande vers 1776-1779. Devient le calculateur officiel assistant de Méchain, rémunéré pour les calculs de la CDT en 1785. Spécialiste des tables de la Lune, et particulièrement celles de Clairaut.

LE MONNIER, Pierre-Charles (Paris, 20 nov. 1715 - Hérils, 30 mars 1799) - Astronome et lecteur du Roi. Entre à l'ARS en 1736, accompagne Maupertuis et Clairaut en Laponie pour la mesure du degré de Nord en 1736-37. Pensionnaire astronome en 1746 puis 1785. Professeur au Collège royal en 1749, il est le maître de Lalande à Paris. Préposé au perfectionnement de la Marine en 1758. Elu dans la section d'astronomie de la première classe de l'Institut en 1795.

LEPAUTE, Nicole-Reine (1723 – 1788) - Astronome-calculatrice et femme de l'horloger du roi Jean-André Lepaute (1720-1787), constructeur d'horloges équipant de nombreux observatoires d'Europe. Elle assiste Clairaut et Lalande pour le premier retour calculé de la comète de Halley en 1759. Engagée par Lalande pour le calcul des tables des planètes et des éclipses pour la CDT, elle calcule la carte de l'éclipse annulaire de Soleil du 1^{er} avril 1764 en donnant son évolution quart d'heure par quart d'heure.

LEROY, Julien (père du suivant) (Tours, 1686 – Paris, 1759) - Maître des horlogers de Paris en 1713, horloger du roi en 1739. Il perfectionne les engrenages ainsi que l'échappement à cylindre de Graham. Il contribue à l'amélioration des montres par compensation des variations de température.

LEROY, Pierre (fils du précédent) (Paris, 1717 - Vitry, 1785) - Horloger, fils aîné de Julien Le Roy, horloger du roi en 1739 logé au Luxembourg. Maître des Horlogers de Paris en 1737. Inventeur d'une montre marine en 1766 qui fut objet d'expériences lors de plusieurs voyages d'essai de montres marines (*L'Aurore*, Courtanvaux, Messier, Pingré, 1766; *l'Enjouée*, Cassini, 1768; *la Flore*, 1771, Pingré, Borda et Verdun de la Crenne, avec la montre de Berthoud). Engagé dans une querelle avec Ferdinand Berthoud qui réclame la priorité sur l'isochronisme du ressort spiral. Ayant publié le premier, c'est à Pierre Leroy que l'Académie accorde le prix double Rouillé de Meslay de 1773.

LÉVÊQUE, Pierre (Nantes, 1746 - Le Havre 1814) - Hydrographe, mathématicien. Professeur de mathématiques et d'hydrographie à Nantes en 1771. Auteur d'ouvrages de navigation et d'astronomie. Correspondant de l'ARM en 1776, puis de l'ARS (de Bory) en 1783. Examineur-hydrographe des écoles portuaires et pour la réception des pilotes et des capitaines en 1787.

LIEUTAUD, Jacques (1660- 1733) - Astronome à l'Observatoire royal. Membre de l'ARS. Rédacteur de la CDT de 1702 à 1729, succédant à Jean Lefèvre.

MAINGON, Jacques-Rémi (Jouy, 1765 – 1809) - Pilote en 1782, professeur de mathématiques à bord des navires. Professeur d'hydrographie à Brest en 1787-88. Enseigne les mathématiques à l'Île de France jusqu'en 1790. Auteur d'une méthode graphique pour la DLM. Nombreux travaux sur les longitudes.

MARALDI (II), Jean-Dominique (Perinaldo, 17 avril 1709 - 14 nov. 1788) - Astronome à l'observatoire royal de Paris. Entre à l'ARS en 1731. Assiste Cassini III pour la mesure de la méridienne de France. Rédacteur de la CDT de 1734 à 1758 succédant à Louis Godin.

MASKELYNE, Nevil (London, 6 oct. 1732 - Greenwich, 9 fév. 1811) - Astronome et physicien. Astronome royal entre 1765 et 1810. Fondateur en 1766 et rédacteur du *Nautical Almanac*. Nombreux travaux sur les longitudes. Observe le transit de Vénus devant le Soleil en 1761. Commissaire des Longitudes, il s'oppose à John Harrison. Superviseur des éditions des tables de la Lune de Mayer par Mason (1770 puis 1780).

MASON, Charles (Wherr, 1^{er} mai 1728 - Philadelphia, 25 oct. 1786) - Astronome. Assistant de Bradley puis de Maskelyne à l'observatoire de Greenwich. Travaux géodésiques en 1763-68 en Pennsylvanie. Observations du transit de Vénus devant le Soleil en 1769. Calculeur pour le *Nautical Almanac* et éditeur des tables de la Lune de T. Mayer en 1778 puis en 1780-86.

