



**HAL**  
open science

# Sciences, techniques, pouvoirs et sociétés du XVIe siècle au XVIIIe siècle (Angleterre, France, Pays-Bas/Provinces-Unies, Péninsule italienne)

Pierre Nevejans

## ► To cite this version:

Pierre Nevejans. Sciences, techniques, pouvoirs et sociétés du XVIe siècle au XVIIIe siècle (Angleterre, France, Pays-Bas/Provinces-Unies, Péninsule italienne) . Master. Sciences, techniques, pouvoirs et sociétés du XVIe au XVIIIe siècle France. 2016, pp.176. cel-01562209

**HAL Id: cel-01562209**

**<https://shs.hal.science/cel-01562209>**

Submitted on 13 Jul 2017

**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.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0  
International License

## **Sciences, techniques, pouvoirs et sociétés du XVIIe siècle au XVIIIe siècle**

*(Angleterre, France, Pays-Bas/Provinces-Unies et Péninsule italienne)*



PIERRE NEVEJANS

---

® Tous droits réservés. Pas d'utilisation commerciale.

---

Lyon, mai 2017.

---

Illustration de couverture : Henri Testelin, « Colbert présente les membres de l'Académie des Sciences à Louis XIV (1667) », Huile sur toile, 348 x 590 cm, châteaux de Versailles et de Trianon.

---

## En guise d'introduction : histoire des « science(s) » et des « techniques »

La question au programme invite à penser sciences et techniques ensemble. Cette invitation, si elle semble aller de soi, est pourtant le résultat d'une réunion historiographique récente, et peut-être pas tout à fait actée. Histoire des sciences et histoire des techniques sont en vérité deux choses différentes, étudiant des objets différents, par un prisme différent, et avec des objectifs différents. L'Europe moderne de plus est un cadre géohistorique intéressant, parce que propice à la réunion de ces deux courants historiographiques. La question implique donc la définition conjointe des deux termes que sont les « sciences » et les « techniques », avec un rappel de leurs historiques propres, et des enjeux historiographiques qui y sont joints : c'est l'objet de cette introduction.

### Qu'est-ce que la science à l'époque moderne ?

Les sciences sont omniprésentes, contributrices majeures du « façonnement » du monde. Mais elles ne sont pas nées de l'époque contemporaine : elles sont le résultat d'une accumulation de connaissances depuis la préhistoire : on peut dire sans exagérer que l'origine des sciences remonte aux origines de la civilisation, et que leur développement est lié à celui des sociétés humaines (Belhoste 2016, p. 11). Mais tout cela nécessite d'abord de définir la notion de « science », souvent abordée de manière trop générale, et donc un peu faussée.

Étymologiquement, le mot « science » est emprunté au latin classique *scientia*, qui signifie littéralement connaissance. À l'époque classique, le terme latin s'enrichit du terme grec *epistémè*, pour signifier « savoir théorique ». À partir du XIIe siècle, le français reprend ces deux visions du mot au sens courant. La science désigne d'abord le savoir-faire que donnent des connaissances. Ensuite, la science désigne les connaissances étendues que l'on a acquises sur un objet d'étude précis (le « savoir »). Depuis le XIIIe siècle, avec une valeur proche du sens moderne, *science* désigne un ensemble de connaissances ayant un objet déterminé et une méthode propre. Les sciences, au pluriel, désignent alors l'ensemble des disciplines qui forment le savoir théorique. Cette valeur distinctive entre singulier et pluriel se précise avec l'apparition du mot « scientifique » au XIVe siècle. Avec la Renaissance, le terme prend une nouvelle ampleur. La « science » de la Renaissance oppose deux types de savoir. Premièrement, le droit, émanation de la pensée divine et régulatrice de la vie humaine. Deuxièmement, les mathématiques, qui manifestent elles aussi l'ordre du monde. Des penseurs comme Léonard de Vinci affirment alors que la science doit être fondée sur le raisonnement formel et sur l'observation de l'expérience contrôlée. Peu à peu le mot « science » se rapproche de la notion de rationalité : ce qui est scientifique peut être prouvé. Au XVIIe siècle, sous l'impulsion des pensées baconiennes et cartésiennes, la science prend encore davantage ce sens, laissant de côté la philosophie et la théologie, trop abstraites (Rey 2001, vol. 2, p. 2037-2038). Pour résumer, à l'époque moderne, « science » se dit de toute connaissance assez précise. Au fil du XVIIIe siècle surtout, cette connaissance se veut de plus en plus « exacte » : on entre dans le règne des sciences dures.

### *Singulier ou pluriel ?*

Doit-on aborder « la science » ou « les sciences » ? L'intitulé même de la question amène à se poser la question du pluriel. Ce sont les sciences qui doivent être au centre de la préparation. Dans la lettre de cadrage, la question n'est même pas posée, et le terme apparaît quasi systématiquement au pluriel. **La science au singulier n'existe pas vraiment à l'époque moderne.** Ce qui existe, c'est la notion générale, mais indéfinie, de science (*epistémè* en grec, *scientia* en latin), en tant que connaissance certaine. **Existen** aussi les sciences particulières, c'est-à-dire les domaines de savoir institués chacun autour de caractéristiques, d'objets, de règles et de traditions, comme l'astronomie, la physique, la théologie ou l'astrologie. La « science », au sens singulier et moderne, n'apparaît qu'au XIXe siècle (Belhoste 2016, p. 13-15). Avant, il faut entre le pluriel des sciences comme une liberté considérable. En

effet, l'avantage de l'étude des « sciences » est qu'elle ne s'arrête pas à un type unique et restreint de savoir. C'est l'acquisition, la transmission et les mutations vécues par l'ensemble des connaissances qu'il s'agit de comprendre.

*De la « science moderne »...*

C'est en fait historiographiquement qu'il est juste de parler de « science moderne ». Toutes les sciences du passé ont été entraînées dans un même mouvement historique, qui a conduit à l'émergence de la science contemporaine. **La notion de « science moderne » désigne ce mouvement, processus historique réel et étudiable en l'état.** Elle est caractérisée par **l'émergence de nouvelles conceptions, voire de nouvelles représentations du monde et de l'homme** (Belhoste 2016, p. 17). Les grandes découvertes, les réformes confessionnelles, l'invention de l'imprimerie sont autant de nouveautés qui apportent de nouvelles conditions et contribuent à des mutations sociales profondes. Elles enclenchent des transformations globales, qui touchent l'ensemble des sphères d'activités. Parallèlement, un processus important en cours est celui de la sécularisation des sociétés (qu'il ne faut pas confondre avec un fantasmé processus de perte de religiosité). Le processus de sécularisation désigne la perte du rôle central dans les sociétés monopolisé par le domaine religieux. La sécularisation, c'est peut-être plus le « christianisme sécularisé » que le « désenchantement du monde », deux notions apportées par Max Weber au début du XXe siècle. Ces processus, effectifs, ne doivent pas amener à penser une séparation totale entre savoirs scientifiques et croyances religieuses... **La science moderne s'est développée dans un contexte religieux, et ce contexte lui a été globalement favorable :** la religion était une motivation profonde pour certaines recherches, et un cadre suffisamment souple pour de nouveaux questionnements. Pour l'historien Amos Funkelstein, la science moderne, celle du XVIIe siècle, n'est rien d'autre qu'une théologie sécularisée (Funkelstein 1995). C'est donc entre émancipation et influences qu'il faut comprendre le lien entre sciences et religion à l'époque moderne (Belhoste 2016, p. 18).

L'un des basculements historiques de la pensée scientifique à l'époque moderne concerne la vision de l'homme. **Le rapport entre l'homme et le divin n'est plus le même, parce que l'homme est désormais décentré.** Ce décentrement est en partie induit par la découverte de l'Autre, notamment au Nouveau Monde. Il est nourri de la redécouverte de traditions philosophiques anciennes comme le platonisme (en opposition à l'aristotélisme), l'épicurisme ou le stoïcisme. Ce basculement accompagne un **basculement dans la manière de se représenter le monde**, bien imagé par la théorie copernicienne sur l'héliocentrisme. À la représentation d'un cosmos fini et ordonné a succédé celle d'un univers homogène et infini, soumis à des lois universelles et uniformes. Dans ce monde nouveau, **l'homme de science se voit offrir la possibilité d'une description des mécanismes du monde plutôt que de leur interprétation.** La science se voit une clé de lecture comme de modification de l'humanité. Au XVIIIe siècle, l'*Encyclopédie* accorde une très grande importance aux rapports entre sciences et sociétés. Les progrès de l'humanité passe aux yeux des auteurs par le perfectionnement technique, lui même induit des connaissances théoriques « scientifiques ». Dès lors, **émerge l'idée que la science peut contribuer de manière décisive à l'amélioration matérielle de l'humanité** (Belhoste 2016, p. 26).

L'une des notions induites par cette manière de penser est celle de la « **révolution scientifique** ». Cette dernière a depuis longtemps été battue en brèche, en ce qu'elle impliquait une rupture totale avec les savoirs anciens. Elle était aussi basée en partie sur l'idée d'un Moyen Âge obscurantiste et ignorant, contre une époque moderne brillante et détachée de la religion (Van Damme 2015 ; Belhoste 2016, p. 14-17). La « révolution scientifique » du XVIIe siècle, notion portée par des historiens comme Alexandre Koyré, Herbert Butterfield et Thomas Kuhn, a été **associée à des découvertes et des innovations théoriques majeures comme le « système du monde » et la révolution copernicienne.** Pour les historiens de ce

courant, la révolution n'aurait pas concerné qu'un domaine de connaissance, mais l'ensemble des sciences, par un « **changement de paradigme** » (Kuhn 1957). **Le thème de la révolution scientifique a perdu depuis une vingtaine d'années beaucoup de son potentiel attractif.** Trois objections principales lui ont été faites. 1° **La science moderne n'est pas en rupture totale avec la science antique et médiévale.** Parler de révolution implique une rupture totale et fondamentale, ce qui n'est pas le cas des sciences modernes. Aussi, il ne faut pas restreindre à un seul moment historique, entre Copernic et Descartes, une mutation profonde étendue sur plusieurs siècles. 2° **La place des différentes sciences dans la révolution scientifique du XVIIe siècle n'est pas celle que l'on croyait.** L'astronomie et la philosophie naturelle ne sont pas les seuls savoirs scientifiques de l'époque. Or, ni l'histoire naturelle, ni les sciences médicales ne semblent entrer dans le schéma de révolution scientifique. 3° **Le caractère orienté, cumulatif et surtout progressiste de la science a été revu.** La thèse de révolution scientifique suppose que la science ait connu un développement non seulement linéaire, mais aussi et surtout lié à la notion de progrès. Les thèses scientifiques opposées aux thèses « révolutionnaires » sont dans cette vision des choses complètement niées. Cette manière de penser les choses conduit aussi à oublier complètement les savoirs scientifiques de l'époque qui ne sont plus considérés comme tels aujourd'hui (l'astrologie par exemple) (Belhoste 2016, p. 16).

... à l'histoire des sciences

Depuis le milieu des années 1980, l'histoire des sciences connaît un renouveau profond, essentiellement bâti autour de l'histoire sociale et de l'histoire culturelle, deux mouvements historiographiques nés des Annales (Pestre 1995, p. 487 ; Pestre 2015, vol. 1, p. 11-21). Les pratiques scientifiques, mais aussi le regard posé sur elles, ont été profondément redéfinies. La notion même de « révolution scientifique » a été remise en question à mesure que l'histoire s'est détachée de la vision restrictive et faussée de progrès. L'histoire des sciences s'est largement éloignée d'une conception positiviste qui la marquait encore dans les années 1970. Un des « restes » est la panthéonisation des grandes figures scientifiques nationales, telles Galilée en Italie, René Descartes en France et Isaac Newton en Angleterre. L'historiographie nouvelle part justement de ces figures, avec un travail de lecture critique et d'édition des textes. Les historiens se laissèrent la liberté de travailler sur les entourages scientifiques, dans une vision aussi sociale que réticulaire de l'histoire des sciences (Romano 2015, p. 387-388).

À partir des années 1990, l'histoire des sciences s'internationalise et surtout s'interdisciplinarise. En 1995, Dominique Pestre manifeste un intérêt grandissant pour une histoire sociale et culturelle des sciences, qui se fonderait sur le renouveau de l'école des Annales depuis les années 1980. Dans cette vision des choses, la science, et plus particulièrement les découvertes scientifiques, sont rattachées à leur contexte culturel et social. Après tout, « toute activité scientifique est une activité pratique d'interprétation et d'invention impliquant savoirs et savoir-faire, certitudes formalisées et conviction intime, elle consiste à porter des jugements toujours contextuellement situés » (Pestre 1995, p. 497). En 1993, l'histoire des sciences connaît un nouvel essor avec la parution simultanée de deux ouvrages majeurs : *Galileo, courtier* de Mario Giagioli et la traduction française du *Léviathan et la pompe à air* de S. Shapin et S. Schaffer consacré à la querelle sur le vide entre Thomas Hobbes et Robert Boyle au milieu du XVIIe siècle. On a une réelle évolution des *science studies*, sur des bases claires que sont les grandes découvertes scientifiques, mais avec un objet d'étude qui n'est plus le même : la science a laissé place aux scientifiques (Romano 2015, p. 383). À la fin des années 1990, la publication des résultats d'un séminaire, sous le titre *Des sciences et des techniques, un débat*, donnait à voir les recompositions historiographiques entre les différentes disciplines (philosophie, histoire, anthropologie ou sociologie). La nouvelle histoire des sciences trouvait ses différents axes, avec les **sociabilités scientifiques** (Daniel Roche sur les Lumières et la république des lettres), **l'importance de l'imprimé** (Henri-Jean Martin ou même Roger Chartier sur les questions de

réception), le **rapport scientifique à l'espace** (Bernard Lepetit et Daniel Nordman), la question des « **sciences de l'État** » et de la **gestion des territoires** (Jean-Claude Perrot).

Aujourd'hui, l'histoire des sciences a tendance à se scinder en plusieurs courants. D'un côté, la question de la nature a eu tendance à favoriser la constitution d'une **histoire environnementale**. Cette histoire reprend la critique de la raison industrielle, et se nourrit de travaux sur le climat et les différentes manières de penser l'activité humaine. **Le climat comme nouvel objet de l'histoire des sciences invite à repenser la question des temporalités** : cette histoire environnementale pourrait s'inscrire dans une chronologie longue, similaire à celle des sciences de la terre. En termes d'espaces, cette vision des choses tend à nier les espaces « historiques » au profit de zones géographiques naturellement cohérentes, mais aussi beaucoup plus larges. Un autre courant historiographique tend à **placer l'histoire des sciences dans le sillon de l'histoire globale**, sous l'impulsion de S. Schaffer. Cette « histoire globale des sciences » se fait à l'échelle monde (Schaffer 2015). Là aussi, l'un des cadres majeurs de l'histoire des sciences, **l'espace**, est repensé de manière plus large. Dans une vision au moins aussi intéressante, Stéphane Van Damme plaide pour une sorte de **géohistoire des sciences**, qui s'appuierait d'abord sur les lieux de production du savoir. **L'organisation des sciences et le tissage de réseaux scientifiques à l'échelle européenne** sont des objets d'études en partie renouvelés (Van Damme 2015, p. 27-30). Le programme des concours s'ancre dans cette visée, quelque part entre histoire globale, histoire connectée et histoire comparée. L'inscription spatiale des sciences semble la clé de lecture majoritaire de l'historiographie actuelle (Romano 2015, p. 400).

**La nouvelle histoire des sciences refuse aujourd'hui le « grand récit » scientifique.** Ce refus vise à corriger la vision majoritaire et erronée de la science comme issue d'une méthode unique et d'un progrès uniforme (Schaffer 2014, p. 7-8). De même, **la nouvelle histoire des sciences laisse au moins autant de place aux « sans-voix » qu'aux scientifiques**, c'est-à-dire aux artisans, aux mécènes, aux fabricants, aux voyageurs et aux marchands. La distribution des sources comme de la parole est inégale, et ce doit être le travail de l'historien que de rectifier cette inégalité patente (Romano 2015, p. 405-406).

Vous avez dit « technique(s) » ?

*Les techniques, qu'est-ce que c'est ?*

Le mot technique est emprunté au latin *technicus*, et fait son apparition en France à la fin du XVII<sup>e</sup> siècle. Ce mot exprime originellement la **notion de construire, fabriquer**. Initialement, le mot s'appliquait surtout à la grammaire : le technicien enseigne les principes de la grammaire. Dès le XVIII<sup>e</sup> siècle pourtant, il qualifie des ouvrages portant sur des savoir-faire précis, mais pas plus. **Dans son acception actuelle, le terme n'apparaît pas avant le XIX<sup>e</sup> siècle** : il est donc employé de manière anachronique (Rey 2001, vol. 2, p. 2244-2245). Aujourd'hui, le mot « technique » a plusieurs sens. C'est d'abord un **ensemble de procédés et de moyens pratiques propres à une activité**. C'est ensuite un **savoir-faire, une manière de faire** pour obtenir un résultat précis. Les techniques, dans une visée plus scientifique, sont un **ensemble de procédés reposant sur des connaissances scientifiques et destinées à la production** (Larousse). Dans ce rapport avec la science, qui intéresse tout particulièrement pour le traitement de la question d'histoire moderne, les techniques sont donc l'application concrète, productiviste, des savoirs théoriques. **La différence entre « sciences » et « techniques » s'appuierait donc sur cette nuance fondamentale entre théorie et pratique, invention et innovation.**

*De l'histoire des techniques...*

Par définition, l'histoire des techniques est l'étude de toutes les réalisations techniques de l'homme, de leur contexte d'apparition comme de leurs effets réceptifs sur la société. La lecture la plus courante de

cette histoire revient à dire que les progrès techniques répondent à des nécessités économiques, militaires ou sociales, et sont personnalisés par des intentions et des projets individuels (Wikipédia). Pour les historiens des techniques, la connaissance des grandes étapes du développement des techniques est indispensable à la compréhension de l'évolution culturelle des hommes et des sociétés. Dans le champ de l'histoire des techniques elle-même, elle permet notamment de saisir pourquoi telle invention voit le jour (l'horloge, le chemin de fer ou l'ordinateur), comment se succèdent les périodes de foisonnement dans la recherche et l'innovation et les périodes d'approfondissement, par sélection de quelques solutions (Encyclopedia Universalis).

**L'histoire des techniques aurait été une petite sœur « oubliée » de l'histoire des sciences.** La nouvelle histoire des sciences emmenée par Dominique Pestre a exercé une influence indéniable sur son cours. Ses principes méthodologiques ont fait l'objet de plusieurs transpositions, et certains historiens des techniques ont essayé de faire muter de la même manière leur discipline (Picon 1995, p. 531). L'histoire des techniques a l'avantage de son objet, c'est-à-dire qu'elle ne peut pas décentement être réduite à de longs énoncés théoriques. **Il semble difficile d'isoler les techniques de leur contexte socio-économique de conception et d'application.** L'accent mis sur les aspects pratiques et instrumentaux ces dernières années n'ont pas dérogé à la règle. En cela, l'aspect « histoire sociale » de l'histoire des techniques est parfaitement suivi, et la réception de cette nouvelle historiographie n'a pu se faire que dans le consensus et la sérénité.

L'histoire des techniques occupe aujourd'hui une place assez spéciale, n'étant pratiquée que par une minorité d'historiens. Pourtant, aux yeux de Jean Baudet, elle est « doublement essentielle » (Baudet 2003, p. 1). D'abord, seule la technique est une production de l'humanité qui l'accompagne depuis sa naissance. La technique accompagne, mais aussi fonde l'évolution de l'humanité : pour Jean Baudet, elle est même « le signe de l'humanité ». L'histoire des techniques occuperait donc une place paradoxale, minime compte tenu de son objet majeur.

Comme pour l'histoire des sciences, l'un des *iatrus* de l'histoire des techniques repose sur la définition des évolutions, mutations et ruptures techniciennes. Comme pour l'histoire des sciences, à l'image des travaux de Maurice Dumas, **on a longtemps considéré l'évolution des techniques comme allant vers le progrès** : les nouvelles techniques ne pouvaient être considérées comme régressives (Dumas 1962-1979 ; Fournier 2005). Maurice Dumas a cependant longtemps nuancé l'idée de « révolution technique », affirmant que **les nouvelles techniques, aussi fondamentalement révolutionnaires fussent-elles, ne s'imposaient toujours que lentement et ne produisaient leurs effets que sur de longues périodes** (Fournier 2005). Pour Bertrand Gille (*Histoire des techniques* 1978), il faut associer les techniques à un système propre, en lien avec un contexte économique et social. Avec cette nouvelle vision, Gille affirme que l'histoire des techniques est une succession de grands systèmes techniques, et que la transition d'un système à l'autre peut être qualifiée de « révolution ».

Les relations entre techniques et sciences sont un sujet d'étude en soi. Il semble qu'elles se soient intensifiées au fil du temps, et tout particulièrement à partir de l'époque moderne. Contrairement à ce que l'on pourrait penser, **les techniques se sont d'abord majoritairement développées indépendamment des savoirs scientifiques, et ont généralement inspiré les scientifiques.** Sciences et techniques ont été développées par des personnes différentes, appartenant à des catégories sociales différentes, et sont théoriquement sans rapport direct bien qu'elles interagissent et cohabitent. À l'époque moderne, on assiste à une partielle fusion de ces acteurs : **les scientifiques non seulement interagissent avec les techniciens, mais parfois deviennent techniciens eux-mêmes, fabriquant leurs propres instruments d'expériences.** Le rapport à l'instrumentation est ici crucial.

