HAL
open science

Laplace, Pierre Simon, 1749-1827

Michel Paty

To cite this version:

Michel Paty. Laplace, Pierre Simon, 1749-1827. Huisman, Denis. Dictionnaire des philosophes, vol. 2., Presses Universitaires de France, Paris., p.1677-1679., 1993. halshs-00167188

HAL Id: halshs-00167188

https://shs.hal.science/halshs-00167188v1

Submitted on 16 Aug 2007

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.

in Huisman, Denis (éd.), *Dictionnaire des philosophes*, deuxième éd. rev. et augm., Presses Universitaires de France, Paris, 1993, vol. 2, p.1677-1679.

LAPLACE, PIERRE SIMON, 1749-1827

Né à Beaumont-en-Auge dans une famille de la petite bourgeoisie, Pierre Simon Laplace vint à Paris à dix neuf ans muni d'une lettre de recommandation pour d'Alembert, qui reconnut ses dons mathématiques et lui donna son appui. Professeur à l'Ecole militaire, cinq ans après il était élu à l'Académie royale des sciences, en 1773. De 1768 à 1778, il propose à l'Académie de nombreux mémoires sur le calcul intégral, l'astronomie mathématique, la cosmologie et la théorie des probabilités, qui annoncent et préparent son oeuvre ultérieure. Dans la période suivante, de 1778 à 1889, il met au point ses méthodes mathématiques (sur les fonctions génératrices, les transformations de Laplace, la théorie des déterminants, la variation des constantes pour la solution approchée des problèmes d'intégration, la fonction de gravitation généralisée ou fonction potentiel et l'équation de Laplace), et obtient ses principaux résultats qu'il développe et expose par la suite dans ses grands traités. Il s'intéresse également à la théorie chimique de la chaleur avec Lavoisier. Il est reconnu dès cette période comme un des grands savants de l'époque. De 1889 à 1805, il accède à une position dominante dans la vie scientifique et joue un rôle fondamental dans les institutions, contribuant à sceller le lien de la science et de l'Etat (il fut même, pendant six semaines, ministre de l'intérieur sous le Consulat); il contribue à la fondation de l'Ecole polytechnique et du Bureau des longitudes et, dans le mouvement pour l'éducation qui se développe avec intensité dans la France de l'époque, il se préoccupe d'écrire pour un public large des ouvrages de portée philosophique, comme l'*Exposition du système du monde* (1796) et plus tard l'*Essai philosophique sur les probabilités* (1814, ce dernier ayant son origine dans les cours donnés par Laplace à l'Ecole normale en 1795). Surtout, il fait paraître les quatre premiers volumes de son *Traité de mécanique céleste*, justement célébré comme une des oeuvres les plus

importantes de tous les temps: sa répercussion tout au long du dix neuvième siècle fut immense, aussi bien dans le domaine de la science que dans celui de la philosophie.

La dernière période de sa vie, de 1805 à 1827, est notamment marquée par l'informelle Société d'Arcueil, qu'il fonde avec le chimiste Berthollet, et qui est fréquentée par les plus grands savants de l'époque. Choyé par le pouvoir, ennobli par Napoléon, membre de l'Académie française en 1816, il est élevé au rang de marquis par Louis XVIII en 1817. Il eut de nombreux élèves, dont J. B. Biot, D. Poisson, L. J. Gay-Lussac. L'école laplacienne assura une suprématie de l'orthodoxie mécaniste en France dans le premier tiers du dix-neuvième siècle.

Les deux axes principaux de son oeuvre sont l'astronomie mathématique et la théorie des probabilités. Les deux forment la substance d'un même mémoire, paru en 1776, "Recherches sur l'intégration des équations différentielles aux différences finies (…) et leur usage dans la théorie des hasards [et] sur le principe de la gravitation universelle…". Stimulé par les objections opposées par d'Alembert à la conception courante du calcul des probabilités, il s'efforce de faire de ces dernières un instrument d'évaluation des incertitudes (dans l'approximation des calculs, comme dans le problème des trois corps en astronomie, et Laplace développe par la suite sa théorie des erreurs), d'inférence à partir de fréquences (son "Mémoire sur les probabilités des causes par les événements", publié en 1774, établit par ailleurs le théorème de Bayes-Laplace), de suggestions de causalités suscitées par l'observation de régularités (voir son hypothèse cosmogonique dans le *Système du monde*), susceptible plus généralement de préserver l'idéal de causalité malgré les imperfections de la connaissance, et sans compter l'intérêt mathématique des probabilités pour l'application du calcul différentiel. Il propose, dès ce mémoire de jeunesse, de considérer les probabilités comme un palliatif à notre ignorance: "Nous devons à la faiblesse de l'esprit humain une des théories les plus délicates et les plus ingénieuses des Mathématiques, savoir la science des hasards ou des probabilités". Tous ces éléments, tant mathématiques que philosophiques, seront développés par la suite, lors de son retour aux probabilités à partir de 1810, occasionné par son intérêt pour la

théorie des erreurs, dans la *Théorie analytique des probabilités* de 1812 et dans l'*Essai philosophique* de 1814. L'oeuvre de Laplace dans ce domaine marque le passage de la doctrine des hasards à la notion de probabilités (c'est d'ailleurs à lui que l'on doit l'emploi systématique du terme), l'utilisation de ces dernières comme base de l'inférence statistique et de l'estimation des erreurs, et fixe les termes du débat philosophique sur la causalité et le déterminisme ouvert depuis lors .