MAUPERTUIS, Pierre-Louis Moreau de (Saint-Malo, 28 sept. 1698 - Bâle, 27 juil. 1759) - Philosophe et mathématicien. Entre à l'ARS en 1723, associé entre 1731 et 1746. pensionnaire en 1756. FRS en 1728. Président de l'Acad. des Sci. de Berlin entre 1746 et 1759. Auteur de nombreux travaux sur la figure de la Terre. Le premier « préposé au perfectionnement de la Marine » en 1739. Nombreuses querelles avec Voltaire et la marquise du Châtelet. Travaux sur l'astronomie nautique assez secondaires.

MAUREPAS, Jean-Frédéric Phélypeaux, comte de (Versailles, 9 juil. 1701 - 21 nov. 1781) - Deux fois ministre à 25 années de distance. Ministre d'Etat et de la Marine de 1723 à 1749, puis de nouveau ministre d'Etat en 1774. Sa gestion de la Marine passe pour excellente ; il en améliore les aspects techniques et scientifiques. Mais sous son ministère commence le vieillissement du corps.

MAYER, Tobias (Marbach, 17 fév. 1723 - Göttingen, 26 fév. 1762) - Mathématicien, astronome et géographe. Professeur de mathématiques et d'économie à l'Université de Göttingen en 1750. Lauréat du prix britannique des Longitudes en 1765 pour ses tables de la Lune.

MÉCHAIN, Pierre (François André) (Laon, 16 août 1744 - Castellon (Espagne), 20 sept. 1804) - Astronome de la Marine. Attiré à Paris par Lalande en 1772. Attaché à la marine en 1774. Remarqué alors pour ses premières observations. Entre à l'ARS en 1782 à la suite de son succès au prix de 1782 sur les comètes, associé de la classe de physique expérimentale en 1785. Rédacteur de la CDT entre 1783 et 1792. Travaux sur la méridienne de France avec J.-B. Delambre entre 1792 et 1798.

MORIN, Jean-Baptiste (Villefranche (Beaujolais) 23 fév. 1583 - Paris, 6 nov. 1656) - Philosophe, médecin, professeur de mathématiques au Collège Royal en 1630 jusqu'à sa mort. Convaincu de la fixité de la Terre dans l'espace et opposé aux convictions galiléennes. Propose en 1634 plusieurs solutions au problème des longitudes en mer, réclamant le prix proposé par Richelieu. Longues querelles jusqu'en 1647. Termine sa vie isolé de la communauté scientifique.

PAGAN, le comte Blaise-François de (Avignon, 1604 - 18 nov. 1665) - Ingénieur, mathématicien, astronome et militaire. Participe à plusieurs campagnes militaires, se distingue au siège de La Rochelle. En 1642, aveugle, il se consacre aux mathématiques et à l'astronomie. Auteurs de tables astronomiques et de méthodes sur les longitudes; critique certains des écrits de Morin.

PEZENAS, (le père) Esprit (Avignon, 1692 – 1776) - Jésuite, astronome et hydrographe. Directeur de l'Observatoire des jésuites de Sainte-Croix à Marseille, de 1728 à 1763. Il est l'un des animateurs du débat sur les meilleures méthodes de navigation astronomique et la divulgation de la méthode des distances lunaires aux marins entre 1766 et 1775 (voir *supra*, partie III pour de plus amples détails biographiques).

PINGRÉ, Alexandre-Gui (Paris, 14 sept. 1711 - 2 mai 1796 (Maindron) ; 11 sept. 1711 - 1 mai 1796 (Catholic Encycl.) - Astronome de la Marine, chanoine régulier de l'abbaye Sainte-Geneviève (ordre de St-Augustin) et bibliothécaire de cette paroisse. Associé libre de l'ARS en 1756, puis en 1785, ancien correspondant de Le Monnier. Travaux sur les Comètes, observations du transit de Vénus devant le Soleil en 1761 et 1769. Rédacteur de *l'Etat du Ciel* pour les années 1754 à 1757, éphémérides nautiques. Participe à plusieurs missions d'essai de méthodes de DLM et de montres marine (*L'Isis* avec Fleurieu, 1768; *La Flore*, avec Borda et Verdun de la Crenne, 1771).

ROCHON, (l'abbé) Alexis (Brest, 21 fév. 1741 - Paris, 5 avril 1817) - Astronome, mécanicien et opticien de la Marine. Entre à l'ARS en 1771, pensionnaire en 1783 puis 1785, ancien correspondant de Cassini. Elu dans la section de physique expérimentale dans la première classe de l'Institut en 1795.

ROUILLÉ, Antoine-Louis, comte de Jouy (Paris, 1689 - Neuilly 1761) - Ministre d'Etat, ministre de la Marine de 1749 (remplace Maurepas) à 1754. Académicien honoraire de l'ARS le 11 mars 1751 en remplacement du chevalier d'Aguesseau. Soutient et favorise la création de L'académie royale de Marine à Brest en juillet 1752. Ministre remarquable par ses efforts de développement des sciences nautiques et de la marine en général.