... à l'époque moderne : la figure de l'ingénieur et son étude

Une certaine stagnation des techniques pendant plus d'un siècle après la Renaissance va permettre, d'une part, d'approfondir les techniques existantes et de les diffuser largement, et, d'autre part, de jeter les bases techniques de la future ère industrielle. La technique cède le pas, mais non la science : on assiste, au cours du XVIIe siècle, à la naissance d'une véritable pensée scientifique. **Mathématiciens, physiciens, astronomes... prennent le relais des ingénieurs de la Renaissance sur le devant de la scène.** **Bertrand Gille** s'est intéressé à la question des techniciens, notamment à ces ingénieurs de la Renaissance (Gille 1964). Dans ses travaux, il montre la complexité de la figure de l'ingénieur telle qu'elle se forme alors. Dans un univers social qui méprise encore la technique considérée comme un art mécanique et subalterne, l'ingénieur se situe à la croisée de plusieurs statuts, de plusieurs savoirs et de plusieurs fonctions et tire son prestige de cette polyvalence. **L'ingénieur de la Renaissance est à la fois artiste** (ce qui peut le conduire à organiser des fêtes), **spécialiste de mécanique et d'architecture, bon connaisseur des questions militaires** (fortifications, artillerie) et de plus en plus, **savant**. Toutefois, cette dernière dimension, qui en fait un homme de cabinet érudit et attentif à théoriser sa pratique, apparaît tardivement, surtout avec la figure de Léonard de Vinci. C'est ce qui explique sans doute la pérennité et même l'accroissement posthume de la gloire de ce dernier, alors qu'il imagine plus qu'il ne réalise, contrairement à la génération qui l'a précédé, celle du Siennois Francesco di Giorgio Martini (Fournier 2005). **Cette mutation de la figure de l'ingénieur est fondatrice de l'historiographie actuelle de l'histoire des techniques.** Aujourd'hui, c'est justement cette question des acteurs qui fonde l'histoire des techniques et de leurs mutations. Depuis une trentaine d'années, le dépassement des interrogations classiques sur progrès, blocages et révolutions techniques tient à une attention accrue aux conditions de la production et de la diffusion technique. **La figure du technicien, artisan et surtout ingénieur, a été de fait placée au centre de plusieurs chantiers de recherche.** L'héritage de Bertrand Gille reste ainsi fondamental mais le champ d'étude s'est élargi aux trois siècles qui ont suivi la Renaissance. L'étude des ingénieurs modernes a été renouvelée essentiellement sous l'impulsion de trois auteurs : **Anne Blanchard** (sur les ingénieurs du roi en France entre Louis XIV et Louis XVI), **Hélène Vérin** (*La gloire des ingénieurs. L'intelligence technique du XV<sup>e</sup> au XVIII<sup>e</sup> siècle*, Paris, 1993) et **Antoine Picon** (*Architectes et ingénieurs au siècle des Lumières*, Marseille, 1988 ; *L'invention de l'ingénieur moderne. L'école des Ponts et des Chaussées, 1747-1851*, Paris, 1992) (Fournier 2005).

## Les sciences de la Renaissance, une renaissance scientifique ?

Que furent les sciences de la Renaissance ? Pourquoi, à plusieurs endroits en Europe, un changement profond dans la manière de penser le monde intervient-il à ce moment-là, à ces endroits-ci ? La Renaissance, c'est l'histoire d'une mutation intellectuelle. Une mutation, pas une rupture totale, ni une soudaine lumière qui se serait posée sur des médiévaux sombres et ignorants. La Renaissance est aujourd'hui une périodisation historique pratique pour parler des années 1450-1620. En Italie, on peut même parler de Renaissance à partir du début du XIV<sup>e</sup> siècle. La Renaissance est avant tout un mouvement culturel et politique, le développement d'une autre manière de voir et faire les choses. Évidemment, les connaissances du monde évoluent du fait de grandes ruptures chronologiques, comme la découverte du Nouveau Monde ou l'invention du caractère mobile d'imprimerie. C'est un ensemble de coïncidences, de facteurs endogènes et exogènes à l'Europe, qui font de cette période une période de foisonnement intellectuel et de remise en question des savoirs établis. Plus que la critique de cette réalité, c'est l'idée d'une renaissance scientifique qu'il s'agit de mettre en question, entre héritages et mutations.

### Autour de quelques facteurs explicatifs de la « Renaissance »

#### *L'imprimerie et ses bouleversements*

Au milieu du XV<sup>e</sup> siècle, une petite révolution prend place : le passage du livre manuscrit au livre imprimé tend à bouleverser le rapport à la diffusion de la connaissance. Rapidement, les textes en circulation se multiplient, contribuant de manière plus que décisive à la diffusion du discours scientifique. D'où l'importance de l'imprimerie (en fait, du caractère mobile) comme procédé technique fondateur des découvertes scientifiques. Des éléments de nature technique exercent également une influence non négligeable dans la production du savoir. L'abandon des caractères gothiques au profit des romains confère au texte une lisibilité plus grande. La présentation du livre entraîne également une nouvelle manière de formaliser l'information et la connaissance.

L'imprimerie ne naît pas seule, de nulle part. Elle est une réponse à un besoin de la société. En effet, le développement économique général de la fin du Moyen Âge, et en particulier le développement des universités depuis le début du XIII<sup>e</sup> siècle, avait entraîné une forte demande de livres. La lecture, au XV<sup>e</sup> siècle, n'est plus réservée à quelques clercs, et il faut pouvoir reproduire plus vite les livres. Au XIV<sup>e</sup> siècle déjà, la xylographie permet de graver des dessins pour les reproduire un nombre limité de fois sur papier. Il devient possible de produire plusieurs exemplaires d'un livre ornés des mêmes gravures. La véritable invention cependant prend place aux environs de 1450. Jean Gutenberg, à Mayence, a deux bonnes idées. La première, c'est de réaliser les lettres gravées en métal et non plus en bois. Contrairement aux planches de bois réalisées précédemment, il fait couler des lettres uniques et interchangeables : il invente les caractères mobiles. La seconde idée, c'est de disposer ces caractères mobiles en lignes, de placer ces lignes sur une forme plane, et de couler le tout, soigneusement recouvert d'encre, sur parchemin ou papier. L'action mécanique d'une presse provoque enfin le report de l'encre sur le support. L'imprimerie est née (Baudet 2003, p. 147).

En termes économiques, l'invention de l'imprimerie a des conséquences gigantesques. Être en mesure d'imprimer rapidement des livres, en autant d'exemplaires que l'éditeur le souhaite, c'est bien. Mais faut-il encore disposer d'une quantité de papier qui corresponde à ces nouvelles possibilités d'impression. Le papier du XV<sup>e</sup> siècle, c'est du papier « chiffon », extrêmement long et coûteux à produire. Le parchemin demande aussi un traitement long et particulier. À partir de là, la production de papier ne cesse d'augmenter, ce qui crée des métiers un peu particuliers, comme le ramassage de chiffons usagés. Une invention technique donc que l'imprimerie, qui répond à une demande culturelle, en créant une nouvelle production économique (Baudet 2003, p. 147-148).

Le caractère mobile et l'imprimerie ont été analysés par Elizabeth Eisenstein comme étant à l'origine d'une révolution culturelle. Alors en quoi consiste cette rupture/révolution ? D'abord, en établissant un rapport différent au texte : avec l'imprimé, le lecteur individualise le texte, parce qu'il est (plus souvent) le seul détenteur de son exemplaire. La lecture devient plus silencieuse, et non oralisée. Autrement dit, comme l'explique Roger Chartier, la nature même de la lecture change avec l'imprimé. L'imprimé implique aussi une possibilité plus grande (et pas nouvelle) d'accumuler les savoirs sous leur forme matérielle. Cette accumulation se fait quantitativement, mais aussi qualitativement. Chaque édition strictement établie peut être corrigée, avec une progression des savoirs à chaque nouvelle édition. Ainsi la *Cosmographia Universalis* de Sébastien Munster est-elle éditée sous 35 versions différentes entre 1544 et 1628. À chaque fois, des pages sont rajoutées, avec des statistiques, des tableaux et des dessins : les connaissances font l'objet d'améliorations permanentes. Par ailleurs, l'imprimé permet aux savants de comparer toujours ce qu'ils disent en ayant sous la main une multitude de sources.

Entre 1455 et 1501, 30 000 incunables sont édités, totalisant 15 millions d'exemplaires. 40% de ces éditions viennent d'Italie, 30% d'Allemagne, 16% de France, 9% des Pays-Bas. Vers 1600, ce chiffre est largement dépassé (150 000 éditions pour 200 millions d'exemplaires). Cette explosion culturelle et commerciale implique une diffusion rapide de la technique du caractère mobile, la constitution d'atelier d'imprimeries à travers toute l'Europe, faisant de certaines villes, ainsi Venise ou Paris (Lyon également, mais dans une moindre mesure) des grands centres d'imprimerie. L'Europe moderne, c'est une « Europe du livre » (Robert Muchembled).

Les imprimeurs ont réservé une partie de leur production au livre scientifique, partie qui reste tout de même minoritaire. Certains tout particulièrement se spécialisent dans l'imprimerie et la diffusion d'ouvrages scientifiques. Ainsi Christophe Plantin, qui imprime à Anvers entre 1555 et 1589, a l'audace de publier une littérature hautement spécialisée, avec les travaux de Vésale, de Cornelius Valerius\*, de Charles Estienne\*, de Rembert Dodoens\*. Un tiers de cette production est destinée à des premières éditions ; une partie difficilement calculable est destinée à l'exportation dans les grands centres universitaires européens. Après avoir officié à Anvers et fait de la ville un grand centre d'imprimerie, Plantin installe une officine à Leyde. Il y fonde une dynastie d'imprimeurs, qui travaillent en lien étroit avec les travaux des universitaires de Leyde, éditant les disputes académiques et les travaux courants, ainsi que les thèses (Blay et Haleux 1998, p. 102-103).

Oronce Finé (1494-1555) a occupé pendant près de vingt cinq ans la chaire de mathématiques du Collège royal, créée pour lui par François I<sup>er</sup> en 1531. C'est lui qui, en toute modestie, est chargé de réveiller et de rénover l'enseignement de sa discipline. Oronce Finé, universitaire donc. Mais Oronce Finé avait commencé sa carrière en travaillant pour des imprimeurs, et il était aussi un dessinateur, un graveur et un facteur d'instruments astronomiques. Cette double casquette est intéressante pour comprendre l'imbrication de ces milieux : Oronce Finé est la preuve de leur possible fusion.

Fils d'un médecin de Briançon, Oronce Finé fait ses études à Paris ; il est probablement maître ès arts dès 1516, et s'inscrit à la faculté de médecine en 1517, obtenant son doctorat cinq ans plus tard. Dès 1515, il collabore avec des imprimeurs et des libraires, autant comme éditeur et correcteur que comme annotateur ou illustrateur. C'est justement cette dernière qualité d'illustrateur, renforcée par sa capacité à fabriquer des instruments, qui le fait admettre dans le milieu humaniste proche de la cour. Ses gravures s'ancrent dans un style germanique. Au début de la carrière d'imprimeur d'Oronce Finé, l'édition mathématique se résume à quelques planches ponctuelles, pour répondre aux besoins plus que modestes de l'université ou des collèges. Les rares ouvrages mathématiques sont imprimés sur le modèle vénitien, c'est-à-dire sur des modèles de présentation plus anciens. En 1515, Oronce Finé est chargé par Jean Petit (très grand libraire parisien du début du XVI<sup>e</sup> siècle) de superviser l'impression d'une collection de

commentaires aux *Theoricarum novarum planetarum* de Georg von Peurbach, ouvrage datant des années 1470 et consacré au renouvellement des modèles géographiques utilisés en astronomie. Dans cette édition, Finé prend soin de reproduire le texte avec minutie, avec une mise en page en deux colonnes et quelques figures dans le corps du texte. Mais rien de détonnant. En 1525, il réitère son travail, avec le même ouvrage, mais les différences sont déjà plus notables. La mise en page fait alors appel à de vrais paragraphes numérotés, et à des notes marginales signalant les points importants. Enseignant en même temps au collège de Navarre (toujours l'importance de sa double casquette), Finé se rend compte qu'une édition mieux paginée est beaucoup plus claire pour les étudiants. Sans avoir encore publié aucune œuvre complètement originale, et simplement dans un travail au service des libraires parisiens, Oroncé Finé a donc déjà eu l'occasion de réfléchir aux effets qu'un habile professeur de mathématiques pouvait obtenir en jouant sur les parties constitutives de la page imprimée : le texte, le commentaire, l'illustration sont mis relation par la mise en page.

Figure 1.1. Peurbach, *Theoricarum novarum textus*, Paris, 1515, 29v.

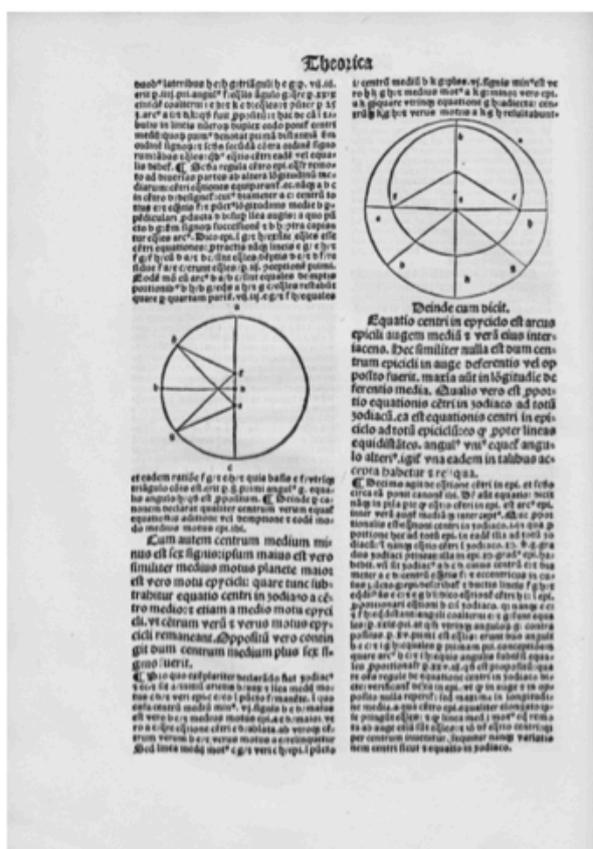


Figure 1.2. Peurbach, *Theorica nova planetarum*, Paris, 1525, 18r.

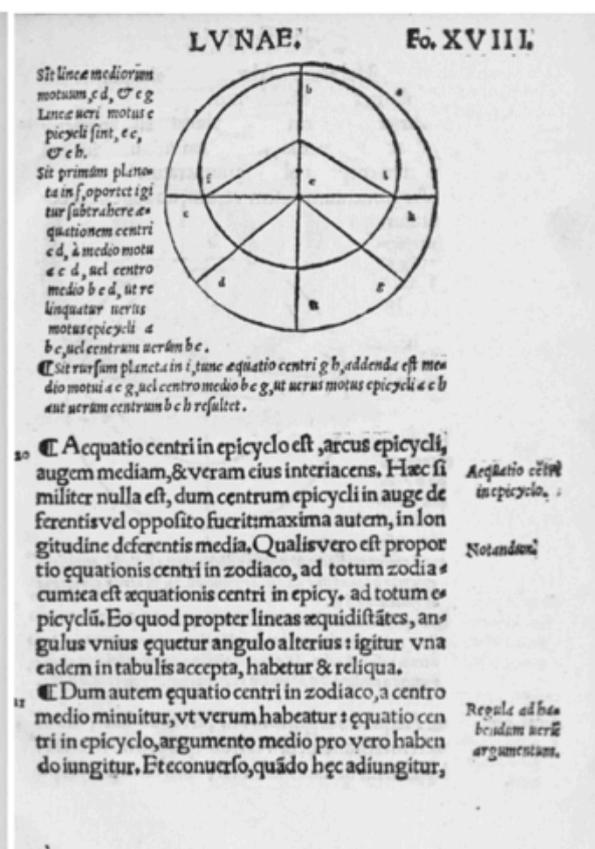


Figure 1. Deux versions différentes du texte de Peurbach. À gauche, l'édition de 1515, à droite, celle de 1525.

Devenu lecteur au Collège royal, Oronce Finé va utiliser ces « observations préliminaires » dans ses propres ouvrages et continuer à améliorer ses méthodes, de manière à obtenir le résultat le plus pédagogique possible. Dans *Sphaera Mundi*, une partie d'un ouvrage offert à François I<sup>er</sup> en 1532 pour le remercier de l'avoir nommé au Collège royal, Oronce Finé utilise ces méthodes. Surtout, les diverses éditions de la *Sphaera Mundi* présentent toutes un contenu et une mise en page différents. Progressivement, l'équilibre entre texte et commentaire est fondamentalement transformé, ce qui entraîne divers changements dans la mise en page. L'édition d'un modèle réduit, qui oblige à donner plus d'importance au texte qu'au commentaire, donne lieu à une mise en page plus classique et uniforme. Le commentaire est donné dans un corps réduit. Progressivement, ces deux parties de l'ouvrage trouvent une

certaine autonomie ; le système de repérage par des lettres est abandonné. Le commentaire est réaménagé pour qu'il puisse faire ressortir l'organisation logique et le caractère progressif de l'exposé de chaque chapitre. Des passages plus digressifs, ainsi l'éloge de l'astronomie ou la polémique contre les « modernes » sont abandonnés et/ou réduits.

Oronce Finé est un cas exceptionnel du fait de sa longévité et des relations privilégiées avec les imprimeurs parisiens et de son intérêt particulier pour la mise en page des savoirs, dans une visée essentiellement pédagogique. Il ne se contente pas de rafraîchir ses textes au fil des éditions, mais travaille à leur métamorphose, à la fois en les récrivant soigneusement, et en leur donnant un nouvel aspect typographique. Avec Finé, les connaissances mathématiques étendent leur rayonnement et restaurent leur prestige, grâce à une nouvelle mise en forme, un enrobage utilitariste et correspondant aux besoins des lecteurs. L'élargissement du public passe par la rupture avec le modèle traditionnel de mise en page du texte. Le savoir scientifique et sa diffusion dépendent donc, dans les années 1520-1550, de l'adaptation technique de leur matérialité.

Ce qui est intéressant avec l'imprimerie, c'est que sa relation avec la pratique scientifique est totalement réciproque : la science met sa technique au service de l'imprimerie, qui lui donne en contrepartie une audience jusque là inconnue. Cette émulation réciproque n'a de cesse que de bouleverser l'un et l'autre. Certains textes nécessitent la conception et la fabrication de caractères spécifiques, comme par exemple les caractères mathématiques. L'histoire naturelle entraîne une réduction progressive de la taille des ouvrages : il faut pouvoir les emmener sur le terrain. Les planches d'anatomie sont pourvues de pièces à soulever, afin de découvrir les organes du corps humain. Dans les livres scientifiques, l'illustration tout particulièrement amène progressivement une mutation de la nature des caractères, qui passent du bois au métal (cuivre et fer principalement). Ces caractères métalliques offrent une plus grande souplesse dans la mise en page des ouvrages, ainsi qu'une plus grande pérennité dans les modalités de leur impression (il est plus facile et moins coûteux de rééditer les ouvrages) (Universalis). Et tout au long de la période du programme, cette émulation réciproque n'a de cesse que de faire bouger les lignes dans les deux sens !

#### *Savoirs établis et savoirs émergents : une redécouverte des « Anciens » ?*

Les hommes de la Renaissance affirment très fréquemment leur humilité face à la connaissance semble-t-il infinie des Anciens. Puiser chez eux, c'est aller chercher les fondements de la connaissance, l'expérience et la raison. Les Anciens protègent et rassurent. Aussi, ils constituent une base de données assez incroyable pour qui veut s'établir des connaissances solides. Pour beaucoup, il est nécessaire d'apprendre à comprendre les Anciens, leurs connaissances servant potentiellement de « base » au développement de nouvelles connaissances. De toute façon, la nouveauté à l'époque est une chose dépréciée : elle signifie souvent un bouleversement de l'ordre établi, un dérèglement social et/ou politique. On peut donc dire que « le XVI<sup>e</sup> siècle marche vers l'avenir à reculons » (Robert Halleux). C'est bien là tout le paradoxe des milieux intellectuels de la Renaissance : ils font du neuf avec du vieux. Ce rapport avec les travaux antiques et médiévaux a posé aux historiens deux problèmes majeurs. D'abord, peut-on réellement parler de « redécouverte » des travaux grecs et latins aux XV<sup>e</sup> et XVI<sup>e</sup> siècles ? Ensuite, quelle est la place donnée à ces travaux dans la science de la Renaissance ?

Les principaux auteurs sont évidemment connus depuis longtemps, ou n'ont jamais été oubliés. À partir du XIII<sup>e</sup> siècle, avec le développement et le succès de l'averroïsme latin, puis avec la synthèse thomiste de l'aristotélisme et du christianisme, l'œuvre d'Aristote, même si elle fait l'objet d'un conflit d'interprétation, est connue. La renaissance carolingienne, puis la renaissance du XII<sup>e</sup> siècle, avait déjà permis une partie à au moins une partie de l'œuvre de Platon d'être conservée et interprétée. Le stoïcisme enfin demeure présent tout au long du Moyen Âge à travers les écrits de Saint-Ambroise. Mais d'autres

auteurs sont redécouverts au XVe siècle. Surtout, ce sont les nouvelles éditions et traductions qui permettent de rendre accessibles ces savoirs anciens. La philologie, c'est à dire l'étude des langues anciennes et d'abord du grec, pratiquement oubliée en raison de la prééminence du latin dans les universités, se développe rapidement et dans une ampleur folle à partir de la moitié du XVe siècle (Mazauric 2009, p. 36-37). Ainsi dans le cadre de la médecine le pharmacien grec Dioscoride (*Sur la matière médicale*, I<sup>er</sup> siècle ap. J.-C.) et Pline avec son *Histoire naturelle* connaissent une nouvelle jeunesse, demeurant la source et la référence constante des naturalistes. Cette réappropriation passe par une critique, ou plutôt une confrontation des savoirs anciens et des faits observés. Ainsi à la fin du XVe siècle une controverse se lance sur la valeur scientifique des écrits de Pline, opposant plusieurs savants italiens. Niccolo Leonicensi, professeur de médecine à Ferrare, attaque le naturaliste antique dans son *De Plinii et aliorum erroribus in medicina* (*Des erreurs étranges de Pline en médecine*), où il met en exergue une confusion entre les termes grecs et latins. Le légiste Pandolfo Collenuccio lui répond dans un traité en défense de Pline. Ermolao Barbaro, patriarche d'Aquilée, impute quant à lui aux copistes les erreurs de traduction et de vocabulaire. Ce qui est certain avec cette controverse, c'est qu'une fissure s'ouvre entre le monde naturel et les descriptions antiques. Avec la découverte du nouveau monde (cf. infra), cette fissure ne va d'ailleurs qu'en s'agrandissant (Blay et Halleux 1998, p. 406-407).