Le mémoire de 1776, dans la partie sur l'astronomie, pose déjà le problème des inégalités séculaires des planètes, qui constituera le problème central de sa future *Mécanique céleste*, par laquelle il donnera au système newtonien toute son assise. La précision des observations sur les orbites des planètes et de la Lune était telle qu'elle requérait une plus grande exactitude des calculs théoriques (problème dit "des trois corps", ou des modifications de l'attraction entre deux corps célestes par les planètes perturbatrices). D'un autre coté, les lois newtoniennes étant des lois locales, elles laissaient entière la question de l'ordre céleste et en particulier du système solaire, que ne suffisaient pas à expliquer exactement la loi de la gravitation et la loi d'inertie. Là où Newton faisait appel à une intervention directe du créateur, et où d'autres penseurs faisaient intervenir la métaphysique ou la théologie, Laplace réussit à montrer que la théorie de Newton est suffisante par elle-même, et constitue "le vrai système du monde", fondé sur la gravitation comme fait ultime, sur la nature duquel l'on n'a pas à s'interroger.

Il s'appuie pour cela sur les résultats obtenus par ses prédécesseurs, Euler, Clairaut, d'Alembert, et son contemporain Lagrange, et sur les perfectionnements des mathématiques auxquels il a largement contribué. Il parvient à réduire les irrégularités (ou "inégalités") des mouvements des planètes Jupiter et Saturne et de la Lune, en tenant compte de toutes les interactions qui agissent sur ces corps, modifiant leurs orbites par rapport à la forme képlérienne; de plus, comme sa solution implique la périodicité observée des inégalités des mouvements des planètes, elle retrouve la condition de stabilité des systèmes planétaires (anneaux de Saturne, océans sur la Terre, durée du jour) et du système solaire. L'équation de Laplace ($\Delta V = 0$, V étant le potentiel de gravitation), lui donne les moyens

d'étudier les figures d'équilibre des fluides gravitant sur eux-mêmes et de vérifier, en se fondant sur observation des marées, que la loi newtonienne de la gravitation s'exerce d'une molécule sur une autre, prouvant par là son universalité.

Dans son *Exposition du système du monde* (1796), Laplace formule une hypothèse cosmogonique pour rendre compte de ce que les mouvements des planètes et de leurs satellies se font dans le plan de l'écliptique, suivant des orbites presque circulaires et parcourues dans le même sens: il suppose, comme Kant l'avait fait (bien qu'indépendamment de lui, et conforté plus tard par les études de William Herschel sur les nébuleuses planétaires), que la forme actuelle du système solaire résulte d'un processus d'évolution, par le simple jeu des lois de la mécanique et de la gravitation, à partir d'une sphère de matière diffuse et homogène entourant le Soleil. Par là, l'ordre cosmique lui-même trouvait sa raison sans causes finales ni recours à une intervention divine.

Dans les autres domaines de la physique sur lesquels il se pencha surtout après avoir réalisé son oeuvre en astronomie, Laplace se fit le défenseur d'un newtonianisme sans faille, édictant un programme dans lequel les interactions sont conçues sur le modèle de la gravitation, et la physique (électricité, magnétisme, chaleur) devra être exprimée de manière aussi rigoureuse que l'astronomie à l'aide de "forces centrales", traitées par le moyen de l'analyse. Il obtint des résultats important sur la théorie de la capillarité, mais son programme réductionniste fut un échec dans les autres domaines. En particulier, sa conception corpusculaire de la lumière devait faire obstacle à la théorie ondulatoire élaborée par A. Fresnel. Un aspect fondamental de ce programme était toutefois promis à une grande fécondité: la mise en oeuvre d'une physique mathématique, fondée sur l'analyse; mais il lui faudrait se soumettre à d'autres élaborations conceptuelles.

Un aspect fondamental de l'oeuvre de Laplace, gros d'implications philosophiques, concerne le rôle de l'analyse dans la physique et la mutation qui la fait succéder à la géométrie, encore dominante au temps de Newton: cette mutation s'effectue au cours du dix-huitième siècle, et singulièrement à travers lui-même et Lagrange. Sa philosophie implicite ou "silencieuse" (J. Merleau-Ponty), tout en

se situant dans la tradition newtonienne, réflète cette pratique de la méthode analytique en la rapportant à un ordre de la nature qu'exprime fort bien la définition désormais classique du "déterminisme" laplacien : "Nous devons envisager l'état présent de l'univers comme l'effet de son état antérieur, et comme la cause de celui qui va suivre (…) |Les] découvertes [de l'esprit humain] en mécanique et en géométrie, jointes à celle de la pesanteur universelle, l'ont mis à portée de comprendre dans les mêmes expressions analytiques les états présents et futurs du système du monde".