SARTINES de, Antoine-Raymond-Jean-Gabriel (Barcelone, 1729 – Tarragone, 1801) - Lieutenant de Police (en 1759) pendant 15 années puis ministre de la Marine pendant 6 années (1774-1780). Très actif dans l'un et l'autre poste, il a apporté de notables améliorations dans la Marine : tente de revitaliser le « grands corps », intensifie les constructions navales. Lors de la Révolution, il émigre en Espagne.

VERDUN de la CRENNE, Jean-René-Antoine, marquis de (Aucey, 1741 - Versailles, 1805) - Officier-savant type du XVIII^e siècle. Commence par servir de la Galissonnière en 1756. Participe à la guerre de Sept Ans, prisonnier en 1759, libéré, repris en 1762, et libéré à nouveau par la paix en 1763. Nombreux travaux scientifiques. Commande l'expédition de *la Flore* avec Borda et Pingré pour l'essai de diverses méthodes pour les longitudes en 1771. Entre l'ARM en 1777. Est le premier français à accoster à Saint-Pétersbourg et conseille Catherine II pour la réorganisation de la marine russe en 1776-77. Nombreuses missions maritimes jusqu'en 1785. Entre au Conseil de Marine en 1788. Emigré en 1791. Entre à l'Institut en 1796.

Résumé

Se basant sur de nombreuses archives, cette recherche se propose de réexaminer quarante années d'astronomie nautique (entre 1740 et 1780), durant lesquelles la méthode des distances lunaires — la méthode la plus usitée jusque dans les années 1850 pour la détermination des longitudes en mer — est mise au point, notamment par l'abbé Nicolas-Louis de Lacaille, et se voit finalement codifiée par le chevalier Jean-Charles de Borda.

Cette étude va s'attacher en particulier à reconsidérer les travaux scientifiques de savants de l'Académie des Sciences, Pierre-Louis Moreau de Maupertuis, Pierre Bouguer, Alexis Clairaut, Pierre-Charles Le Monnier et Jérôme Lalande, avec leur statut officiel méconnu de « *préposé au perfectionnement de la navigation* ». A la lumière de nombreuses mises à jour biographiques et de correspondances, on pourra mieux comprendre leurs influences mutuelles et leurs relations avec le milieu maritime. De même, on s'intéressera à la diffusion des méthodes auprès des marins, ainsi qu'à la manière dont la *Connaissance des Temps* — publication officielle de l'Académie des sciences et rivale du *Nautical Almanac* britannique — devient peu à peu un almanach nautique sous les actions de Jérôme Lalande, Pierre Méchain et des ministres de la Marine successifs.

On sera ainsi amené à porter un nouveau regard sur l'œuvre théorique d'Alexis Clairaut concernant le mouvement de la Lune, œuvre bien plus cohérente que l'on ne l'imaginait auparavant.

Mots-Clés : Astronomie nautique ; longitudes en mer ; distances lunaires ; éphémérides ; tables de la Lune ; mécanique céleste ; histoire de l'astronomie ; histoire de la navigation. Bouguer ; Clairaut ; d'Après de Manneville ; Lalande ; Lacaille ; Le Monnier ; Académie des sciences ; Marine.

Abstract

Based on numerous archives, correspondence and manuscripts, this research is dedicated to forty years of nautical astronomy in France, between 1740 and 1780. During this period, the method of lunar distances — the most used one for the determination of longitudes at sea up to the years 1850 — is developed by the abbé Nicolas-Louis de Lacaille and codified by the chevalier Jean-Charles de Borda.

This study reconsiders the scientific works of members of the French Academy of Sciences, Pierre-Louis Moreau de Maupertuis, Pierre Bouguer, Pierre-Charles Le Monnier, Alexis Clairaut and Jérôme Lalande, who were given the little known official responsibility of « *préposé au perfectionnement de la navigation* », i.e., persons in charge of improving navigation. With the help of unknown correspondences and biographic updates, this work clarifies their mutual influences and their relationships with the maritime sphere.

One important aim of this work is to examine how these methods were dispatched to seafarers and how the *Connaissance des Temps* — the official ephemeris of the Academy of sciences, in competition with the british *Nautical Almanac* — became a nautical almanac under the actions of Jérôme Lalande, Pierre Méchain, and the successive ministers of the French Navy.

This study also sheds a new light on the theoretical work of Alexis Clairaut on the Lunar motions. It appears to be more consistent than we have imagined before.

Key-words: Nautical astronomy ; Longitudes et sea ; Ephemeris ; Lunar tables ; Lalande ; Lacaille ; Clairaut ; Bouguer ; French Academy of Sciences ; History of astronomy ; History of astronomical navigation.