#### Humanisme, science et Renaissance

L'Humanisme est un courant philosophique qui se développe en Italie à partir de la seconde moitié du XVe siècle, pour se répandre à travers une grande partie de l'Europe. Il se fonde sur trois caractéristiques principales. Premièrement, l'Humanisme est marqué par une volonté très forte d'opérer une rupture avec le legs médiéval, identifié par les principaux penseurs comme symbole de décadence et de barbarie. Autrement dit, l'Humanisme, c'est le courant intellectuel qui fit du Moyen Âge une période sombre et obscurantiste et de la Renaissance une période lumineuse et merveilleuse. Ce point constitue un thème récurrent, pour ne pas dire fondateur, du courant de pensée, autour d'une rupture entre culture renaissance et culture scolastique. Ensuite, il s'agit alors de renouer avec l'héritage antique (cf. supra), héritage qui n'était pas nié jusque là, mais « déformé ». Surtout, ce rejet vise à exclure des savoirs « valables » l'ensemble des héritages de la culture arabe, autant que la scolastique chrétienne. Enfin, l'Humanisme place l'Homme au centre de toute chose, le comprenant comme un être spécifique, différent des autres par la liberté et la raison. Dès lors, un programme s'impose : favoriser le développement de toutes les capacités, de toutes les potentialités humaines, former des hommes « libres », capables d'agir de façon autonome et de penser de manière originale. Là aussi, la culture scolastique est directement visée : pour les humanistes, cet enseignement fondé sur le commentaire des autorités, instaurant un rapport hiérarchique entre maîtres et étudiants et s'arrêtant le plus souvent à la lecture des textes, ignorerait le cœur même des choses.

D'après Mazauric 2009, p. 35-36.

L'exemple le plus clair et le plus représentatif de ces problèmes, c'est Aristote. Même si sa place tend à être un peu dépréciée aujourd'hui, Aristote a exercé sur la pensée médiévale une influence considérable. Ses travaux ont supplanté (en partie) ceux de Saint-Augustin et de Platon au XIIe siècle, avec des penseurs médiévaux comme Thomas d'Aquin. Les grandes lignes de l'aristotélisme sont importantes en ce qu'elles sont à l'origine d'une représentation du monde et d'une vision de la science/connaissance particulières. L'idée même de science et des critères de la scientificité est, durant toute la période scolastique, proprement aristotélicienne : le *De ortu scientiarum* de Robert Kilwardby (avec sa division tripartite de la physique, de la mathématique et de la théologie) et le *Commentaire des « Seconds Analytiques »* par Robert Grosseteste (avec sa théorie de la connaissance expérimentale) en sont les témoins naissants (Universalis). À la Renaissance, Aristote continue à occuper cette place de premier choix dans les mondes intellectuels, notamment universitaires. La majorité des travaux se placent dans la droite ligne de la tradition aristotélicienne. En parallèle, une nouvelle vague, plus critique, apparaît. Et c'est Aristote qui, parmi les Anciens, se retrouve le plus la cible de la contestation la plus radicale. Il faut entendre Galilée,

au XVII<sup>e</sup> siècle, pour comprendre l'évolution : « Aristote était un homme, il voyait avec les yeux, écoutait avec les oreilles, discourait avec le cerveau. Je suis un homme, je vois avec mes yeux, et plutôt plus que lui ne voyait. Quant au discours, je crois qu'il a discuté plus de choses que moi, quant à savoir s'il l'a fait plus ou mieux que moi dans les sujets que nous avons discutés tous les deux, je lui montrerai nos raisons, et non nos autorités » (Blay et Halleux 1998, p. 405). Cette critique d'Aristote, si elle existe depuis les écrits de Bernard de Clairvaux ou Pétrarque, va *crescendo* jusqu'à tuer le père. C'est le quatuor Bacon, Galilée, Hobbes et Descartes surtout qui a décidé du sort de l'aristotélisme comme philosophie cohérente, d'un point de vue intellectuel, sinon historique. Les enseignements d'Aristote sur la matière et la forme, les causes finales, le mouvement et le vide sont tous, un par un, (re)mis en question (Schmitt 1992, p. 8). On peut voir cet exemple autour d'Aristote autour de deux manières. La première, c'est de comprendre la remise en cause des traités antiques comme un affranchissement permettant l'avènement d'une philosophie nouvelle. La deuxième, peut-être un peu plus subtile et complémentaire, c'est de penser cette remise en cause comme nécessitant une lecture suivie, attentive et assidue des enseignements de l'école aristotélicienne. Autrement dit, Aristote n'a jamais été autant lu que lorsqu'il a fini par être critiqué.

L'impact de ce rapport changé aux textes anciens sur la science a été l'objet de discussions. Ce qui est certain, c'est qu'impact il y eut. Pour Frances Yates, le néo-platonisme aurait pu inspirer l'enthousiasme pour l'héliocentrisme copernicien. Mais la plupart des penseurs de l'époque restent hostiles aux théories coperniciennes (*Cambridge History of Science*, vol. 3, p. 374-375). Il reste que l'œuvre de Copernic est une illustration exemplaire du syncrétisme de la Renaissance, entendu comme une volonté d'assimilation critique de toutes les traditions antérieures dans le but de donner naissance à une culture renouvelée. De ce syncrétisme critique, Copernic fournit également l'illustration de son implantation dans des lieux bien précis : ce n'est pas un hasard si Copernic quitte Cracovie pour poursuivre ses études en Italie, lieu de naissance de la culture humaniste. C'est dans l'ensemble du corpus de sources anciennes renouvelé et traduit que Copernic puise pour élaborer sa théorie de l'héliocentrisme, inaugurant ainsi un type de rapport au passé tout à fait caractéristique de la Renaissance, important à intégrer pour comprendre les méthodes scientifiques de l'ensemble de l'époque moderne (Mazauric 2009, p. 40).

#### *Les grandes découvertes et le bouleversement de la connaissance du monde*

1492, c'est la découverte d'un nouveau monde. 1492, c'est une sorte de basculement du monde, de sa perception. Tout d'un coup ou presque, la représentation plurimillénaire du monde vole en éclats, ne serait-ce que pour des raisons géographiques. Là les connaissances des Anciens sont effectivement largement mises à mal. Mieux encore, dans le Nouveau Monde, on trouve des plantes inconnues (maïs, manioc, pomme de terre, haricot, tomate, poivron, courge, avocat, ananas, cacao, tabac, caoutchouc), mais encore des animaux (dinde, lama, puma, condor, tapir, caïman), et, surtout, des hommes différents, qui ne ressemblent pas tout à fait aux Européens, et ne connaissent même pas l'existence de l'Évangile. S'il faut un événement marquant le bouleversement de la connaissance du monde, il est bien là : la découverte des terres inexplorées constitue une véritable rupture dans la connaissance, la compréhension et la représentation du monde.

Les participants des expéditions espagnoles et portugaises décrivent dans des lettres et des ouvrages ce monde complètement différent qu'ils parcourent, admirent et craignent tout à la fois. Ces récits, ainsi l'*Histoire générale et naturelle des Indes* d'Oviedo (1526) sont rapidement imprimés, traduits et diffusés un peu partout en Europe. Ils fascinent alors les milieux de cour, mais aussi les milieux marchands, qui commencent à percevoir le profit potentiel derrière tout cela. Cet intérêt est palpable dans les écrits divers et variés qui fleurissent en Europe, et ce au fil des découvertes, notamment en Amérique du Nord où ce sont les Français et les Anglais qui sont les principaux acteurs des découvertes. En Angleterre, le mathématicien Thomas Hariot\* publie en 1588 *A Briefe and True Report of the New Found Land of Virginia*.

En Italie, Federico Cesi achète à un prix fou le manuscrit du *Tesoro messicano*, sorte de recueil monumental de botanique et de zoologie exotique fondé sur la relation de Francisco Hernandez, médecin de Philippe II (le livre est publié par Stelluti en 1651).

### Les lieux des sciences à la Renaissance

#### *Les universités, entre conservatisme et grandes avancées scientifiques*

Au début de l'époque moderne, les universités, hauts lieux médiévaux de la connaissance et du savoir, connaissent de très importantes transformations. Ces transformations sont en fait des réactions aux critiques acerbes dont elles sont la cible, notamment de la part des Humanistes. Elles sont donc le pendant institutionnel de la mutation des savoirs, de leur production et de leur diffusion. Aussi, les universités européennes jouent un rôle ambivalent, dans la mesure où elles ont pu tant favoriser que freiner la constitution de savoirs nouveaux. Pour en comprendre les origines et les conséquences, il faut étudier la configuration complexe, c'est-à-dire le jeu des interactions entre les sciences, la religion et la politique (Mazauric 2009, p. 65).

Pour les humanistes de l'époque, les universités représentent une vision autoritariste de la constitution et de la diffusion des savoirs. Ce sont eux qui développent l'image d'universités extrêmement conservatrices, très peu enclines à l'innovation intellectuelle, enfermées dans une seule lecture des textes, qui plus est des mêmes textes, encore et toujours. Est-ce une image tout à fait exacte ? Il est très difficile d'énoncer une généralité, même s'il semble que globalement, cette image soit fautive, partisane et formée de toutes pièces par le courant humaniste et ses têtes de pont (tous issus des rangs de l'université d'ailleurs).

L'homme de science du XVI<sup>e</sup> siècle pourtant est le plus souvent un universitaire. Tout homme de science est passé par un cursus universitaire. Pour la plupart des hommes potentiellement scientifiques, l'enseignement universitaire faisait partie d'une préparation en amont à la vie civile et à l'acquisition d'une expertise critique des savoirs scientifiques : pour critiquer la science et la faire, il faut au préalable savoir de quoi on parle. Ensuite, les carrières finissaient souvent par une chaire universitaire, où les savoirs découverts pouvaient être inculqués et diffusés aux jeunes générations. C'est ainsi que Vésale (1514-1564), Copernic, Galilée, Newton, Descartes, Bacon et bien d'autres furent professeurs dans des grandes universités européennes (cf. « Être savant à l'époque moderne »). Dans un monde où il était parfois difficile de vivre par soi-même et de financer ses recherches, la carrière professorale offrait une stabilité financière et institutionnelle inégalable (à part les faveurs de certains mécènes). Les chaires universitaires étaient ainsi souvent vécues comme des situations éphémères, destinées à gagner sa croûte lors des passages à vide, ou bien utilisées comme un tremplin vers des positions plus enviables sous un patronage curial. Vésale lui-même quitte son poste à l'université de Padoue au milieu de sa carrière, pour un service médical à la cour impériale.

Toujours est-il que l'affiliation à une institution universitaire signifie trois choses. D'abord, cela signale la pérennité du lien entre les scientifiques et les institutions de l'Église catholique (les universités sont quasiment toutes directement liées à Rome). Ensuite, l'université combine à l'époque des fonctions de reproduction *curatoriales* et culturelle, et c'est ainsi qu'était compris le rôle des enseignants. Les universités représentent, et c'est l'un des griefs des humanistes à leur encontre, une institution chargée de transmettre les savoirs hérités du passé aux générations futures. En pratique cependant, de nombreux professeurs utilisent leur chaire pour discuter de la viabilité de ces savoirs orthodoxes : l'enseignement se fait dans une visée critique. En fait, il n'y a pas d'université où le dogme théorique est appliqué à la lettre... Enfin, l'affiliation des hommes de science à des institutions universitaires correspond à une conception importante des hiérarchies sociales. Le professeur universitaire est maître, entendu comme tel et respecté comme tel. Quelque part, cela correspond à une vision hiérarchique de la société qui est plus

que prégnante à l'époque dans la majorité de la société européenne. La valeur placée dans ces institutions et ces formes de hiérarchie montre aussi la valeur accordée aux savoirs enseignés : il ne s'agirait pas de confier de tels postes à n'importe qui (*Cambridge History of Science*, vol. 3, p. 182-183). Et, au XVI<sup>e</sup> siècle, il n'y a pas grand monde pour dire le contraire !

Entre elles, ces universités de la Renaissance ont des relations paradoxales. D'un côté, elles collaborent, échangent, les étudiants comme les professeurs passant de l'une à l'autre de manière régulière. Ainsi André Vésale quitte-t-il Padoue pour enseigner à Bologne en 1540. De l'autre, elles se font concurrence, sous influence souvent des pouvoirs politiques, cherchant à surpasser la voisine ou la concurrente directe sur telle ou telle discipline. À Pavie, l'université de théologie, qui fait partie des universités assez traditionnalistes des années 1480-1520, embauche uniquement des clercs. Or, il existe une sorte de *mercato* des professeurs de théologie, dont l'université de Pavie se sert ouvertement. Parmi les 39 théologiens de la Faculté au XVI<sup>e</sup> siècle, 5 seulement sont de Pavie. Les autres sont pour la plupart originaires d'Italie du Nord. Cette mobilité des professeurs, en l'occurrence des religieux, contribue au développement des disciplines et à l'échange des idées, à la constitution d'une communauté culturelle et académique qui franchit les frontières des États et rapproche tout particulièrement les universités de Bologne, de Padoue et de Pavie (Negruzzo, dans Bideaux et Fragonnard 2003, p. 93-99). Va pour les échanges positifs. En termes de concurrence, les universités de médecine sont un exemple particulièrement illustratif, notamment au XVI<sup>e</sup> siècle celles de Padoue, de Bâle et de Montpellier. Il n'est pas nécessaire de revenir sur la Faculté de médecine de Padoue, qui jouit d'une longue et prestigieuse histoire. À Bâle, l'université dépend directement des institutions municipales. Dans les années 1530, après le passage de Rabelais, mais surtout de Paracelse (1527-28), l'université jouit elle-aussi d'une réputation prestigieuse. À Montpellier, il faut tenir compte à la fois de l'éloignement vis à vis des centres de pouvoir (le roi de France ne descend quasiment jamais aussi bas...) et de l'ancienneté de l'université. Cependant, depuis 1498, les professeurs des quatre collèges médicaux de l'université sont payés directement par le trésor royal. L'enseignement médical s'y fait plus pratique que dans les deux autres précitées, notamment avec un stage obligatoire de six mois chez un médecin local. Les étudiants en médecine du début du XVI<sup>e</sup> siècle ont souvent le choix de leur université. Quelle est donc l'image de marque de ces trois facultés de médecine, qui pouvait leur attirer cette clientèle de « pèlerins » académiques ? Rapidement, la question professionnelle prend une certaine importance : à Padoue, ces étudiants protestants, qui viennent souvent de loin, s'inscrivent en tant qu'auditeurs, et ne valident que rarement un diplôme. Ensuite, la manière de faire cours diffère selon les universités, ainsi à Padoue, on fait grand cas de la logique médicale, qu'on néglige à Bâle et à Montpellier, au moins dans la première moitié du XVI<sup>e</sup> siècle. Surtout, et cela explique l'intérêt de Montpellier dans les années 1560 pour l'instauration du fameux stage obligatoire, Padoue rayonne plus que les deux autres parce qu'elle est une université de la pratique, qui jouxte un hôpital, où les étudiants ont des liens quasi quotidiens avec les malades (Maclean, dans Bideaux et Fragonnard 2003, p. 349 et suivantes). Ce qu'il faut comprendre, c'est que les échanges entre les universités font œuvre d'émulation collective, poussant chacune à se dépasser sur les plans scientifique et pédagogique, de manière à faire au moins aussi bien que la concurrente, si ce n'est mieux. En Italie, cette émulation interuniversitaire, doublée par la concurrence entre les États, est particulièrement forte.

Les Universités italiennes et françaises principalement connaissent au XVI<sup>e</sup> siècle des réformes profondes, induites autant par la critique des humanistes que par la nouvelle vague des universités protestantes allemandes à partir des années 1530. À l'Université de Padoue par exemple, on trouve un enseignement différent de celui décrit par les humanistes. On y enseigne certes l'aristotélisme, mais un aristotélisme peu orthodoxe. Pietro Pomponazzi, professeur à Padoue de 1488 à 1509, y enseigner un averroïsme pur, où l'âme est aussi mortelle que le corps, dont elle est inséparable. En même temps, il propose une conception rationaliste de l'ordre naturel, niant le caractère surnaturel des miracles et des

prodiges, qu'il réintègre dans la nature. Cet aristotélisme novateur, rationaliste et critique lui vaut tout de même les foudres de l'Église, qui condamne son *De immortalitate animae*, publié en 1516. Un autre professeur de Padoue, Jérôme Cardan, y enseigne une philosophie syncrétique, où aristotélisme, néo-platonisme et averroïsme sont mêlés. Traduit devant l'Inquisition, il finit par être protégé par Grégoire XIII, qui lui offre une pension. En France, l'Humanisme se répand dans les universités, notamment à la faculté des arts de Paris, avec des professeurs comme Guillaume Fichet, Robert Gaguin ou encore Jacques Lefèvre d'Étaples (1450-1537). Ce dernier, qui a voyagé à Florence où il a rencontré Marsile Ficin et Pic de la Mirandole, inclut le néo-platonisme dans un enseignement essentiellement tourné vers une lecture rénovée des travaux d'Aristote. Il commence à traduire la Bible en français dans les années 1510, et publie en 1521 un commentaire des quatre Évangiles. Jamais vraiment converti au protestantisme dont il est très proche, il se réfugie à la fin des années 1520 auprès de Marguerite de Navarre, à Nérac. Un autre pôle universitaire français sut ne pas se cantonner à un enseignement « médiéval », c'est la faculté de médecine de Montpellier. Très tôt, en opposition à sa rivale parisienne, elle s'ouvre aux influences judéo-arabes, grâce à la présence de nombreuses communautés juives du Midi et à sa situation géographique qui la met en contact maritime avec l'Espagne musulmane et l'Afrique du Nord. À Montpellier, on lit les médecins arabes et juifs, on pratique la dissection, tout en acceptant la pratique de l'alchimie et de la médecine chimique. Avec la « révolution protestante » de la ville, cette opposition par l'innovation ne fera que s'y accroître (Mazauric 2009, p. 67-69).

Au XVI<sup>e</sup> siècle, les universités anglaises connaissent des mutations induites par celles de leurs cousines continentales. À Cambridge, le nombre d'étudiants croît considérablement sous Henri VIII (1509-1547) ; le roi crée le Trinity College ; le Caius College s'agrège ensuite aux structures préexistantes. Ces nouvelles structures sont créées originellement pour l'éducation des membres du clergé de l'Église réformée anglicane, mais, particulièrement le Trinity College, elles attirent rapidement des gros contingents d'étudiants de tous horizons. En 1536, Henri VIII fait proclamer une série d'injections à l'université de Cambridge, supprimant la Faculté de Droit Canon et interdisant l'enseignement de la philosophie scolastique. Les études de grec et de latin, les mathématiques et les *biblical studies* font alors leur apparition. Le roi toujours sert aux bouleversements de l'université. Henri VIII nomme ainsi personnellement cinq professeurs de Cambridge en tant que Professeurs royaux en théologie, en Hébreu, Grec, Droit civil et droit « physique ». Rapidement, l'introduction de donateurs privés et l'intervention royale changent également la manière d'enseigner des professeurs.

La Réforme a un impact encore plus grand que l'humanisme sur les universités et leur fonctionnement, par elles-mêmes et par l'impact considérable de la Réforme catholique à partir du dernier tiers du XVI<sup>e</sup> siècle. Humanisme et Réforme sont de toute manière liés, puisqu'ils correspondent tous deux à un désir de réforme, de changement. Avec la Réforme, les universités restées conservatrices se braquent d'autant plus qu'elles assimilent innovations et hérésie(s). Pour les tenants de la tradition, les guerres, affrontements et divisions qui se retrouvent à l'échelle de toute l'Europe sont la conséquence inéluctable de la révolte contre la tradition et l'autorité. Facteur de schisme, les innovations sont donc stigmatisées et condamnées pour les conséquences qu'elles sont censées inévitablement entraîner et soigneusement tenues à l'écart de la plupart des universités européennes. Autrement dit, c'est à la suite de la Réforme, surtout dans la seconde moitié du XVI<sup>e</sup> siècle, que les universités se font conservatrices et dogmatiques : c'est la Réforme catholique qui condamne l'Humanisme au même titre que le protestantisme (d'après Mazauric 2009, p. 71).