Michel PATY

BIBLIOGRAPHIE.

Oeuvres de Laplace
Mémoire sur la chaleur (avec A. Lavoisier), 1780, ré-éd., Gauthier-Villars, Paris, 1920; *Exposition du système du monde*, Paris, 1796; 5 ré-éd. rev. et augm. jusqu'en 1824; *Traité de mécanique céleste*, 5 vols., Paris: vols. 1 et 2: 1799; vol. 3: 1803; vol. 4: 1805; vol. 5: 1823-1825; 2 éme éd., 4 vols., 1829-1839; *Théorie analytique des probabilités*, Paris, 1812 (ré-impression, Culture et Civilisation, Bruxelles, 1967); 2ème éd., 1814; 3ème éd., 1820; *Essai philosophique sur les probabilités*, parue comme introduction à la 2 ème éd. de la *Théorie analytique*…, 1814 (ré-impression, Culture et Civilisation, Bruxelles, 1967); rééd. modifiées jusqu'en 1825. Nlle éd., augm. de mémoires, préface de René Thom, postface de Bernard Bru, Bourgois, Paris, 1986; *Oeuvres*, 7 vols., Paris, 1843-1847; *Oeuvres complètes*, Gauthier-Villars, 14 vols, Paris, 1878-1912.

Etudes sur Laplace
ANDOYER, H., *L'oeuvre scientifique de Laplace*, Payot, Paris, 1922; ARAGO, François, Notice sur Laplace, *in* Arago, *Oeuvres*, vol. 3, 1759, p. 459-515; BIKERMAN, J.J., Theories of capillary attraction, *Centaurus* 19, 1975, 186-206; BOWDITCH, Nathaniel, Commentary *in Mécanique céleste by the marquis de Laplace* (trad. angl.), 4 vols.,

Boston, 1829-1839; BURCKHARDT, H., *Entwicklungen nach oscillirenden Funktionen und Integration der Differentialgleichungen der matematischen Physik*, *in Jahresbericht der Deutsches Mathematikervereinigun* 10, n°2, 1908; CROSLAND, Maurice, *The society of Arcueil*, Heinemann, 1967; FINN, Bernard S., Laplace and the speed of sound, *Isis* 55, 1964, 7-19; FOX, Robert, The rise and fall of laplacian physics, *Historical studies in the physical sciences* 4, 1974, 89-136; GILLISPIE, Charles C., FOX, Robert et GRATTAN-GUINNESS, Ivor, Laplace, *in* Gillispie (ed.), *Dictionary of Scientific Biography*, Scribners's sons, New York, vol. 15 (Supplement), 1978, p. 273-403; GRANT, Robert, *History of physical astronomy from the earliest ages to the middle of the 19th century*, London, 1852; GUERLAC, Henri, Chemistry as a branch of physics: Laplace's collaboration with Lavoisier, *Historical studies in the physical sciences* 7, 1976, 193-276; HAHN, Roger, *Laplace as a newtonian scientist*, Los Angeles, 1967; JAKI, Stanley, The five forms of Laplace's cosmogony, *American Journal of Physics* 44, 1976, 4-11; MERLEAU-PONTY, Jacques, Situation et rôle de l'hypothèse cosmogonique dans la pensée cosmologique de Laplace, *Revue d'histoire des sciences* 29, n° 1, 1976, 21-49; Laplace: un héros de la science normale, *La Recherche* 10, 1979 (n° 98, mars), 251-258; *La science de l'Univers à l'âge du positivisme. Etude sur les origines de la cosmologie contemporaine*, Vrin, Paris, 1983; PATY, Michel, La critique rationaliste de la création au dix-huitième siècle, *Dialectica* 37, n°3, 1983, 185-200; D'Alembert et les probabilités, *in* Rashed, Roshdi (ed.), *Sciences à l'époque de la Révolution française*. *Recherches historiques*, Blanchard, Paris, 1988, p. 203-265; SHEYNIN, O.B., P. S. Laplace's work on probability, *Archive for the History of Exact Science* 16, 1976, 137-187; P. S. Laplace's theory of errors, *id.*, 17, 1977, 1-61; *SCHNEIDER*, Ivo, *Die Entwicklung des Wahrscheinlichkeitsbegriffs in der Mathematik von Pascal bis Laplace*, Munchen, 1972; STIGLER, Stephen M., Napoleonic statitics: the work of laplace, *Biometrika* 60, 1973, 439-455; THODHUNTER, Isaac. *A history of the mathematical theories of attraction and the figure of the earth from the time of Newton to that of Laplace*, 2 vols., London, 1873, reimpr., New York, 1962; *A history of the mathematical theory of probability*, London, 1865; ré-impr., Chelsea,

New York, 1965; *Elementary treatise on Laplace's function, Lame's function, and Bessel's function*, London, 1875.

Michel PATY