*Sciences de cour ou sciences d'État ? L'exemple du mécénat italien*

Comme vu plus haut, le mécénat/protectorat semble la meilleure des positions pour les savants de la Renaissance, et plus encore pour ceux qu'il convient d'appeler *ingénieurs*\*. La dénomination même d'ingénieur, qui semble remplacer peu à peu celle d'artisan, semble liée aux efforts de centralisation du pouvoir politique. Ingénieur, c'est souvent un titre accordé par un potentat politique, dans la mesure précise où leurs artifices et leurs machines servent à exercer l'emprise politique sur des territoires (Vérin 1993, p. 61). On pense évidemment aux arts de la guerre, mais c'est aussi le cas pour les fêtes de cour (François I<sup>er</sup> est par exemple très friand d'artifices et de prouesses techniques lors de ses fêtes) ou les politiques artistiques. En Italie, cette situation des ingénieurs et artistes de la Renaissance est d'autant plus claire qu'elle tient lieu d'outil de compétition entre les princes des différents États, et que les ingénieurs passent souvent de l'un à l'autre au cours de leur carrière.

Ces patronages prennent différentes formes, comme l'octroi de subsides, d'appointements, des dons et des gratifications, qui tous montrent l'intérêt et le goût des princes pour la science, avec parfois une implication plus personnelle de leur part dans les processus scientifiques et artistiques. Certains princes, techniciens eux-mêmes, embauchent des ingénieurs pour travailler avec eux et éviter de passer eux-mêmes pour des techniciens, ce qui dégraderait leur image aristocratique : c'est le cas chez les Médicis à Florence ou à la cour de Rome. Sauf exception, le fait de se mettre au service de quelqu'un, qui plus est un homme d'État, modifie le travail des scientifiques et techniciens. Il faut en effet que leur travail réponde au moins en partie aux attentes de leurs mécènes. Plus généralement, le contexte géographique, politique et social dans lequel travail les ingénieurs a nécessairement aussi un impact sur leurs travaux (*Cambridge History of Science*, vol. 3, p. 255). Pour Léonard de Vinci, c'est en quittant Florence pour Milan que son travail s'oriente plus vers l'ingénierie pure. D'ailleurs, la position auprès du duc de Milan lui paraît assez confortable pour postuler lui-même : en 1482, il écrit une sorte de lettre de motivation à Ludovic le More, dans laquelle il se présente comme capable de tout faire et de s'adapter aux demandes du duc (cf. encart).

**La « lettre de motivation » de Léonard de Vinci à Ludovic le More (1482)**

« Ayant très illustre Seigneur, vu et étudié les expériences de tous ceux qui se prétendent maîtres en l'art d'inventer des machines de guerre et ayant constaté que leurs machines ne diffèrent en rien de celles communément en usage, je m'appliquerai, sans vouloir faire injure à aucun, à révéler à Votre Excellence certains secrets qui me sont personnels, brièvement énumérés ici. (...) En temps de paix, je puis élever, je crois, n'importe qui dans l'architecture, construire des monuments privés et publics, et conduire l'eau d'un endroit à l'autre. Je puis exécuter de la sculpture en marbre, bronze, terre cuite. En peinture, je puis faire ce que ferait un autre, quel qu'il puisse être. Et en outre, je m'engagerais à exécuter le cheval de bronze à la mémoire éternelle de votre père et de la Très Illustre Maison de Sforza. Et si quelque-une des choses ci-dessus énumérées vous semblaient impossible ou impraticable, je vous offre d'en faire l'essai dans votre parc ou en toute autre place qu'il plaira à Votre Excellence, à laquelle je me recommande en toute humilité. »

Lettre de Léonard de Vinci à Ludovic le More, 1482,  
depuis *Il Codice Atlantico di Leonardo da Vinci*,  
ed. Giovanni Piumati, Milan, 8 vol., 1894-1904.

À Milan, il trouve un contexte favorable de travaux publics et de modernisation urbaine. Ludovic le More lui commande plusieurs grands projets, notamment un système de canaux pour la ville et d'acheminement de l'eau dans les campagnes environnantes. En 1516, à la cour de François I<sup>er</sup>, il est nommé « premier peintre, ingénieur et architecte du roi » : il reprend des projets de canalisation et d'architecture pour Romorantin, donne des décors pour la fête de cour du printemps 1516. Léonard de Vinci architecte et ingénieur aurait ainsi été fondateur des techniques des châteaux de la Loire (Universalis).

Cette présence commandée et financée d'artistes et/ou d'ingénieurs dans les cours princières de la Renaissance pose la question de la nature de leurs travaux : est-ce une science d'État ou une science de cour ? Les deux ! Et c'est là un point intéressant, peut-être caractéristique de la période : ces ingénieurs sont des hommes à tout faire, capables comme Léonard de Vinci de penser une ville entière et des techniques de son approvisionnement, de peindre, de sculpter et de mettre en place des fêtes incroyables ou les prouesses techniques serviront de clou du spectacle. Ainsi à Milan, le 13 janvier 1490, c'est Léonard de Vinci qui est maître de cérémonie lors de l'épisode de la « fête du Paradis », au cœur de l'ensemble palatial du Castello Sforzesco. Le Paradis qui sert de clou du spectacle, c'est une machine géante, de la forme d'un œuf ouvert, à l'intérieur de laquelle de feuilles d'or permettent de jouer sur les effets de la lumière et représentant les étoiles, les planètes selon leur orbite, haute ou basse. La limite extérieure de l'hémisphère est ornée des douze signes du zodiaque, là encore marqués par des effets de lumière. Léonard joue aussi sur le son : des coups de feu sont tirés alors qu'un *putto* (personnage enfantin ressemblant à un ange) vient expliquer le mouvement des planètes et leur inclinaison aux spectateurs émerveillés. Des mécanismes que les témoins ont du mal à identifier font bouger l'ensemble, rendant la scène encore plus incroyable au duc Gian Galeazzo Maria Sforza et son épouse Isabelle (Fichier de TD Brioist).

#### *Les villes et les savoirs*

« Lieu d'innovation », la ville entretient un lien étroit avec la production et la diffusion des savoirs à l'époque moderne. Depuis une quinzaine d'années, les relations entre sciences et villes ont été revisitées pour s'interroger sur les villes comme « espace pratiqué » des sciences (Romano et Van Damme 2008). L'idée, c'est de mesurer l'impact des activités scientifiques et des institutions de savoirs sur le développement urbain, mais aussi de cerner la place de la ville dans la problématisation de l'agenda savant à l'époque moderne. La ville, c'est à la fois le lieu et l'objet d'investigation des savants. Sous l'influence de l'histoire environnementale, la ville est le sujet des réflexions des ingénieurs comme des médecins au siècle des Lumières, la ville étant perçue comme un organisme vivant. Tour à tour fabrique des lieux de savoirs, espace pratiqué des sciences, lieu de représentation, nœud de circulation, lieu de jugement, la ville est un opérateur décisif des grandes transformations qui affectent sciences et techniques entre le XVe et le XVIIIe siècle.

La ville est aussi un espace de science parce qu'elle est l'espace de convergence de l'ensemble ou presque des acteurs intermédiaires et connexes de la pratique scientifique. Artisans, mécènes, ambassadeurs, commerçants, tous y sont présents. Le savant, sauf exception, ne peut pas faire l'économie de cette prolifération exceptionnelle des intermédiaires scientifiques : il doit, si ce n'est s'installer, assurer une présence résiduelle dans l'espace urbain. Dans le cas italien, cette relation est d'autant plus forte que la nature politique de la Péninsule italienne y incite. Les savants y vont de ville en ville, allant en fait de mécène en mécène, d'une opportunité à une autre.

La production et la circulation des savoirs engagent des modes particuliers d'inscription spatiale ou de logique territoriale. Les institutions de savoir ne doivent absolument pas être considérées comme des isolats urbains, des « forteresses du savoir » qui n'entretiendraient pas de liens avec le reste du monde. Au contraire. La phase de création des institutions scientifiques voit cohabiter des pratiques de localisation (assemblées, expérimentations, dissections) avec des pratiques plus itinérantes dans l'espace urbain, comme les observations astronomiques ou les herborisations. Ainsi Solange Grillot décrit-elle l'astronomie de l'abbé Picard (1620-1682) comme une astronomie « de plein air », toujours mobile, l'abbé quadrillant la ville avant d'être définitivement logé dans les bâtiments de l'observatoire de Paris. Entre 1666 et 1677, il dispose ses instruments à Montmartre, à Passy ou encore dans une maison rue des Postes. Enfin, il installe aussi ses instruments à la Bibliothèque du roi, rue Vivienne. Loin d'être figée

spatialement, la pratique de Picard est éminemment itinérante. L'édification de l'Observatoire royal de Paris où on lui donne un appartement sédentarise sa pratique à partir de juillet 1673, jusqu'à sa mort (Grillot 1987).

### Les sciences, symboles de la culture de la Renaissance ?

#### *« Un vilain défaut » : la curiosité à la Renaissance*

La curiosité est un vilain défaut, dénoncé par l'Église tout au long de l'époque médiévale. Au XVI<sup>e</sup> siècle, si cette vision négative ne disparaît pas totalement, un processus de redéfinition s'engage. Les cabinets de curiosités sont les premiers espaces de « spectacle » scientifique. On y met en scène des collections d'objets permettant, par l'expérience matérielle de leur utilisation et de leur observation, d'appréhender un ensemble de phénomènes et de processus intellectuels. La naissance et le développement des cabinets de curiosités entraîne l'essor d'un commerce des objets plus ou moins insolites, et par là même la diffusion des savoirs. C'est d'abord dans les cours italiennes de la Renaissance, puis à travers les cours princières de toute l'Europe, qu'apparaissent les premiers cabinets de curiosité. Les cabinets tissent des liens flous entre curiosité, cultures esthétique, érudite et ludique, mettant en branle autant les humanistes que les artisans et les marchands : l'émulation se fait au-delà de la « science » même (Van Damme 2015, p. 134).

Les cabinets de curiosité relèvent d'un affranchissement de certaines règles religieuses. Surtout, ils ne sont pas que des lieux littéraires et artistiques, mais des lieux scientifiques, organisés autour de deux types d'objets, les *naturalia* et les *artificialia*. Les *naturalia* sont des objets récoltés dans la nature, depuis des pierres jusqu'à des animaux empaillés et conservés sous verre. Les *artificialia* sont des objets issus de l'activité humaine, qu'ils soient exotiques (ramenés du Nouveau Monde ou d'Orient), scientifiques (beaucoup d'instruments scientifiques) ou artistiques. Ces objets se retrouvent dans les cabinets de scientifiques comme de princes et de marchands. Mais sont-ils réellement le signe d'un « affranchissement » social, d'un changement de culture par rapport à la « sombre » époque médiévale ? Bien peu de penseurs, à la Renaissance, ont échappé à la séduction de l'occulte et du merveilleux, et il ne faut pas voir dans les cabinets de curiosité le signe d'une rationalité nouvelle. Les cabinets s'insèrent dans un contexte global de culture de la curiosité, au sens d'une culture du merveilleux, de l'extraordinaire, de l'inexplicable. La curiosité de la Renaissance doit être comprise comme l'émanation d'une volonté de connaître le monde, naturel et humain, plus que comme l'émanation d'une politique scientifique de grande ampleur. Les cabinets de curiosité cependant sont des lieux de science, au sens le plus pur du terme : ce sont des lieux de connaissance du monde, d'accumulation d'objets et de savoirs (beaucoup de livres sont aussi présents dans les cabinets et les *studiolos* de l'époque) (Mazauric 2009, p. 59-60).

Les premiers cabinets apparaissent en Italie dès le XV<sup>e</sup> siècle. Ils se situent dans le prolongement de la tradition collectionneuse qui remonte à l'époque hellénistique, poursuivie avec un penchant pour le merveilleux au Moyen Âge. C'est à la Renaissance que l'on voit de développer véritablement la pratique des collections, des collections d'œuvres d'art notamment, mais également des vestiges de l'Antiquité. Pour le programme, les plus intéressants de ces cabinets sont probablement ceux constitués par les savants eux-mêmes, qui constituent des cabinets d'histoire naturelle, orientés vers l'étude des minéraux, des plantes ou des animaux, à des fins d'inventaire et de classement, ou vers un usage médico-thérapeutique. C'est pourquoi ces cabinets s'accompagnent souvent de la création d'un jardin botanique, d'une ménagerie et d'une bibliothèque, parfois d'un théâtre anatomique. Ces cabinets sont un emblème de la culture scientifique de la Renaissance, dans la mesure où ils offrent autant de place aux savoirs anciens et aux objets hérités du passé qu'à des nouveautés, des instruments scientifiques et techniques notamment, symboles de la modernité.

On peut développer deux exemples de cabinets intéressants, un princier et un purement scientifique. Le premier, c'est celui des grands ducs de Toscane François I<sup>er</sup> (1541-1587) et Ferdinand I<sup>er</sup> (1587-1609). Au cours de ces deux longs principats, la cour de Florence accumule des savoir-faire de tous types et des artisans/techniciens de tous genres, depuis des joailliers jusqu'à des cosmographes. Cette combinaison de compétences est à l'origine d'une production d'artefacts hors-norme, production en grande partie remisee dans le *studiolo* du prince. Michel de Montaigne (1533-1592), qui visite Florence, sa cour et ses palais, note ainsi dans son journal : « Le même jour, nous vîmes le palais du duc, là où il prend plaisir à travailler à contrefaire des pierres orientales et des cristaux tranchants : il est un prince intéressé par l'alchimie et les arts mécaniques » (*Cambridge History of Science*, vol. 3, p. 265).

Le second exemple, c'est celui de Hans Sloane, physicien irlandais installé à Londres. En 1689, Sloane installe avec succès un cabinet médical à son domicile londonien. Il soigne alors beaucoup d'aristocrates, et parmi eux, la reine Anne et les rois Georges I<sup>er</sup> et II. Médecin innovant, il devient Président du Collège des Physicians entre 1719 et 1727, puis succède à Newton à la tête de la Royal Society. Surtout, Sloane est un collectionneur compulsif. Sa « carrière » de collectionneur commence en 1687, quand il accompagne le Duc d'Albermarle en Jamaïque (en tant que médecin personnel du gouverneur) : il y collecte 800 espèces de plantes et d'autres spécimens vivants, qu'il ramène à Londres. Au fil de sa carrière, il acquiert et hérite de nombreuses collections de savants londoniens, souvent ses amis. Dans les années 1720, son domicile est tellement plein qu'il doit acheter le bâtiment mitoyen ! En 1742, il déplace le tout dans une nouvelle propriété qu'il acquiert à Chelsea. Au moment de sa mort en 1753, sa collection compte 71 000 objets, plus de 50 000 livres et manuscrits et 23 000 pièces et médailles. À sa mort, il donne le tout au roi Georges II et à la nation : c'est ce don d'une ampleur exceptionnel qui amène à la fondation du British Museum, le 7 juin 1753.

#### *Astrologie et astronomie : le cas Copernic*

Nicolas Copernic naît en 1473 dans une famille germanophone de Pologne. Son père, riche négociant en cuivre, meurt alors que Nicolas n'a que dix ans ; c'est son oncle, chanoine puis évêque, qui l'élève. Nicolas commence ses études en 1491 à l'université de Cracovie, où il suit des cours essentiellement dominés par la pensée aristotélicienne. En 1496, Nicolas part pour l'Italie, à Bologne, où il suit des cours de droit. Surtout, il s'initie à l'astronomie auprès de Domenico Maria Novara, à Bologne toujours, puis à Padoue et à Ferrare, où il obtient un doctorat en droit canon. Rentré en Pologne, il devient chanoine, mais n'oublie pas son intérêt scientifique, notamment pour la médecine et l'astronomie. En Pologne, il développe un modèle cosmologie « révolutionnaire », fondé sur l'héliocentrisme et l'idée d'un double mouvement terrestre, axial et orbital. Le Soleil devient ainsi le nouveau centre de l'univers, autour duquel gravitent les autres planètes ainsi que les étoiles. C'est cette décentration/recentration de l'univers, ce passage du géocentrisme à l'héliocentrisme qui résume ce qu'on appelle classiquement la « révolution copernicienne » (Mazauric 2009, p. 17-18). Ces théories sont expliquées, développées et diffusées par le *De Revolutionibus...*, traité d'astronomie publié en 1543. Il faut bien comprendre que le *De revolutionibus* s'inscrit dans la tradition astronomique la plus classique, répondant, certes différemment, aux mêmes interrogations que les écrits de Ptolémée. Copernic se place dans un système astronomique existant, qu'il renverse pour placer le soleil au centre. Des éléments du système ptoléméen comme la théorie des deux sphères (la Terre est sphérique, dans un monde sphérique) ou la finitude du monde sont repris. Copernic n'aurait donc que très partiellement rompu avec les traditions intellectuelles qui l'ont précédé : si « révolution copernicienne » il y eut, elle ne peut pas lui être totalement imputée. Copernic est donc quelque part en transition entre l'astronomie ancienne et l'astronomie moderne, il est un « passeur » (Mazauric 2009, p. 34).

Quid de la réception immédiate des théories de Copernic ? Contrairement à ce que l'on aurait pu croire, l'Église fut assez favorable à Copernic, du moins de son vivant. En effet, ce n'est qu'en 1616, effets de la Réforme catholique obligent, que le *De Revolutionibus* est mis à l'index (Blay 2001, p. 104). Mais Copernic a tout de même conscience du caractère contestataire de sa théorie, qui met à bas une partie de l'Évangile. Dans la préface de l'ouvrage, il écrit une dédicace au pape Paul III (1534-1549), considérée comme un plaidoyer pour la liberté d'expression des thèses scientifiques : « *Je puis fort bien m'imaginer, Très Saint Père, que, dès que certaines gens sauront que, dans ces livres que j'ai écrits sur les révolutions des sphères du monde, j'attribue à la terre certains mouvements, ils clameront qu'il faut tout de suite nous condamner, moi et cette mienne opinion. (...) Il s'en fallut de peu que, de crainte du mépris pour la nouveauté et l'absurdité de mon opinion, je ne supprimasse tout à fait l'œuvre déjà achevée. (...) Et peut-être, aussi absurde que ma théorie du mouvement de la terre ne paraisse aujourd'hui à la plupart, elle n'en provoquera que d'autant plus d'admiration et de reconnaissance lorsque, par suite de la publication de mes commentaires, ils verront les nuages de l'absurdité dissipés par les plus claires démonstrations. C'est par de telles persuasions et par de tels espoirs que je fus amené à permettre enfin à mes amis de faire l'édition de mon œuvre qu'ils m'avaient longtemps réclamée* » (depuis Koyré 1934).

Les théories de Copernic, si elles sont connues de ses contemporains, ne semblent à première vue pas avoir particulièrement bousculé les esprits, du moins de son vivant (m. 1543) et des premières années après sa mort. Le livre de 1543 aurait été un échec commercial indéniable. Le livre de Copernic n'a que quatre fois été réédité entre le XVIe et le XIXe siècle (dont deux fois au XIXe). Or, à la même époque, la plupart des manuels d'astronomie connaissaient entre dix et soixante rééditions en une cinquantaine d'années. Cet échec est dû à un livre illisible (en latin), comportant énormément d'erreurs : quand on rentre dans les détails, il est incompréhensible. Les contemporains auraient donc très peu lu Copernic, qui ne marque pas en réalité le début de la révolution scientifique (CM Baratay). Pour eux, son œuvre ne représentait pas la théorie du mouvement de la Terre mais une théorie moderne contradictoire de l'*Almageste*. Or, à l'époque, on n'aime pas tant la nouveauté que la lecture des textes anciens. Le *De Revolutionibus* n'est cependant pas condamné, et il est même utilisé par d'autres professeurs éminents dans l'espace germanique (*Cambridge History of Science*, vol. 3, p. 568-569). Ça, c'est la théorie classique de la réception (ou plutôt de la non-réception) copernicienne. Un bide, vraiment ? Owen Gingerich, dans *Le livre que personne n'avait lu*, paru en version originale en 2004, a réussi à recenser l'ensemble des exemplaires encore conservés de l'ouvrage datés de 1543 et de 1566 (deuxième édition), soit précisément 601 copies. Il montre justement la dissémination des théories coperniciennes dans la seconde moitié du XVIe siècle, un peu partout en Europe. Giordano Bruno (cf. infra), Thomas Digges ou Robert Recorde sont autant de savants reprenant, parfois sans le citer, les théories de Copernic sur l'héliocentrisme. Quelque part, il faut donc avouer que Copernic a été lu, même si de manière limitée, dans des milieux assez restreints, mais sur un espace et une chronologie assez vaste pour être notable (Gingerich 2008).

L'attitude de l'Église face au copernicanisme change du tout au tout avec la Réforme catholique, à la fin du XVIe siècle. En février 1600, Giordano Bruno périt sur le bûcher de l'Inquisition après avoir attiré longuement l'attention de celle-ci sur les conséquences insoupçonnées de l'adoption du système héliocentrique. Peu après, le *De revolutionibus* est mis à l'Index, en 1616. C'est le même cardinal Bellarmín, qui avait fait condamner Bruno qui instruisit le premier procès contre le copernicien Galilée. La condamnation finale et l'abjuration de Galilée survinrent peu après, en 1633, lorsqu'il lui fut notifié que la théorie héliocentrique était fautive, absurde et hérétique. Sauf que le procès de Galilée, au retentissement européen, fit une énorme publicité au copernicanisme, publicité beaucoup plus simple et accessible que la lecture en latin des six volumes du *De revolutionibus*.

*La médecine et le corps à la Renaissance : André Vésale et Ambroise Paré*

Au XVI<sup>e</sup> siècle, il est possible d'imputer les transformations de la manière de voir le corps à trois savants : André Vésale, Ambroise Paré et Paracelse (suisse, donc hors-programme). La médecine connaît alors des évolutions rapides et considérables, imputables en partie à un changement de paradigme vis-à-vis des écrits anciens, Gallien en tête. À travers Vésale et Paré, ce sont ces mutations, dans leur temps et donc dans leur ancrage spatio-temporel, qu'il s'agit ici de faire ressortir.

André Vésale naît à Bruxelles en 1514, dans une famille de médecins et d'apothicaires. Après une éducation humaniste à Louvain, il part étudier la médecine à Paris, puis à Padoue où il est reçu en 1537 docteur de l'université et aussitôt nommé professeur d'anatomie et de chirurgie. Lors de ses cours, Vésale accroît sa réputation d'anatomiste et de chirurgien en pratiquant des dissections publiques, sur des cadavres de condamnés à mort. Dès ses premières leçons, il illustre ses séances de dissection par des schémas et des dessins (cf. encart). En 1540, il enseigne la chirurgie à Bologne. C'est en 1543 qu'il publie son ouvrage le plus célèbre, le *De humani corporis fabrica libri septem*, presque en même temps qu'un recueil d'illustrations anatomiques, le *Fabrica*. Dans ces ouvrages, Vésale s'écarte du modèle de Gallien, tout puissant dans les études anatomiques de l'époque. Il n'est pas le premier à le faire, mais il est le premier à l'avouer. La dissection, c'est-à-dire la pratique du corps humain et son observation, fonde sa réforme de l'anatomie. Là aussi, il n'est pas le premier à disséquer des corps, mais il semble qu'il fût le premier à en faire un outil pédagogique et épistémologique (Mazauric 2009, p. 41-44).

**De l'utilisation des illustrations dans les ouvrages scientifiques à la Renaissance**

En 1539, le médecin parisien Jacques Dubois (1478-1555) publie un commentaire du traité *Sur les os* de Galien. Il explique avoir refusé l'impression de quelque image que ce soit. Pour lui, elles ne doivent pas se supplanter à l'observation directe. Les dessins et les proportions faussent trop l'observation. Selon Dubois, les images sont non seulement inutiles, mais nuisibles, dès lors qu'elles peuvent induire les étudiants à se détourner de l'observation directe de la nature pour se contenter de regarder des figures trop peu fiables et n'offrant que des renseignements imparfaits. André Vésale, ancien élève de Dubois, contredit rapidement son professeur en publiant des ouvrages largement illustrés par des gravures sur bois. La question est de déterminer qui de Dubois ou de Vésale représente le mieux la culture visuelle de son temps. Vésale semble tout de même représenter une certaine évolution, face au conservatisme de Dubois.

Le corpus des images scientifiques à l'époque moderne est immense. Mais il n'est cependant qu'une portion du corpus des images imprimées. Les images scientifiques sont des images parmi d'autres, marquées par des choix figuratifs représentatifs et des solutions techniques et graphiques. Dans les imprimés, l'image se mêle le plus souvent au texte. Elle illustre, explique. La place de l'art dans les ouvrages scientifiques devient cruciale, dès lors qu'il doit permettre de satisfaire autant aux exigences de qualité esthétique du dessin qu'à celles de qualité technique dans la réalisation des gravures.

Rapidement, des relations étroites se nouent entre auteurs des textes et artistes chargés de produire les images. Par exemple, le graveur Hans Weiditz le jeune, élève de Hans Burgkmair, réalise 135 planches gravées pour le médecin et botaniste allemand Otto Brunfels en 1534. En 1555, Pierre Belon publie une *Histoire de la nature des oyseaux*, où il prévient le lecteur que chacune des images a été vérifiée par des peintres italiens, anglais et flamands, qui ont complété le travail important du parisien Pierre Goudet.

La question des proportions et de la fiabilité de la représentation arrive bien vite sur le devant de la scène, répondant en quelque sorte à Jacques Dubois au moment même où il lançait ses vives mises en garde contre l'utilisation des images. L'importance des travaux d'Alberti, de De Vinci et de Dürer pour le calcul des proportions n'est pas à rappeler. Se constitue de fait un ensemble de règles de représentation. Pour les objets, celles-ci sont rapidement établies de manière assez simple. Mais l'affaire est toute autre en ce qui concerne le corps humain. On trouve en abondance des traités sur la représentation des différentes parties du corps. Des images savantes du corps les illustrent et les complètent.

Pour l'histoire naturelle, l'image est une modalité privilégiée de la description naturaliste. À partir des années 1580, la gravure sur cuivre tend à remplacer celle sur bois : le rendu des détails est bien meilleur, et permet une certaine autonomisation de la planche par rapport au texte. Les naturalistes se posent surtout la question de ce que doit représenter l'image, autour de la notion du « d'après nature ». Le problème de la copie (et donc du remploi de la même image pour décrire des espèces différentes) tend à discréditer l'utilisation de l'image à des fins scientifiques. Au XVII<sup>e</sup> siècle, cette dernière se fait plus rare, pour réparaître au XVIII<sup>e</sup> siècle comme représentative d'archétypes plus que de spécimens particuliers.

Finalement, interroger le statut de l'image comme outil de connaissance nécessite d'ancrer son fonctionnement dans les pouvoirs qui lui sont conférés par les théories savantes sur la vision, l'imagination, la mémoire. La vision et ses propriétés sont au cœur des régimes de vérité institués dans la première modernité européenne.

D'après Van Damme 2015.

Les méthodes d'enseignement de Vésale ne se placent pas en rupture de l'enseignement classique (*lectio, quaestio, disputatio*), mais dans la continuité : la dissection vient illustrer et confirmer (ou infirmer) ce qui est dit dans les ouvrages lus avec les élèves. Surtout, l'observation des corps devient un objet d'étude en soi, capable de se suffire à elle-même, voire à critiquer les textes. Le projet de Vésale, fondamentalement humaniste, est originellement de vérifier les propos de Gallien, de les confronter à l'observation et à la réalité des corps. Vésale met rapidement à jour le principal défaut de Gallien, qui a en fait généralisé à l'homme des observations faites par le moyen de dissections animales. C'est avec cette « découverte » que Vésale en vient à révolutionner l'anatomie (Mazauric 2009, p. 43-45).

Ambroise Paré (1510-1590), médecin parisien, semble être à la chirurgie ce que Vésale est à l'anatomie. Paré, c'est un médecin « de terrain », qui a reçu une formation très classique, et s'est rapidement trouvé sur le terrain, dans les campagnes piémontaises de François I<sup>er</sup>, pendant la guerre contre Charles Quint de 1536-1538 (cf. encart). Durant trente ans, c'est sur les champs de bataille qu'Ambroise Paré pratique la médecine et la chirurgie, autant qu'à la cour, où il est nommé en 1562 chirurgien ordinaire du roi. Or, cette caractéristique de sa carrière est fondatrice de sa pensée et des théories qu'il met au jour. Par exemple, il n'est pas anodin que sa première « sortie » scientifique concerne le traitement des plaies par arquebuses, pour lequel il préconise un traitement à base de jaune d'œuf, d'huile rosat et de térébenthine, traitement qui s'avère beaucoup plus efficace et moins douloureux que le traditionnel traitement à base d'huile de sureau. Également, Paré refuse de cautériser les plaies à la suite des amputations, préférant procéder à la ligature des artères. Les premiers ouvrages de Paré compilent ces méthodes chirurgicales pour traiter les blessures de guerre. Surtout, contrairement à beaucoup d'ouvrages de ses contemporains, ils sont publiés en français, ce qui les rend disponibles à un public beaucoup plus large. Aussi, socialement, leur succès a pour conséquence directe de réhabiliter le métier de chirurgien, compris jusque là comme de simples ouvriers de la médecine. Paré revendique une liberté professionnelle du chirurgien dans l'exercice de ses fonctions, et donc une liberté sociale, celle du droit pour les chirurgiens d'outrepasser certaines règles imposées par les médecins. C'est justement cet outre-passement de ses « droits » sociaux qui fait subir à Ambroise Paré les foudres de certains de ses contemporains, notamment le doyen de la faculté de médecine de Paris, Étienne Gourmelen, qui critique autant le fond que la forme (notamment l'usage du français) des travaux de Paré (Mazauric 2009, p. 46-47). Gourmelen, c'est l'adversaire, l'ennemi même, de Paré par excellence. Professeur en 1567, il est élu doyen de la Faculté de médecine de Paris en 1574, fonctions qu'il exerce jusqu'en 1578. En 1566, Gourmelen avait publié sans grand succès un ouvrage de chirurgie, d'abord en latin, puis traduit en français en 1571 sous le titre *Le sommaire de toute la chirurgie*. Dans cet ouvrage, Gourmelen s'en tient à l'autorité des Anciens, parlant des nouveautés comme quelque chose de dangereux. Ambroise Paré, fâché que la traduction française de l'ouvrage de Gourmelen mette à disposition de tous les étudiants en chirurgie des idées qu'il juge dépassées, réplique en deux temps, en 1572 (*Cinq livres de chirurgie*) et en 1573 dans les *Deux livres de*

*chirurgie*. C'est là la situation au moment où Gourmelen prend la tête de la Faculté de médecine de Paris. Gourmelen envoie une supplique au Parlement de Paris, au moment de la parution des *Œuvres complètes* de Paré (22 avril 1575), demandant l'examen complet des contenus avant l'autorisation de publication. Le différend passe même devant le Conseil royal. Trois fois cité, Paré finit par comparaître devant le Conseil du roi, qui renvoie la cause devant le Parlement. Défendue par un célèbre avocat parisien (Chauvelin), la Faculté argue d'un vieil arrêté du 2 mai 1535 faisant défense de publier aucun livre de médecine sans son approbation. Le 14 juillet, le Parlement reproche en outre à Paré d'avoir écrit beaucoup de choses contraires aux bonnes mœurs, visant surtout le contenu des livres de la *Génération et des Monstres* (1573). Alors que le Parlement finit par ordonner de remettre l'ouvrage à deux conseillers pour en faire rapport à la Cour, le volume est tout de même mis en vente sans modification (à l'été 1575). Pour sa défense, Paré adresse un mémoire à la Cour, une *Response aux calomnies d'aucuns medecins et chirurgies touchant ses Œuvres* : il y répond en disant que la seule raison de l'hostilité envers lui vient de la langue vernaculaire utilisée dans ses ouvrages, affirmant que cette critique n'a pas de sens. Défendu par son ami Ronsard, Paré n'est jamais réellement inquiété au cours de cette affaire (Dumâitre 1998, p. 205-206).

#### **La « guerre de Provence » et ses soubresauts**

La guerre de Provence fait partie intégrante des guerres d'Italie (c'est la 8<sup>e</sup>), et plus particulièrement des guerres incessantes entre les frères ennemis du premier XVI<sup>e</sup> siècle, à savoir François I<sup>er</sup> et Charles Quint. Tout commence avec la mort du duc de Milan, François II de Sforza : François I<sup>er</sup> conteste la légitimité du duché à Philippe, le fils aîné de Charles Quint. Par démonstration de force, le roi de France envahit violemment la Savoie au début de l'année 1536 ; en réaction Charles Quint envahit la Provence (juin 1536). Anne de Montmorency, chargé de stopper l'avance des impériaux, brûle tout pour ne rien laisser : l'Empereur quitte la France en septembre sans avoir livré la moindre bataille. En parallèle, François I<sup>er</sup> s'est allié officiellement à Soliman le Magnifique, dont la flotte mouille à Toulon à l'hiver 1536-37 : en 1537, une flotte franco-ottomane menace Gênes, bastion impérial. La « montée des périls » n'est arrêtée que par l'intervention de Paul III, pape énergique élu en 1534, qui force plus ou moins les deux souverains à signer la Paix de Nice, en 1538 : la France acquiert le Piémont mais renonce à Milan.

Paré, un homme subversif de son temps ? Il l'est dans son attitude face à ses contemporains, mais assez peu face aux savoirs anciens, qu'il respecte profondément même s'il dit qu'il ne faut pas s'y arrêter. Paré est un homme subversif parce qu'il rompt les conventions et hiérarchies sociales. Chirurgien, il va au-devant des plus grands médecins de son temps, n'hésitant pas à leur faire face alors que les conventions le veulent inférieur. Ces conventions et hiérarchies sociales sont très importantes pour comprendre le parcours et la réception de Paré : probablement que s'il avait été médecin, il eut pu dire la même chose sans être embêté !

#### *Sciences et techniques tournées vers la guerre*

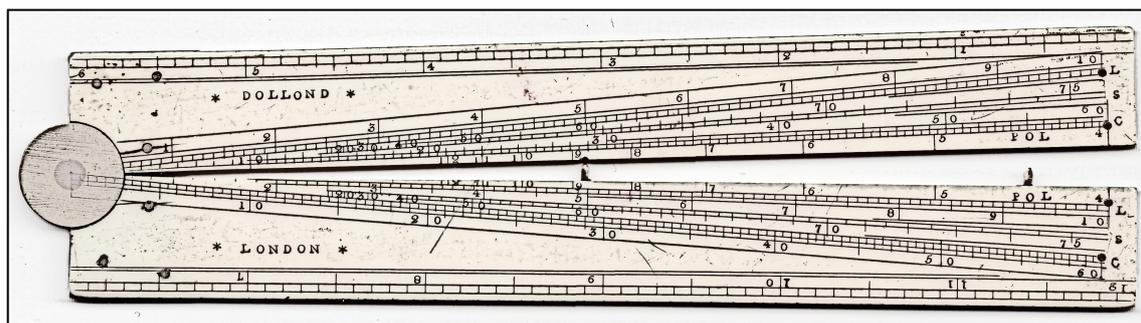
L'exemple d'Ambroise Paré semble une amorce toute faite à l'analyse d'un lien direct entre sciences, techniques et pratique de la guerre. La guerre, c'est le *leitmotiv* de l'Europe moderne. Les guerres d'Italie d'abord, de religion ensuite, de Trente Ans, de la Ligue d'Augsbourg, de Sept Ans, sont quelques uns des conflits majeurs de la période. Cette omniprésence de la guerre est demanderesse d'innovations techniques et scientifiques, qui permettent théoriquement de prendre le dessus sur l'adversaire. L'artillerie est l'une des quatre grandes inventions qui marquent la rupture entre Moyen Âge et époque moderne (avec l'horloge à poids, l'imprimerie et la pyrotechnie). Après tout, l'artillerie avait permis aux troupes françaises d'envahir l'Italie sans résistance en 1494-1495, l'introduction des arquebuses par les *tercios* espagnols leur assure leur supériorité dans la péninsule italienne à partir des années 1550...

La question du rapport entre sciences et guerre(s) renvoie d'abord à celle du rapport entre science et pouvoir. Au XVI<sup>e</sup> siècle se développe une réelle relation entre savoir et pouvoir. La science est comprise par les détenteurs du pouvoir politique comme un savoir spécialisé et potentiellement exploitable. Ce qui

intéresse les princes de la Renaissance, c'est la capacité à utiliser les savoirs théoriques à des fins pratiques. Cette sollicitation politique des savoirs ne suffit pas à comprendre l'implication grandissante des États dans les activités scientifiques. Mais c'est une première clé de lecture qui a le mérite de ne pas être fautive. Des particuliers investissent également dans les pratiques scientifiques et innovations techniques, pour des raisons essentiellement économiques. Mais les gouvernements ont le mérite d'initier des politiques d'innovation, par des privilèges d'exploitation. Les inventions passent par un processus de validation et de protection de manière à les transformer en innovation. On a là l'utilisation concrète des découvertes scientifiques. En France, les privilèges sont liés à des examens d'utilité, qui deviennent l'épine dorsale du régime. En Royaume de France, le poids des « experts » dans les politiques gouvernementales est au cœur de travaux récents, notamment sur le ministre William Cecil (principal ministre d'Elisabeth I<sup>ère</sup> entre 1558 et 1598). Cecil est l'un des acteurs principaux de la *Big Science* élisabéthaine\*. Il s'entoure d'un réseau d'informateurs qui lui disent les différentes découvertes à travers l'Europe. Les enquêtes menées par ce réseau construisent un savoir d'État au service de l'action politique. Elles débouchent sur l'émission de proclamations, d'actes royaux par lesquels la couronne protège une production ou un marché, ou bien par l'octroi de monopoles d'exploitation (Van Damme 2015, p. 411-414).

La question du rapport entre les sciences et la guerre ensuite renvoie fondamentalement à celle de l'influence mutuelle de ces deux objets historiques. **En quoi les sciences ont-elles transformé la guerre, et en quoi la guerre a-t-elle transformé les sciences ?** Pour répondre à ces questions, il faut prendre en compte un ensemble de faits concernant la guerre à l'époque moderne. On remarque une hausse considérable du rôle de l'infanterie, et par là même une croissance de la taille des armées. **L'inflation est notable des effectifs et des champs d'action militaires** (20 000 soldats espagnols en 1470, 150 000 en 1550). Les **armes à feu** de tous types se multiplient. En résumé, on a à l'époque moderne une réelle **massification de la guerre**. Cette massification de la guerre a pour conséquence d'imposer la conviction que le nombre était gage de victoire, à condition de penser la tactique dans les termes de l'art du calcul et de la science. **La convergence de la pratique et de la théorie, par la mise en contact de leurs différents acteurs, a des conséquences notables.** Le travail des théoriciens, confronté aux besoins et aux critiques des praticiens, fut modifié profondément. Par exemple, la balistique finit par intégrer la mesure de la résistance de l'air. Dans l'art de la fortification, il fallut prendre en compte la question de la résistance des matériaux. **Un dialogue fécond s'établit donc entre hommes de guerre et savants** (Van Damme 2015, p. 127).

**Les soldats, réifiés et réduits au concept d'unité, sont intégrés dans des calculs complexes et des arborescences interminables.** Il faut aussi retenir de la guerre à l'époque moderne qu'elle demande de plus en plus de précision dans l'enchaînement des mouvements de chacun. La guerre se fait désormais au millimètre. D'où une nécessaire introduction des méthodes mathématiques : la guerre se calcule. Dans certains cas, **les officiers transportaient sur le champ de bataille des instruments mathématiques** analogues au compas militaire de Galilée. Le **compas de proportion**, le plus courant au XVI<sup>e</sup> siècle, a été décrit notamment par Thomas Hood en 1598 et par l'italien Guidobaldo del Monte\* (Van Damme 2015, p. 115). Sur chaque branche de l'appareil, formé de deux règles articulées autour d'un cercle, figurait une ligne de plans, graduée avec les racines, et une ligne des parties égales, graduée de 0 à 200. Il suffit d'ouvrir le compas sur un angle droit pour effectuer une mesure de proportion. À quoi servaient les mathématiques dans l'organisation tacticienne de la guerre ? La manipulation des mathématiques était par exemple utile à la **répartition des armes**. Même au sein d'un carré de piquiers, il fallait distinguer ceux qui étaient bien équipés (notamment le port d'armure) et ceux qui ne l'étaient pas. Les mathématiques servaient à répartir les armes et les équipements de manière proportionnelle (Van Damme 2015, p. 118).

**Le compas de proportion (ou *sector*)**

Mais le gros « mangeur » de sciences à la guerre demeure l'**artillerie**. Les questions de pure technique (**fonderie des pièces et des boulets, fabrication des poudres, calibrage des projectiles**) sont primordiales. Ensuite se développe une réelle **science balistique**. Le canon devient une sorte de lieu expérimental paradigmatique. La trajectoire d'un boulet de canon est intéressante parce qu'elle dépend autant du mouvement naturel des corps en chute libre que de la propulsion/décompression des gaz dans la chambre de tir (Van Damme 2015, p. 119). Cette balistique est une technique qui montre bien comme nait une relation entre une recherche technique (le problème balistique) et une préoccupation théorique, déjà présente dans les travaux d'Aristote celle du mouvement des corps. C'est Niccolo Tartaglia qui est l'un des premiers à s'attaquer à ce problème, et on le considère souvent comme le fondateur de la balistique, partie de la mécanique qui étudie le mouvement des projectiles. Dans son livre *La Nova scientia* (1550), Tartaglia commence par décrire un instrument pour mesurer l'angle que forme le tube avec l'horizontale. Il établit alors deux faits nouveaux pour son temps. Premièrement, il affirme que la trajectoire est courbe, sauf dans sa partie initiale qui serait rectiligne. Deuxièmement, il établit que la portée maximale est atteinte quand le tube forme avec l'horizontale un angle de 45 degrés. Son livre est présenté exactement comme un ouvrage de géométrie, avec définitions, propositions numérotées, démonstrations et corollaires. Les mathématiques sont donc appliquées aux questions techniques (ou l'inverse) (Baudet 2003, p. 186-187). Ces questions autour de l'artillerie, Léonard de Vinci se les pose déjà autour du début du XVI<sup>e</sup> siècle. Dans un manuscrit conservé à Paris, il nous dit : « *Si une bombarde tire à son plus haut degré de puissance, un boulet de 100 livres à trois milles, jusqu'où lancera-t-elle un boulet de deux-cents livres, jusqu'où lancera-t-elle un boulet de deux ou trois cents livres, ou tout autre, soit inférieur, soit supérieur à cent ? Si à son plus haut degré une bombarde, avec quatre livres de poudre, lance un boulet de 4 livres à 2 milles, de combien dois-je augmenter la poudre pour qu'elle porte à 4 milles ? Si avec 4 livres de poudre, une bombarde chasse un boulet de 4 à 2 milles, jusqu'où 6 livres le projeteront-ils ?* **La science est le capitaine et la pratique tient la place des soldats** » (Ms de l'Institut de France I, f<sup>o</sup> 128v).

La guerre à l'époque moderne se pense, comme avec Tartaglia, et se prépare. Il est nécessaire de fabriquer des armes, ce qui amène à une production technique, qui répond à une demande croissante (plus de soldats, donc plus d'armes et d'armures). Le roi de France, au début du XVI<sup>e</sup> siècle, est tout à fait conscient de cette importance technique, en amont, de la pratique militaire. À Tours, ancienne capitale du royaume au milieu du XV<sup>e</sup> siècle, un pôle de production d'armes et d'armures se constitue rapidement. Au XVI<sup>e</sup> siècle, Tours apparaît comme un des centres armuriers les plus importants du royaume de France. Ce centre se base sur une importante communauté d'armuriers d'origine étrangère. Ces armuriers étrangers, principalement originaires du nord de la péninsule italienne, ont été des acteurs majeurs de la réputation d'excellence des armes et armures tourangelles. Or, ils sont là principalement sur la volonté politique du roi de France, qui les a fait venir de Lombardie. La famille milanaise des Merviglia, dont le nom fut francisé en Merveilles, semble ainsi régner sur la production d'armures à Tours jusque 1551. En 1528, François I<sup>er</sup> naturalise un membre de la famille, Louis de Lacques, pour ses services rendus dans la

production des armures du roi (il est même choisi en 1531 comme ambassadeur de France à Milan). Ces armuriers italiens de Tours ont ceci d'intéressant qu'ils importent des savoirs techniques en France, et les diffusent. Les Merveilles par exemple emploient de nombreux apprentis et compagnons, pour la plupart locaux, qui mettent en œuvre les techniques apprises une fois devenus maîtres à leur tour. Une de ces innovations techniques sur les armures importées par les italiens, c'est l'usage croissant du style grotesque par les décorateurs d'armure : l'ornementation des armures est par exemple reprise par Henri II (1547-1559) pour ses armures, largement inspirées du mouvement maniériste. Ces décorations sont réalisées à partir d'une technique de gravure bien précise, avec de l'acide nitrique, technique qui se diffuse progressivement en France. Jacques Merveilles, armurier du roi, fait de cette technique son faire-valoir, et devient grâce à elle armurier du roi : c'est lui qui fabrique notamment les armures destinées aux grands tournois des règnes de François I<sup>er</sup> et d'Henri II. À Tours, il ne semble pas que la venue d'artisans natifs de pays étrangers ait provoqué des conflits et des rejets de la part de la population locale. Aucune discrimination socio-spatiale ne semble avoir eu lieu. Au contraire, Jacques Merveilles représente régulièrement, en plus des armuriers, les habitants de sa paroisse aux assemblées municipales. Ces armuriers italiens ont donc contribué en grande partie à la richesse et à la réputation de la cité dans le domaine de l'armurerie, par l'importation de techniques lombardes, sur ordre et commande politiques. Ces armuriers italiens évidemment ne se retrouvent pas qu'à Tours, mais aussi à Londres, dans les Flandres et les terres impériales (Reppel 2008).



**Figure 2. Léonard de Vinci, Plan d'Imola, place forte de César Borgia, 1502, plume, encre et aquarelle, Windsor Castle, Royal Library, RL 12284.**

Le rapport entre savants et militaires est finalement beaucoup plus technique que scientifique. Il s'agit concrètement de rendre possible des besoins, nécessités ou envies militaires. Pour comprendre ce rapport, c'est encore le cas de Léonard de Vinci qui semble le plus clair. Léonard, ingénieur militaire, ainsi que le dépeint Pascal Briost. C'est le paradoxe de Léonard de Vinci, qui qualifie la guerre de folie bestiale, mais participe une grande partie de sa vie à fabriquer des machines de guerre. Il faut d'abord rappeler la

fameuse lettre à Ludovic le More, en 1482 : « J'ai aussi des méthodes pour faire des bombardes, très commodes et faciles à transporter, qui lancent de la pierraille quasi comme la tempête, causant grande terreur à l'ennemi par leur fumée et grand dommage et confusion. (...) Là où l'emploi du canon n'est pas possible, je fabriquerai des catapultes, mangonneaux, trébuchets et autres machines d'une admirable efficacité, peu usités en général. Bref, selon les cas, je fabriquerai un nombre infini d'engins variés, pour l'attaque ou la défense » (Livret Briostat). Léonard fréquente des hommes de guerre, qu'il soit à leur service ou non. Il les côtoie en temps de paix et en temps de guerre, allant parfois lui-même sur les champs de bataille, ainsi lors des campagnes de César Borgia en 1502. Léonard est un mercenaire de la technique, qui place ses talents de techniciens et d'ingénieur au service d'hommes, sans nécessairement juger les causes. L'artillerie, fleuron des innovations militaires de son temps, devient dans les années 1500 l'une de ses occupations militaires : il dessine notamment des canons à multiples barils et des bombardes puissantes, dont il s'arrange pour que le bruit soit beaucoup plus fort (selon lui, le pouvoir de l'artillerie tient au bruit que cela engendre et à la terreur que cela inflige aux soldats). On peut encore voir les dessins des machines sur les manuscrits conservés de Léonard (cf. illustrations).



L'essor de l'imprimerie accompagne les transformations des techniques de la guerre. Les ingénieurs militaires, souvent dotés de compétences architecturales (donc géométriques et mathématiques), écrivent et publient des traités de fortifications. Ainsi Léon Battista Alberti consacre-t-il un chapitre entier de *De l'architecture* aux murs, défenses, boulevards, tours et portes (1485). En France, le traité majeur sur la question paraît en 1600 : c'est *La Fortification réduite en art et démontrée* de Jean Errard de Bar-le-Duc. Pour la seule période de Louis XIV (1661-1715), on recense plus de cinq cents livres imprimés ou réédités, sans oublier les contrefaçons en langue française. Ces traités de fortification et de poliorcétique, imprimés et manuscrits, comportent de très nombreux dessins et planches gravées. La vertu des images pour la transmission des connaissances techniques est en effet soulignée dès la Renaissance par Agricola (*De re metallica*, 1556). Ainsi le *Traité de l'attaque des places* de Vauban écrit pour le duc de Bourgogne en 1704 sur ordre de Louis XIV pour parfaire l'éducation de son petit-fils, comporte-t-il 31 planches aquaquarellées des tranchées et des attaques, mais aussi des outils utilisés par les soldats pour creuser les tranchées ou

installer les mines. La fortification devient un art aux enjeux énormes : avec une application poussée des mathématiques, une place forte peut devenir littéralement imprenable. Les fortifications doivent également s'adapter aux innovations de l'artillerie : plus épaisses, mais aussi plus basses, inclinées et en forme d'étoiles, les murailles, notamment italiennes, de la Renaissance sont des lieux hautement scientifiques, conçus mathématiquement pour être très difficiles à prendre.

En termes d'outils défensifs, l'eau a très tôt été conçue comme un élément naturel de défense passive, un obstacle. La maîtrise de l'eau des ingénieurs hollandais (Simon Stevin en tête) a contribué à diffuser les techniques d'utilisation de l'eau comme un moyen de défense, si ce n'est une arme. Vauban en France est un pionnier de ces techniques hydrauliques, ayant lui-même assisté à l'efficacité de tels moyens de défense lorsque les Espagnols avaient inondé les fossés de Gravelines en 1658. En 1662, Vauban rédige un mémoire sur les inondations de Calais et de Dunkerque et répond favorablement à la demande des Flamands que de creuser un canal de Dunkerque à Calais (réalisé en 1670). L'eau devient un élément essentiel de la défense des places du nord de la France et des Pays-Bas, à l'exemple de la citadelle de Lille, alimentée par une large canalisation souterraine, avec un système de vannes et d'écluses jusqu'au cours d'eau le plus proche. L'essentiel de ces techniques de défense par l'eau passe par des systèmes d'inondation : l'inondation des alentours d'une place permet de rendre beaucoup plus difficile son investissement par une armée ennemie ainsi que de rendre la coin propice à la diffusion de maladies (eaux stagnantes). Ces inondations volontaires prennent toujours des dimensions importantes : il s'agit de déverser un mètre d'eau minimum sur une surface d'une lieue au moins (Spicq et Virol, dans Hilaire-Pérez 2016b, p. 257-296).

L'ensemble des systèmes précités se retrouvent dans les théâtres de machines, livres imprimés dont la publication s'étend entre les années 1570 et 1770 et qui présentent une suite de figures en pleines pages, souvent de très belle facture, accompagnées d'une légende et d'un bref commentaire exposant la situation des arts mécaniques au service des royaumes (Brioist, dans Genet et Ruggiu 2007).

#### *Enjeux maritimes et techniques navales*

À la fin du XVe siècle, il devient évident que les grands enjeux se joueront désormais sur mer, à bord de navires dont il faut améliorer les capacités et performances. Dompter et maîtriser les mers, cela revient à l'époque moderne à posséder une forme de puissance paroxystique. S'engage donc logiquement, dès le XVIe siècle, en lien avec les grandes découvertes et l'ouverture de routes commerciales mondiales, une « course à la mer », qui passe en grande partie par une course aux savoirs maritimes. Dans ce contexte, les arsenaux deviennent des hauts-lieux politiques et économiques, des pivots de l'innovation technique et de la transmission des savoirs, tout particulièrement dans les pays et cités ayant le plus d'intérêts maritimes (Angleterre, Provinces-Unies, principalement Venise et Gênes en Italie).

Quelques innovations techniques de navigation sont à l'origine et/ou ont des conséquences directes sur l'expansion maritime et terrestre des puissances européennes. Concrètement, le changement de contexte technologique qui permet aux Européens d'amorcer leur phase d'expansion s'avère le résultat de circulations de savoirs *intra* et *extra* européens et de l'émergence de structures politiques, économiques et financières nouvelles. Quelques inventions médiévales s'avèrent déterminantes, ainsi le gouvernail d'étambot, issu d'Europe du Nord, et la boussole, répandue progressivement en Europe à partir du XIIe siècle. Grâce aux géographies arabes et à l'usage de la boussole, les synthèses cartographiques de l'Antiquité sont dépassées dès le XIIIe siècle. Plusieurs écoles cartographiques, formant des navigateurs, ouvrent leurs portes à la fin du Moyen Âge. À la fin du Moyen Âge justement, l'innovation technologique tient à la synthèse de l'ensemble de ces savoirs récupérés et constitués : c'est un aboutissement, et non pas tant une rupture.

En termes de construction des navires, plusieurs défis majeurs apparaissent au début du XVI<sup>e</sup> siècle. D'abord, l'introduction de l'artillerie à bord des navires pose des problèmes de poids. Ensuite, l'allongement des distances parcourues demande un plus fort tonnage, ne serait-ce que pour les vivres à emmener, mais aussi parce que les équipages et les cargaisons grossissent inéluctablement. Au XVI<sup>e</sup> siècle, l'artillerie navale reste limitée en nombre et utilisable uniquement dans l'axe du navire. Elle est alors principalement utilisée en Méditerranée, contre les navires de la flotte ottomane et les corsaires. Au début du XVI<sup>e</sup> siècle, Venise, largement confrontée à la lutte contre les ottomans, lance des recherches sur le développement d'une artillerie proprement navale. Les conclusions de ces recherches amènent à deux innovations techniques : le remplacement des canons en fer par des canons en bronze ; le développement des galéasses, navires assez fins, cumulant rames et voiles, avec un pont isolé pour les canons. Les premières galéasses vénitiennes croisent en Méditerranée dans les années 1540, contre les corsaires. Tout cela a une conséquence : les coûts de production de ces navires dernier cri sont tels que seuls des États peuvent désormais se permettre de les construire et de les entretenir.

À ce titre, les arsenaux deviennent des centres névralgiques de la politique maritime des États, mais aussi de la production et de la diffusion des savoirs scientifiques et techniques liés à la mer. Au XVI<sup>e</sup> siècle, l'Italie, l'Angleterre et les Pays-Bas/Provinces-Unies apparaissent (avec les arsenaux ibériques) les puissances les plus à la pointe en termes de construction navale, avec un basculement progressif depuis le sud de l'Europe (Italie, Péninsule ibérique) vers le nord (Pays-Bas, Angleterre). Au début du XVI<sup>e</sup> siècle, Henri VII (1485-1509) et Henri VIII (1509-1547) créent quatre arsenaux en Angleterre : Deptford, Woolwich, Chatham et Portsmouth (dont les travaux commencent en 1497). Ces chantiers navals sont d'une importance d'autant plus grande qu'elle ne s'arrête pas à la construction des navires. En effet, il ne s'agit pas seulement de construire des bâtiments complexes, encore faut-il être en mesure de les piloter et de les utiliser. C'est ainsi que les chantiers se dotent de centres de formation aux différents « métiers » de marin, depuis le pilotage jusqu'à l'usage de l'artillerie.

#### Quelques éléments pour une histoire comparée des sciences de la Renaissance

##### *Sciences, royauté et institutions savantes en France (XVI<sup>e</sup> siècle)*

À son avènement, François I<sup>er</sup> veut se donner d'emblée l'image d'un prince ami des arts et des sciences, sur le modèle italien. Il cherche des voies nouvelles pour une réforme des institutions savantes, en particulier éducatives. François I<sup>er</sup>, pas particulièrement savant lui-même, sait s'entourer d'érudits compétents, aptes à l'orienter vers les meilleurs savants de l'époque. Rapidement, ces derniers apportent quelques projets ambitieux sur la table du roi. Ces projets ne naissent pas ex nihilo : ils sont inspirés de ce qu'il se fait ailleurs. Ainsi les collèges humanistes fleurissent dans l'Europe du premier XVI<sup>e</sup> siècle. En 1517, un collège trilingue est fondé à Louvain, avec pour objectif de remettre à l'honneur la rhétorique et l'étude des textes antiques contre la dialectique, préférée des théologiens. En 1520, Charles Quint octroie des statuts à ce collège. En 1515, Léon X fonde une institution similaire à Rome ; en Espagne, Ferdinand d'Aragon avait fait office de précurseur en fondant un collège trilingue au sein de l'université d'Alcala de Henares, dès 1502. En 1528, Charles Quint approfondit l'œuvre de son aïeul en fondant, au même endroit, le Collège Saint-Jérôme, lui aussi autour d'un projet humaniste. En Angleterre, même chose : Saint John's (1516-20) et le Corpus Christi d'Oxford (1517) sont des institutions henriciennes destinées à l'étude critique des textes anciens, dans leur langue originelle. À côté, le royaume de France apparaît en retrait de cette dynamique européenne, bien que l'humanisme y soit largement écloso, notamment autour de groupes théologiques (groupe de Meaux) et philologiques (groupes formés autour de Guillaume Budé à Paris). L'Université de Paris semble cependant, il faut bien l'avouer, un peu conservatrice sur le sujet, et met des bâtons dans les roues à la plupart des représentants de cet humanisme français. C'est justement cette opposition de la toute puissante Sorbonne qui ralentit, jusque 1530, la création du Collège royal.

C'est finalement une grande catastrophe politique qui relance le projet : la défaite de Pavie et l'emprisonnement de François I<sup>er</sup> en Espagne, entre février 1525 et mars 1526. À son retour, François I<sup>er</sup> relance les projets les plus fous du début de son règne, que ce soit sur le plan architectural (Chambord, Fontainebleau), artistique (embauche du Primatice puis de Cellini) et, évidemment, scientifique. Dans ce contexte, Guillaume Budé peut donner un nouvel élan à l'entreprise royale. À la fin de 1529-début 1530, les six premiers lecteurs royaux du Collège sont nommés : Jacques Toussain et Pierre Danès pour le grec, François Vatable, Agathias Guidacrius et Paul Paradis pour l'hébreu, O. Finé pour les mathématiques. Le titre des premiers lecteurs royaux est officiellement attaché à l'Université de Paris : pas d'autonomie, ni d'indépendance. En 1532, le roi prend deux mesures supplémentaires : désormais, les lecteurs royaux « ordinaires » sont permanents ; les pensions des lecteurs doivent être payées par l'université de Paris « en attendant plus ample fondation du futur collège ». Au début des années 1530 donc, un projet de bâtiment est bien conçu, mais laissé de côté faute de finances et de volonté politique. Ce bâtiment voit finalement le jour sous Louis XIII, sous le nom de Collège royal des Gaules, mais ne sera achevé qu'à la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle (Compagnon, Corvol et Scheid 2015, p. 11-26).

Le collège royal oriente dès le début son enseignement vers la lecture critique des textes antiques, mais aussi vers l'étude des sciences mathématiques. Il s'agit de restaurer la rhétorique, mais aussi d'y joindre les quatre arts libéraux majeurs (arithmétique, géométrie, astronomie et musique), abandonnés et négligés dans l'université française. Le projet est fondamentalement pluridisciplinaire, mais aussi pluri-institutionnel, dans la mesure où les professeurs dispensent des cours dans différents collèges, parfois d'un pays à l'autre. Mais sans réel ancrage spatial ni institutionnel (c'est plus ou moins une entité détachée de l'université de Paris), le collège royal semble « condamné » à rester une institution curiale et fragile, sous un régime de faveur plus que dans une position institutionnelle solidement établie. Le roi, mais aussi le maître de sa librairie, apparaissent pendant longtemps comme les uniques défenseurs des lecteurs royaux, face à l'université de Paris, puis face à l'Église post-tridentine.

François I<sup>er</sup> est également lié au développement d'une autre « institution » savante : la bibliothèque royale, ancêtre de l'actuelle bibliothèque nationale. Le souverain possède une bibliothèque possède une bibliothèque élargie pour des raisons familiales, à la fois héritée des Valois en ligne directe (celle de Charles V), des ducs d'Orléans et des comtes d'Angoulême. Au début du règne, la bibliothèque, « rangée » à Blois, compte quelques 1600 ouvrages, contre 1900 en 1544 : elle tient donc de l'héritage plus que de l'action politique. Reste que François I<sup>er</sup> agit sur l'organisation et participe aux actions de collecte de livres et de manuscrits. Le roi, grâce à Guillaume Budé et Jacques Lefèvre d'Étaples, s'intéresse très tôt à l'édition savante. Ancrés dans une démarche philologique autant qu'éditoriale, ces deux humanistes se créent un réseau intéressant dans les milieux libraires/imprimeurs. Parmi ces derniers, Robert Estienne, fils d'imprimeur lui-même, devient un proche de Lefèvre d'Étaples et un protégé du roi : il est nommé imprimeur du roi pour le grec et l'hébreu. Une partie de l'action de François I<sup>er</sup> tient à la modernisation du catalogue de la librairie du roi : il s'agit de ne pas en faire une bibliothèque d'un autre âge. Ce développement de la bibliothèque royale s'axe principalement sur la recherche de manuscrits grecs venus d'Orient. Plusieurs savants sont emblématiques de cette recherche. Ainsi Jean Lascaris, savant grec que pensionnaient déjà Charles VIII (1483-1498) et Louis XII (1498-1515), né à Constantinople, protégé des Médicis et recommandé à François I<sup>er</sup> par Léon X, se lit d'amitié à Guillaume Budé et travaille avec lui à l'achat et à la restauration de manuscrits. François I<sup>er</sup> envoie également des érudits en Italie, en tant qu'ambassadeurs, avec pour mission d'acheter des manuscrits et de les envoyer en France (cf. Guillaume Pellicier). En parallèle, François I<sup>er</sup> consolide la position de Budé en créant la charge de Maître de la Librairie. En 1540, à la mort de Budé, c'est Pierre du Chastel, évêque de Tulle, qui lui succède. Sous les ordres du Maître de la Librairie, un personnel restreint et modeste classe et protège les livres. En 1537,

François I<sup>er</sup> fait de sa bibliothèque, avec l'édit de Montpellier, un sanctuaire de l'ensemble des ouvrages imprimés dans son royaume, avec la création du dépôt légal (Balayé 1888).

Au total, le collège et la bibliothèque royaux apparaissent comme des instances proto-officielles, destinées à centraliser et moderniser la production des savoirs scientifiques. Ils correspondent à une double logique, celle d'une volonté politique de prestige par le mécénat littéraire et scientifique, et celle d'une réponse à des demandes d'un entourage humaniste bien implanté à la cour. Dans cette entreprise, François I<sup>er</sup> ne se différencie pas particulièrement des autres souverains de l'époque, Lascaris ayant travaillé pour Laurent de Médicis et les papes avant lui ; Henri VIII, outre-Manche, se lance rapidement dans une réforme des collèges universitaires et de développement philologique, comme Charles Quint dans les Flandres et en Espagne. Après la mort de François I<sup>er</sup>, ses fils et petit-fils s'attachent à renforcer cette œuvre, en demeurant protecteurs des lecteurs du collège de France, en participant à l'accroissement des collections de la bibliothèque nationale, puis, pour Henri IV (1589-1610), en lançant un projet d'institutionnalisation du collège royal et de dotation d'un bâtiment indépendant. C'est finalement Louis XIII (1610-1643) qui fera avancer cette question.

#### *Une pratique scientifique urbaine et éclatée en Italie et aux Pays-Bas*

Au XV<sup>e</sup> siècle, l'Italie est un agrégat de cités-État indépendantes, assises sur un territoire plus ou moins étendu, mais pour la plupart formées sur une base politique atypique héritée de la période médiévale : le système communal. Le cas politique italien est intéressant en ce qu'il dispose d'un monde foncièrement différent des monarchies française et anglaise, et, même si dans une moindre mesure, des Pays-Bas de l'époque bourguignonne. À l'époque qui nous incombe, on peut résumer la carte politique italienne à cinq États principaux : le royaume de Naples, sur l'ensemble de la partie méridionale de la péninsule ; les États pontificaux, au centre de la péninsule ; la république de Florence, un peu plus au nord ; le duché de Milan, tout à fait au nord de l'espace italien ; la république de Venise, sur la partie la plus septentrionale et orientale, avec une capacité de projection énorme sur la Méditerranée, jusque Rhodes qui est prise par les Ottomans en 1521. Ces cinq États font la pluie et le beau temps sur la péninsule. Il faut leur ajouter des plus petites puissances d'un point de vue géopolitique, mais avec une cour et des institutions scientifiques tout à fait opérationnelles, à Ferrare, Mantoue ou encore Urbino. En prenant en compte ces quelques États, on arrive normalement à comprendre les relations entre eux, qu'elles soient de concurrence, d'alliance ou d'émulation, et on arrive à couvrir l'essentiel du territoire italien de l'époque.

La fragmentation politique de l'Italie médiévale et pré-moderne n'est pas anodine, parce qu'elle se fonde sur une culture poussée de l'expérience politique et un modèle politique (si on peut en trouver un commun) de citoyenneté. Au contraire de ce que l'on pourrait imaginer, l'éclatement politique de l'Italie médiévale est le plus souvent vécue comme une force plutôt que comme une faiblesse. Les penseurs italiens de la fin du Moyen Âge (*grosso modo*, après Dante) louent tous les cités italiennes comme des sphères de morale civique au sein desquelles la vertu pouvait être perfectionnée. Ainsi en 1377 le chancelier florentin Coluccio Salutati presse-t-il le peuple de Bologne de rejeter l'autorité pontificale et d'embrasser le modèle républicain, dans lequel « marchands et bien guidés » prendraient le tour des offices, comme seule forme libre, pacifique et égalitaire de gouvernement (Najemy 2004, p. 6). À la fin du XV<sup>e</sup> siècle, ce sentiment de supériorité politique est encore extrêmement prégnant, et il est tout à fait possible et recevable que de concevoir les relations italiennes avec l'extérieur par le prisme d'une sorte de snobisme revendiqué (Smith 1988).

La conséquence de tout cela, c'est le développement d'un modèle scientifique aussi éclaté que le modèle politique, une sorte d'exception italienne, faite du paradoxe entre un éclatement difficile à suivre et une centralisation intra étatique finalement semblable à celle des grandes monarchies européennes.

C'est toujours dans une optique d'émulation et de compétition entre les cités-États qu'il faut comprendre l'histoire des sciences et des techniques en Italie, ainsi que dans la situation de « petits États » qui cherchent nécessairement à faire plus grands qu'ils ne le sont en réalité. La diffusion d'une image de grandeur est en effet un mode de protection géopolitique, une manière de « faire croire » à l'adversaire qu'il n'a pas affaire à un État ridicule !

Aux Pays-Bas, la situation est un tout petit peu plus compliquée. Au début du XVI<sup>e</sup> siècle, les Pays-Bas sont une union de 17 provinces, placées sous la souveraineté de Charles Quint et qui possèdent chacune des assemblées représentatives, les États, qui se réunissent plusieurs fois par an en présence des représentants du prince. Depuis la fin du Moyen Âge, les villes flamandes et hollandaises ont pris pour habitude de bénéficier d'une relative autonomie, autonomie souvent « officialisée » sous forme de chartes de franchises datant du XIV<sup>e</sup> siècle. Charles Quint amorce une politique de centralisation pour faciliter le gouvernement de ces terres où il ne peut passer qu'une partie seulement de son temps (il est également Saint-Empereur romain germanique et roi d'Espagne). En 1549, la Pragmatique Sanction promulguées par les États généraux des Pays-Bas lui permet de regrouper les 17 provinces, avec les Flandres et l'Artois, ainsi que la Franche-Comté, dans un même cercle administratif impérial (« cercle de Bourgogne »). Les Pays-Bas bénéficient également d'une relative autonomie sur le plan religieux, les mesures de la paix d'Augsbourg (1555) n'y étant pas réellement appliquées.

Les Pays-Bas sont assez similairement à l'Italie marqués par une forme de Renaissance, artistique mais aussi philosophique. L'humanisme y est particulièrement diffusé, ne serait-ce que par la présence d'Érasme, prince des humanistes et originaire de Hollande. Les échanges culturels avec l'Italie sont assez importants, ne serait-ce que du fait des échanges commerciaux et de la présence des filiales des banques médicéennes dans les grandes villes flamandes. L'humanisme touche surtout les élites bourguignonnes, formées dans les écoles latines. L'humanisme est également enseigné à l'université de Louvain, notamment lorsque le théologien et futur pape Adrien Florisse y enseigne : à Louvain, il fonde un collège trilingue en 1517, sur les conseils d'Érasme, où l'on enseigne le latin, le grec et l'hébreu. Dès 1473, les Pays-Bas sont pourvus de presses efficaces. Parmi une vingtaine de villes équipées, Louvain joue un rôle majeur ; Anvers prédomine jusqu'en 1585, du fait de son réseau commercial et des capitaux qui lui sont afférents (Denys et Paresys 2007).

*Et les sciences et techniques anglaises furent : la Big Science au temps d'Élisabeth I<sup>ère</sup>*

En Angleterre, un peu avant que François I<sup>er</sup> n'applique sa politique de création de collèges à tonalité humaniste, Henri VII (1485-1509), puis Henri VIII (1509-1547) poussent à la fondation de nombreux collèges. À Oxford, le Brasenose College est fondé par Smyth de Lincoln en 1509 ; Fox fonde le Corpus Christi College en 1517, Thomas Wolsey – très proche d'Henri VIII – le Cardinal College, en 1525. On retrouve la même dynamique à Cambridge, autre grand pôle universitaire, avec le Jesus College (1496), le Christ's College (1505) et le St John's College (1511). Plus tard, Henri VIII organise la création du Magdalene College (1542) et la réformation du Trinity College (1546). Ces fondations de collèges attestent d'une grande diffusion de la pensée humaniste et des humanistes eux-mêmes dans les milieux de cour et le cercle restreint autour du roi : Thomas More, puis le cardinal Wolsey, sont des humanistes ayant des charges politiques dans le gouvernement henricien. Wolsey en particulier, puisqu'il joue largement le rôle de mécène, utilisant ses énormes moyens acquis au service de la royauté anglaise pour financer la construction de bibliothèques et l'hébergement de savants dans de très bonnes conditions. Wolsey, dès 1518, est également à la tête de l'université d'Oxford, où il crée un poste de lecteur en grec, puis détache six professeurs pour le fonctionnement du Cardinal College. Rapidement, et a fortiori après le passage d'Érasme en Angleterre, les langues anciennes font leur apparition dans les universités et les collèges. Le roi crée également de nombreuses chaires, pour des disciplines jusque là peu ou pas représentées. Ainsi en

1540 il fonde cinq chaires à Cambridge en divination, en droit civil, en physique, en Hébreu et en Grec, chacune dotée d'un salaire confortable de 40£ par an. À Oxford, une chaire de théologie, une autre de médecine, également du droit civil, de l'Hébreu et du Grec, font leur apparition en 1546. La théologie est alors en pleine réforme en Angleterre : le schisme anglican est passé par là. Après le schisme anglican de la première moitié des années 1530 justement, se pose la question de l'existence des universités, et sous quelles conditions : après tout, elles dépendaient jusque là de l'Église, comme l'ensemble ou presque des universités européennes. La solution trouvée par Henri VIII est assez simple : les universités sont placées sous la juridiction des archevêques, eux-mêmes des proches et redevables du roi. Autrement dit, les années 1530-1540 sont celles d'une proto-étatisation des universités anglaises (Mackie 1988, p. 569-577).

Le développement d'une réelle politique scientifique anglaise se fait dans la seconde moitié du XVI<sup>e</sup> siècle, en grande partie pour des raisons politiques et stratégiques. C'est à Deborah Harkness que l'on doit récemment une étude d'envergure sur la période élisabéthaine comme cœur chronologique (et spatial) de la révolution scientifique anglaise. En gros, grâce aux bases données par Henri VIII et ses ministres, Elisabeth et William Ceci peuvent lancer le mouvement et faire rentrer l'Angleterre dans la « modernité scientifique » : Deborah Harkness parle de « Big Science » élisabéthaine, en référence aux politiques militaires britanniques de l'entre-deux-guerres.

Au cours de l'hiver 1577, William Cecil, ministre et très proche d'Elisabeth I<sup>ère</sup>, tient un meeting clandestin à Londres avec un marchand et alchimiste vénitien du nom de Giovan Battista Agnello. Agnello s'est établi à l'est de la capitale, avec de nombreux étrangers ; il y a établi son lieu de travail et ses réseaux. Expérimentaliste dévoué, Agnello avait déjà publié un ouvrage en 1566 sur les liens entre alchimie et spiritualité, *La révélation de l'Esprit Secret*. La discussion entre les deux hommes porte sur une petite pierre noire ramenée du nouveau monde, passée dans les mains de plusieurs investisseurs et voyageurs. Passée dans le feu puis nettoyée à l'eau claire, la pierre brille comme de l'or. Cecil veut éclaircir le mystère, d'où sa présence auprès d'Agnello : la reine a trop besoin d'or pour financer sa politique extérieure, et la piraterie atlantique contre les galions espagnols ne suffit pas toujours. Cecil est un homme de raison : dès qu'il a su pour cette mystérieuse pierre, il s'est mis en quête d'information, recoupant ce qu'il voit et entend ça et là.

Cette anecdote, c'est l'essence même de la « Big Science » élisabéthaine : il s'agit d'enrichir l'Angleterre par l'utilisation des sciences et des techniques. La reine d'Angleterre a un grand intérêt dans la promotion de ce qu'elle décrit comme « toutes les bonnes sciences et sages inventions qui tendent au bénéfice du bien commun de notre royaume ». La Big Science, c'est un intérêt politique pour le financement et le développement de la navigation, de la métallurgie, des technologies militaires de défense, du calcul des risques monétaires et autres utilisations de machines. Cette Big Science implique le financement parfois impressionnant d'activités scientifiques prometteuses, celles d'hommes à projets ou bien des commandes politiques directes, fussent-elles de Cecil ou de la reine en personne. Mais la Big Science élisabéthaine, c'est aussi quelque chose au-delà : c'est un état d'esprit global, infusé dans la société marchande et financière, que l'investissement scientifique peut permettre, à plus ou moins long terme, un retour économique important. La Big Science, c'est la croyance en la science comme investissement économique rentable. C'est un projet global, qui amène au financement de projets d'envergure – certains plus techniques, d'autres très militaires, l'embauche de main d'œuvre peu qualifiée sous le commandement d'une élite urbaine, passée par l'université et/ou les champs plus classiques de l'aristocratie. La Big Science, c'est donc un projet économique et social d'envergure, une certaine vision du développement économique, avec la science et les techniques comme clé(s) de voute.

William Cecil, « savant amateur », est aussi à l'origine de mutations dans la manière même de concevoir les savoirs, notamment l'histoire naturelle. Conscient du grand décalage entre les penseurs

médiévaux et les explorateurs modernes qu'il rencontre le long de la Tamise, Cecil se met à réfléchir à un moyen d'élargir la tribune et le public des scientifiques, ne serait-ce que par une production scientifique plus collégiale. La reine quant à elle est certainement beaucoup moins intéressée par le fond des choses. Elle n'est pas totalement désintéressée de l'histoire naturelle, mais pense surtout au rôle politique du « patronage » comme moyen de se mettre en valeur. C'est par des interférences politiques que le patronage élisabéthain se met en place. William Cecil en est le principal intermédiaire : officiellement, ce n'est donc pas la reine, mais son principal ministre, qui touche à des affaires scientifiques, parfois brûlantes comme les recherches de Galilée à la cour de Florence, à travers toute l'Europe. Ce style de patronage typiquement élisabéthain est très différent de celui de ses contemporains continentaux. Cette Big Science élisabéthaine fonctionne selon une grande chaîne de patronage, plus ou moins lâche selon les maillons, laissant donc une certaine marge de liberté aux patrons indirects comme Cecil.

L'un des scientifiques « bénéficiaires » et emblématiques de cette Big Science élisabéthaine, c'est John Dee (1527-1608). John Dee est mathématicien, physicien et astrologue, alchimiste et même ambassadeur à ses heures. Après avoir pas mal voyagé durant ses études et refusé une chaire de professeur de mathématiques à la Sorbonne (1551), puis à Oxford (1554), c'est auprès de la couronne qu'il s'attache. À la cour, John Dee donne des cours de mathématiques aux courtisans et aux navigateurs. Il devient conseiller et astrologue de Marie Tudor, activité qui lui vaut d'ailleurs un séjour en prison, accusé de pratiquer la magie. Dès 1558, Dee est nommé conseiller scientifique et médical d'Elisabeth Ière, s'établissant à Mortlake, près de Londres, où il se constitue une immense bibliothèque privée, de plus de 4000 volumes. Depuis Mortlake, il contribue à la diffusion de ses savoirs, prépare personnellement de nombreux capitaines et pilotes en leur apprenant les maths appliquées à la navigation, en leur préparant des cartes et en leur fournissant des instruments de navigation. Il se fait d'ailleurs l'avocat d'un vaste empire britannique dans *Perfect Arte of Navigation* (1580).

Quels sont les impacts politiques immédiats de cette politique de « Big Science » ? Dans *Power, Knowledge and Expertise in Elizabethan England*, Eric Ash argumente l'idée d'une politique de défense militaire face à l'Espagne essentiellement tenue à coups d'expertises scientifiques. En gros, dès les années 1580, ce serait grâce à la proximité avec les milieux scientifiques et techniques qui sont installés le long de la Tamise que s'établit la mise en défense de l'Angleterre face aux navires espagnols. Au-delà des considérations techniques, il est intéressant de regarder cet argumentaire historique comme le témoin d'une évolution rapide et considérable : à la fin des années 1580, ces marchands-techniciens ont acquis, si l'on suit la théorie d'Eric Ash, une influence politique majeure. C'est la naissance d'une classe technocratique, capable de fabriquer des projets et d'impulser des politiques, qui est le véritable objet de cet ouvrage ! L'exemple criant de cela, c'est l'art de la navigation. Le pilote traditionnel, celui qui connaît le terrain et se sert de son expérience du terrain, laisserait place au navigateur, celui qui utilise des instruments astronomiques et des techniques mathématiques, celui qui est capable de conceptualiser la terre comme une surface géométrique uniforme. En Angleterre, le pilote laisse donc place à l'expert.

### Pour conclure cette première partie : autour des débuts de la République des Lettres

La République des lettres, il faut d'abord la définir. Elle désigne à la fois un idéal et une réalité, renvoyant à une représentation autogénérée des savants autant qu'à un réseau effectif de relations entre lettrés, artistes, hommes de l'écrit et hommes de métier, hommes de science et hommes de pouvoir. La séparation entre les éléments constitutifs de la république des Lettres est essentiellement sociale : dans une certaine mesure, la république des lettres est une société dans la société, qui a ses propres codes mais reproduit les codes et les hiérarchies de la société dans son ensemble. Entre les deux univers, il y a des circulations, des hybridations. Entre les univers internes à la république des Lettres, il y a des liens parfois inattendus, ainsi entre lettrés et praticiens des ateliers. Des rencontres inattendues donnent lieu à de belles histoires et de beaux exemples, ainsi Machiavel et Léonard de Vinci (Belhoste 2016, p. 70). La République des lettres doit avant tout être considérée comme une aspiration commune à tous les lettrés, matérialisée par l'entretien de correspondances et de liens plus ou moins denses. Dans cette république, une forme de citoyenneté existe, régulée en interne par de nombreux principes éthiques. Être citoyen de la république des lettres, c'est se consacrer à l'étude et au service du bien commun, adhérer à une philosophie particulière, fondatrice d'un nouveau mode de vie (Van Damme 2015, p. 49). Cette citoyenneté et ce but confirme la pensée socio-historique de Norbert Élias et de sa *Civilisation des Mœurs*. Le but de l'humanisme se confond avec la but des républicains des lettres : il s'agit d'orienter le comportement de l'homme en société, de codifier l'intégralité des conduites sociales. Les mots de Castiglione sur la courtoisie ne font en réalité que cacher une culture de cour et une production littéraire largement tournée vers la civilité et le comportement à adopter en société. L'imaginaire collectif de la cour au XVII<sup>e</sup> siècle, à l'époque de Louis XIV, il vient de là, il en est le résultat. Intellectuellement, la république des lettres fait l'apologie du savoir, d'un savoir accessible, potentiellement en dehors des murs fermés de l'université. La république des lettres, si elle ne doit pas être opposée radicalement au « vieux » système des savoirs, se construit dans l'optique de sa transformation, dans l'optique d'une ouverture (Mazauric 2009, p. 92). Dans cette république des lettres, dès la Renaissance, l'un des marqueurs tient à la place nouvelle des langues vernaculaires, qui remplacent un latin symbole de l'érudition universitaire. Le français, plus tard, devient la langue majoritairement utilisée par ces hommes (Van Damme 2015, p. 49).

À la Renaissance, la république des lettres fonctionne comme un idéal-type, qui rassemble des savants de nationalités diverses, du fait de la dispersion de son aire géographique : elle naît en Italie, avant d'atteindre la France, les Pays-Bas, l'Angleterre, le Saint-Empire Romain Germanique. La république des lettres, c'est un système réticulaire qui met en lien les différents espaces du programme, les différents personnages. Dans la première moitié du XVI<sup>e</sup> siècle, un humaniste comme Érasme passe plusieurs heures par jour à écrire des lettres, envoyées un peu partout en Europe. Depuis les Pays-Bas, Érasme touche toute l'Europe. Cette diversité géographique est intéressante, en ce qu'elle implique une diversité culturelle, sociale, politique. Pour Érasme, ses liens avec les tenants de la Réforme ont des répercussions importantes sur la pensée de son temps. Sur le plan social, la république des lettres rassemble des aristocrates fortunés, des membres (tout aussi fortunés) de la bourgeoisie urbaine, des médecins, des savants d'origine plus modeste ; elle connecte aussi de purs techniciens aux milieux intellectuels, ainsi l'imprimeur Alde Manuce à la fin du XV<sup>e</sup> siècle, qui, depuis Venise, correspond avec une grande partie des humanistes italiens de son temps. Dans une société extrêmement hiérarchisée et souvent imperméable, la république des lettres a ceci d'intéressant qu'elle provoque un sentiment d'appartenir à une seule et même communauté, phénomène constituant une exception remarquable. Il faut cependant nuancer un peu cette vision utopiste de la république des lettres, à la quasi-unanimité composée des membres les plus aisés des sociétés, les plus éduqués : pas de paysans parmi les intellectuels. Autre point intéressant, la république des lettres ouvre indéniablement ses portes aux femmes, parfois même aux enfants, ainsi Blaise Pascal qui fait ses premières apparitions dans les académies parisiennes à douze ans.

Leur présence cependant est ponctuelle, voire exceptionnelle, ne serait-ce qu'en raison des obstacles sociaux qui s'opposaient à l'accès des femmes au savoir, en tête l'interdiction pour elles de suivre les cours à l'Université (Mazauric 2009, p. 89-91).

Le commerce épistolaire est un moyen intéressant d'entrer dans la république des lettres. Les réseaux servent à consolider des protections et des solidarités, qui existent déjà le plus souvent ; la lettre est également un moyen de demander des recommandations, de se faire introduire. La lettre, à la Renaissance, c'est un *pass*, une carte d'accès. Pour entrer dans la carrière de savant, il est nécessaire d'écrire des lettres, de s'assurer des protecteurs, des mécènes, de montrer son acceptation des codes hiérarchiques (il faut toujours analyser les formules de politesse utilisées, le ton). Quelque part, la république des lettres, c'est un aussi un réseau professionnel, avec tout ce que cela implique (Belhoste 2016, p. 73).

## Une révolution scientifique au XVIIe siècle ?

### La « science classique » et la « révolution scientifique », des objets historiques désuets ?

Le concept de science classique est une dénomination commode pour couvrir l'évolution des savoirs entre deux grandes charnières, depuis la « révolution copernicienne » jusqu'au tournant du XVIIIe et du XIXe siècle. La science classique prend donc grosso-modo place aux XVIIe et XVIIIe siècle, et c'est elle qui fonde le cœur du programme. Elle se met en place à l'occasion d'un renouvellement de l'ensemble des cadres conceptuels anciens, de l'ensemble des savoirs et des pratiques. Elle prend aussi place dans un contexte d'évolution extrêmement importante de la société, notamment d'un point de vue religieux : Réforme protestantes et Réforme catholique renversent en partie le regard posé par les Églises sur les sciences et les techniques ; étatisation et l'absolutisme, notamment en France et en Angleterre, font de la science un outil politique rapidement institutionnalisé, ce qu'elle n'était pas avant (Blay 1999, p. 5). Cette science classique a un défaut historiographique auquel il est difficile d'échapper, mais qui peut avoir du sens : c'est l'héroïsation des scientifiques qui la mènent et l'emmènent. On a un peu l'impression quand on aborde la question de la science classique que ces savants ont eu une illumination qui leur a permis de sauver leurs contemporains des ténèbres dans lesquels ils sombraient. C'est justement là tout le défi de la contextualisation et de l'approche externe prônée par la question : il s'agit de montrer à la fois l'origine de ces « découvertes » et leur ancrage dans une époque, face à des détracteurs potentiels, à des individus intéressés et ou adversaires des théories avancées.

La notion de révolution scientifique relève un peu plus du mythe historiographique que de la simple appellation consensuelle (cf. supra). Or, c'est le XVIIe siècle qui est habituellement tenu pour le siècle de révolution scientifique de l'âge moderne. Cette révolution, ce serait une rupture décisive entre les formes de la pensée scientifique revêtues à la Renaissance et les formes qu'elle va revêtir au XVIIIe siècle. La science aristotélicienne aurait définitivement perdu de son prestige, déjà bien entamé. Les croyances un peu « merveilleuses » des cabinets de curiosités auraient laissé la place à une rationalité totale. Les Anciens ne seraient que très peu lus. Sur le plan de la méthode, l'expérience se serait imposée comme la voie royale de la constitution de la science. La science « connaissance » laisserait la place à une science « pratique », qui aurait pour but une transformation pratique de la nature par le biais de la technique et dans le sens d'une meilleure satisfaction des besoins humains. Cette vision des choses, désuète quand elle est contextualisée, doit être rappelée ici : elle pose encore son empreinte un peu partout dans les manuels et les ouvrages spécialisés (Romano 2015 ; Mazauric 2009, p. 101). D'où sa présence comme questionnement de cette seconde partie : le XVIIe siècle est-il à placer à part dans l'histoire des sciences ? Existe-t-il ne serait-ce que l'ombre d'une transformation profonde de la manière de faire et percevoir la science au XVIIe siècle ?

### À l'origine de profondes mutations : le second XVIe siècle

#### *Une Europe marquée par les ruptures confessionnelles (1520-1620)*

Le savoir officiel est profondément affecté par les bouleversements théologiques du XVIe siècle. Les réformes ouvrent un temps de doute et de remise en cause des vérités anciennes. Surtout, elles entraînent un processus de confessionnalisation des individus : concrètement, la religion tient une place beaucoup plus importante à la fin du XVIe et au début du XVIIe siècle qu'auparavant. Cette confessionnalisation est particulièrement marquée quand on regarde les clivages politiques de la période, avec les guerres de religion en France mais aussi des conflits européens à caractère confessionnel, comme la Guerre de Trente Ans. Les ruptures confessionnelles sont même marquées par l'essor (très relatif !) d'un mouvement d'incroyance en Europe. L'athéisme fait son apparition en Europe. Des pensées sceptiques sont développées par des auteurs savants, depuis Rabelais jusqu'à Descartes. Le dieu de ces hommes n'est plus tout à fait le même que celui de l'Église, ce qui leur vaut d'ailleurs des problèmes, ainsi Giordano Bruno

avec l'Inquisition. L'émergence du scepticisme religieux, à partir de la seconde moitié du XVI<sup>e</sup> siècle, induit un lent processus de transformation des consciences, marqué par l'affirmation des courants libertins (cf. « *Sciences, techniques et religion* »).

Côté catholique, la Réforme se matérialise par des effets différents, et parfois paradoxaux. D'un côté, la Réforme, retour au christianisme des origines, ne peut plus accepter certaines remises en question qu'elle aurait laissé passer auparavant. De l'autre, la Réforme tend à impulser une science compatible avec ses valeurs, surtout par l'intermédiaire des Jésuites et de leurs collègues. Ce que l'on peut voir alors comme une science d'Église est donc mue par deux mouvements parallèles, dont les orientations peuvent parfois diverger, mais globalement tout à fait compatibles aux yeux des contemporains. Plus en détails, les pères de la Réforme tridentine ont mené deux tâches, l'une doctrinale, l'autre réformatrice. L'œuvre doctrinale du Concile de Trente a été conçue essentiellement en réponse aux thèses protestantes. L'autorité du texte biblique est redéfinie, le contenu authentique en est fixé. La question de la traduction n'est pas particulièrement abordée, mais l'édition des Écritures doit s'accompagner d'une tradition non-écrite donc l'Église se fait le dépositaire. Le concile définit également les doctrines relatives au péché originel et à la justification, à la transsubstantiation et à la question des saints. Sur la plupart des questions doctrinales, le concile utilise successivement deux langages, qui se recoupent et se confortent. D'abord, il expose la doctrine catholique de manière didactique, en citant ses arguments scripturaires. Ensuite, reprenant les unes après les autres les propositions qui nient ce qu'il vient d'affirmer, le concile les condamne avec véhémence ; chaque canon rappelle la règle, mais aussi la punition en cas de refus de s'y plier. Sur le plan disciplinaire, c'est l'esprit surtout qu'il faut retenir. Le Concile de Trente réoriente toute l'institution ecclésiastique dans la perspective du salut des âmes. Le clergé est donc rappelé à sa tâche pastorale. Ensuite, le concile concentre toute cette mission pastorale entre les mains des évêques. Par là se dessine une pseudo défaite politique des ordres religieux, dont le statut dans l'Église a été confirmé en principe, mais dont l'action est davantage subordonnée à l'autorité des évêques (Mayeur, Pietri, Vauchez et Venard 1992, p. 241-247).

Il faut bien comprendre la Réforme catholique comme une réaffirmation du rôle de premier plan que l'Église souhaite jouer à l'échelle mondiale. La Réforme se joue peut-être plus encore sur un plan politique : il s'agit de replacer l'Église en tant qu'entité politique incontournable (et incontestable ?) de l'échiquier politique européen. Le demi-siècle qui suit le Concile de Trente est décisif, en ce qu'il confirme cette place « nouvelle » de l'Église, et tout particulièrement du Pape, sur la scène politique européenne. En Italie, le prestige accru de la papauté rejaillit d'ailleurs sur la ville de Rome (Delumeau 2013). Rome renforce son rôle culturel, diplomatique et scientifique, redevient une ville européenne de premier plan. Pour le sujet de l'histoire des sciences et des techniques, cela a beaucoup de sens, parce que Rome devient un centre scientifique italien particulier, vitrine de la Réforme catholique (cf. synthèse régionale sur l'Italie). Cette réaffirmation politique cependant a d'autres conséquences, qui viennent directement de la réaffirmation politique de l'autorité ecclésiastique, et tout particulièrement pontificale. Cette réaffirmation politique passe surtout par deux institutions qui cristallisent aujourd'hui l'imaginaire collectif, à savoir l'Inquisition et l'Index. La première connaît une gloire nouvelle à partir de la seconde moitié du XVI<sup>e</sup> siècle, parce qu'elle est l'instrument judiciaire qui permet de vérifier l'application des consignes post-tridentines à l'échelle de la Chrétienté (en fait, surtout à l'échelle italienne). Le second concerne plus directement encore la question de l'histoire des sciences et des techniques. L'*Index* est créé avant même la fin du Concile de Trente, dans les années 1550. L'*Index Librorum Prohibitum*, c'est une liste d'ouvrages interdits par l'Église, pour des raisons politiques, morales ou théologiques. La première liste paraît en 1557, avec 62 entrées : on y trouve des noms d'auteurs, dont l'ensemble de l'œuvre se retrouve de fait interdite, des livres interdits, dont le nom de l'auteur est connu, des livres pernicioeux d'auteurs anonymes. Après la fin du Concile de Trente, dix règles de censure sont établies, un conseil de l'Index est créé pour

vérifier les ouvrages parus et juger de leur recevabilité. En réalité, les ouvrages qui passent devant cette commission sont pour la plupart dénoncés, le travail de vérification au jour le jour étant quasiment impossible à cette époque et compte tenu des moyens réduits (*Encyclopædia Britannica*). L'Index marque un tournant pour notre sujet, parce que son existence même place la diffusion de certaines œuvres scientifiques (potentiellement) en porte-à-faux, avec un jugement politique et théologique sur les contenus. La science est alors régulée par l'Église, au moins dans une partie de la Chrétienté, c'est-à-dire la partie catholique et où l'Église exerce assez de pouvoir direct pour pouvoir mettre en place un tel contrôle.

Des scientifiques participent à ce contrôle de la production et de la diffusion des sciences. L'un des exemples caractéristiques de cette période, c'est celui de Giovanni Botero. Florentin d'origine, Giovanni Botero est formé dans un collège jésuite, où à seulement dix-sept ans il enseigne la rhétorique. En 1565, il se rend en France pour enseigner au collège de Billom, puis, à partir de 1567, à Paris. En 1568, toujours en France, Botero entre au service des Guise. En 1569, les Jésuites le rappellent en Italie, et à partir de là ses rapports avec la Compagnie n'ont de cesse de s'assombrir (jusqu'à son exclusion pure et simple en 1580). Pendant cette première période, Botero se met au service du cardinal archevêque de Milan, Carlo Borromeo, qui fait office alors de prince ecclésiastique de la Réforme catholique. En 1580, alors que Botero est exclu des Jésuites, Borromeo le fait premier secrétaire de sa toute nouvelle congrégation (les Oblats). Sous l'influence de Borromeo, Botero écrit en 1584 un texte, *Del dispregio del mondo*, dans laquelle il actualise le genre médiéval du *contempus mundi* : on peut y repérer les thèmes récurrents de l'œuvre de Botero, ceux qui nous intéressent ici, notamment la connaissance géographique du monde. Après la mort de Borromeo (1584) et un nouveau séjour parisien, Botero entre au service de Federico Borromeo, cousin et protégé de feu le cardinal. Botero est chargé de se rendre à Rome pour y servir les intérêts politiques du jeune archevêque de Milan. À Rome, Botero débarque dans les milieux intellectuels de la catholicité post-tridentine. Quelques mois plus tard, il est nommé membre de la congrégation de l'Index. Dans cette congrégation, il rejoint un groupe de grands ecclésiastiques, dont Robert Bellarmine, le même qui fait torturer et brûler Giordano Bruno (Descendre 2009, p. 25-40). Membre de la Congrégation de l'Index, Giovanni Botero reste un intellectuel, un producteur de savoirs. Le contexte dans lequel naît sa pensée est important : les ouvrages de Giovanni Botero sont des modèles du Réformisme catholique. En quelques mots, la philosophie politique de Botero développe une nouvelle théorie de la raison d'État (« *ragion di stato* »), théorie qui rend compatible cette notion avec les préceptes de la Réforme. Cette nouvelle théorie se construit nécessairement en opposition avec une ancienne, celle du début du siècle, en résumant celle de Machiavel : Botero se fait l'un des pères de l'anti-machiavélisme (Descendre 2009, p. 50 et suivantes).

On le voit avec l'exemple de Giovanni Botero, l'Église post-tridentine touche à la production des savoirs de deux manières. Premièrement, en la contrôlant, par le biais d'institutions régulatrices dotées d'un pouvoir de censure des ouvrages et de condamnation des scientifiques qui pencheraient du mauvais côté de l'hérésie. Deuxièmement, avec des membres éminents de l'Église, parfois même comme avec Botero des participants à ce contrôle scientifique, la Réforme catholique se veut elle-même productrice de savoir, un savoir compatible avec les préceptes conciliaires. Mais ce savoir, aussi « officiel » puisse-t-il paraître, est empreint souvent de syncrétisme, reprend des théories d'auteurs parfois condamnés par l'Église. Ainsi chez Botero, l'expression *ragion di Stato* est-elle utilisée de manière un peu générique, avec deux conceptions différentes : l'une d'elles, qu'il appelle comme une « mauvaise » raison d'État, n'en est pas moins décrite dans son fonctionnement, ses principes et ses mécanismes. Or, c'est là la raison d'État machiavélienne, que Botero connaît et comprend parfaitement. Machiavel, interdit depuis 1557, est lu, étudié, discuté. La Réforme catholique discute donc des nouveaux savoirs autant qu'elle les condamne !

Côté protestant, on relève le même processus de confessionnalisation, un peu plus précoce peut-être du fait de la grande popularité des ouvrages de Luther dès les années 1520. Principalement aux Provinces-Unies, deux tendances se heurtent dans le monde protestant : le calvinisme intransigeant et l'humanisme à tonalité érasmienne. Ces heurts confessionnels ont aussi une portée sociale. Le calvinisme strict rallie la noblesse, le petit peuple des villes et des campagnes, ainsi que les pasteurs. Les humanistes se recrutent dans la bourgeoisie marchande, qui tient pour des raisons commerciales à garder de bonnes relations avec tout le monde. Les débats se portent sur la notion de tolérance, extrêmement importante dans un pays dont l'indépendance nationale s'est affirmée au cœur de luttes religieuses. Dans le cas de la tolérance ecclésiastique comme dans celui de la tolérance civile, le mode d'interprétation de la Bible se trouve situé au cœur des débats. Il s'agit de trouver dans la Bible des points fondamentaux, clairement énoncés et largement suffisants pour le salut. Le curseur entre intransigeants et libéraux se place dans le nombre de ces points. Ce qui est certain, c'est que le protestantisme ressert pendant très longtemps ses rangs autour d'une interprétation littérale des écritures. Cependant, la multiplicité des Églises réformées et le faible pouvoir politique dont elles disposent font que des institutions cruciales dans le contrôle de la production et de la diffusion des sciences et des techniques, comme l'Index et l'Inquisition, n'existent pas dans le monde protestant. L'un des ressorts utilisés, c'est surtout l'excommunication.

*Les collèges jésuites : un réseau d'écoles à travers l'Europe*

La Compagnie de Jésus est créée officiellement en 1540 par le Pape Paul III. Les Jésuites sont alors un petit groupe, autour d'Ignace de Loyola, de clercs réguliers, pour la plupart italiens. Les uns et les autres voulaient réformer l'Église du dedans en menant au milieu du peuple chrétien une vie sacerdotale exemplaire. Ces prêtres refusaient de se couper du monde. Ils ne désiraient pas vivre protégés par une clôture, ni couler leur activité dans un horaire strict et invariable. Leur existence devait se dérouler dans le siècle et leur règle être surtout intérieure (*Universalis*). Institutionnellement, la Compagnie de Jésus a ceci d'intéressant qu'elle est directement et uniquement rattachée au Pape, à qui elle rend des comptes : c'est justement ce point qui pose souvent problème aux États monarchiques de l'Europe moderne. Rapidement, les Jésuites constituent le porte-voix, « aile marchante » de la Réforme catholique initiée par Paul III. L'ordre jésuite, dès sa création, est une élite intellectuelle et religieuse, dont les membres bénéficient d'une longue et solide formation, de manière à leur donner les armes spirituelles et intellectuelles pour porter la réforme parmi les catholiques et l'Évangile parmi les non-catholiques. C'est bien là la mission première de l'ordre, missionnaire et apologétique, marquée par une ambition de défense de la religion catholique, si ce n'est de reconquête. Rapidement, les Jésuites voient en l'enseignement le moyen le plus efficace de mener à bien cette entreprise. Cette nouvelle vocation a aussi une histoire sociale, puisqu'elle répond à une forte demande sociale de formation des enfants issus des couches privilégiées urbaines. C'est cette demande que les Jésuites tentent de satisfaire en créant un réseau considérable de collèges à travers le monde (d'après Mazauric 2009, p. 72-73<sup>1</sup>).

Le premier collège de jésuites est fondé à Messine en 1548. En 1551, la maison mère, le Collège romain, ouvre ses portes, dans une optique peut-être plus universitaire que les autres collèges : sa mission est de former à la fois les jeunes jésuites, et, parmi eux, les futurs enseignants des collèges de la

<sup>1</sup> Attention, Simone Mazauric est ouvertement anti-jésuite, refusant de voir en la Réforme catholique autre chose qu'une « Contre-Réforme », terme dont l'usage a été abandonné par l'historiographie religieuse depuis bien longtemps. Ses propos ici ont été replacés dans un contexte plus global et contextualisé !

<sup>2</sup> Dans ce tableau sont représentés la plupart des tenants français des Lumières. À l'arrière-plan, de gauche à droite figurent Gresset, Marivaux, Marmontel, Vien, Thomas, La Condamine, l'abbé Raynal, Rousseau, Rameau, Mlle Clairon, Hénault, le duc de Choiseul, un buste de Voltaire [dont on lit "l'Orphelin de la Chine"], d'Argental, Saint-Lambert, Bouchardon, Soufflot, Danville, le comte de Caylus, Bartolomeo de Felice, Quesnay, Diderot, le baron de l'Aune Turgot, Malesherbes, le maréchal de Richelieu, plus loin : Maupertuis, Mairan, d'Aguesseau, Clairaut le secrétaire de l'Académie enfin. Au premier rang, de droite à gauche, devant Clairaut : Montesquieu, la comtesse d'Houdetot, Vernet, Fontenelle, Mme Geoffrin, le prince de Conti, la duchesse d'Anville, le duc de Nivernais, Bernis, Crébillon, Piron, Duclos, Helvétius,

compagnie, mais aussi des étudiants ordinaires, destinés à former la future élite intellectuelle. Ce collège de Rome se signale dès l'origine par la qualité de ses enseignants, par leur compétence, le nombre des étudiants (2000 dans les années 1550), les moyens matériels dont il dispose aussi. Tout cela fait du Collège de Rome une grande institution d'enseignement et de recherche. On y enseigne la théologie, mais aussi la grammaire, la rhétorique, l'éthique, la logique, les mathématiques, c'est-à-dire l'astronomie, la géométrie, l'arithmétique, l'optique, l'architecture, la géographie. On y fait des observations astronomiques et on y pratique des expériences de physique. Le domaine de prédilection des jésuites, ce sont les mathématiques, ainsi Christophe Clavius (1537-1612), qui occupe la chaire de mathématiques pendant quatorze ans : c'est lui qui est chargé par Grégoire XIII de la réforme du calendrier (des calculs avaient été réalisés par Copernic) (Mazauric 2009, p. 73).

Il faut bien comprendre que les collèges jésuites poussent comme des champignons au fil de l'époque moderne, et que leur présence n'est ni partielle, ni anecdotique. À la mort d'Ignace de Loyola en 1556, la Compagnie comprend 1 000 membres et administre quelque 150 fondations (résidences, noviciats, maisons professes et collèges). En 1579, il existe 180 collèges en Europe, 19 hors d'Europe. En 1608, ils sont 293. Au milieu du XVII<sup>e</sup> siècle, on compte plus de 15 000 jésuites et 550 fondations. Les jésuites sont alors devenus les confesseurs habituels des souverains catholiques, notamment espagnols. Leurs collèges, dont l'organisation et l'enseignement sont les mêmes dans le monde entier, groupent quelque 150 000 élèves (Universalis et Mazauric 2009).

Le contenu des enseignements prodigués dans les collèges jésuites est intéressant parce qu'il répond à une demande sociale et politique. Ainsi la formulation de fondation de chaires spécifiques en mathématiques et l'émergence d'exigences précises pour une formation scientifique et technique plus que littéraire et théologique sont des points à prendre en compte dans la compréhension de la mutation de la manière de percevoir l'enseignement dans la seconde moitié du XVI<sup>e</sup> siècle. Cette demande montre le résultat du débat sur la place des mathématiques comme science, au grand dam des tenants de l'aristotélisme. Les Jésuites en effet font partie intégrante d'un mouvement de remise en cause de la toute puissance de l'aristotélisme, remise en cause qui fait partie des bases absolues de l'enseignement philosophique dans leurs collèges (Romano 2002). Dans le fond, les collèges jésuites sont peut-être la seule institution universitaire et ecclésiastique qui laisse encore une place importante à l'Humanisme dans leur enseignement. La philologie y tient une place notable, et l'homme est placé au centre de l'enseignement : pour comprendre et toucher Dieu, il faut comprendre et toucher les hommes (Mazauric 2009, p. 75).

#### *De la connaissance de la Terre au XVI<sup>e</sup> siècle...*

La Renaissance correspond à l'apparition et la fixation d'une première conception géographique, spécifique et unifiée, de la Terre. Cette nouvelle conception géographique est due conjointement à des voyageurs (marins des découvertes) et des géographes (érudits). Cette conception unique de la Terre est appelée dans un premier temps « globe terraqué ». Elle se fabrique autour de la reprise des auteurs anciens, principalement Ptolémée mais aussi Strabon, ainsi que de plusieurs géographes orientaux de l'époque médiévale. Surtout, il faut considérer l'influence des navigations de découverte. La Terre est alors pensée pour elle-même, dans une vision globale. Progressivement, le discours astronomique se détache du savoir géographique. L'astronomie post-copernicienne tend à considérer la Terre comme un élément parmi d'autres du système cosmique et à la ranger dans l'ensemble plus vaste des planètes. Mais la géographie identifie et distingue la Terre comme un objet spécifique. Elle est orientée vers la conquête, celle de la fréquentation et de la description de la Terre. La géographie dessine les nouveaux contours de la Terre, pour, finalement, désigner les possibilités nouvelles qui s'offrent aux hommes. On a là la vision d'une géographie profondément ancrée dans son temps.

Les globes sont un exemple matériel assez marquant de cette nouvelle culture géographique qui se développe tout au long de la période. Les globes deviennent dès la Renaissance des objets de curiosité scientifique. Martin Behaïm\* réalise l'un des premiers en 1492. Les globes deviennent au XVIIe siècle des objets luxueux et convoités, fabriqués majoritairement en Hollande et vendus à travers toute l'Europe. À Versailles, l'ingénieur Nicolas Bion publie de nombreuses brochures décrivant les globes, leur fabrication et leurs usages. En 1699, il publie *L'Usage des globes célestes et terrestres et des sphères suivant les différents systèmes du monde*. Il faut attendre la seconde moitié du XVIIe siècle pour que le globe devienne un objet plus familier. À Paris, Didier Robert de Vaugondy et Louis Charles Desnos profitent de l'engouement pour les voyages d'exploration pour lancer la fabrication d'un grand globe. En 1753, Vaugondy lance une souscription pour vendre un globe imprimé de 45,5 cm de diamètre. Annoncé dans le *Journal des Savants*, ce globe se vend 460 livres. Les globes présentés sur des pieds richement décorés pouvaient facilement se vendre 1000 livres. Des modèles portatifs font également leur apparition.

La géographie amène à se poser la question de la perception de l'espace et de ses échelles à la Renaissance. Qu'est-ce que le géographe européen considère comme lointain, proche, accessible, inconnu ou imaginaire ? La géographie européenne justement est un bon indicateur du remodelage de ce rapport à l'espace. C'est la représentation de la taille ou de la grandeur de l'espace qui change. L'espace est désormais perçu à taille/échelle humaine. Le monde est en partie habité et connu. Les distances sont prises en compte dans des traités mathématiques qui expliquent comment les mesurer. La géographie est un élément constitutif dans la fabrication des imaginaires sociaux et territoriaux. Ces imaginaires supportent aussi bien les identités nationales que les représentations d'un espace terrestre global. La géographie fabrique, et quelque part façonne, les images du monde (Van Damme 2015).

#### **La cartouche, un élément cartographique aux multiples usages**

Les cartouches et leur utilisation sont utilisés comme exemple type de l'image de l'espace et des territoires renvoyée par la cartographie moderne. Les cartouches sont assez massivement présentes dans les cartes. Les cartes se voient de toute façon ajouter des éléments décoratifs variés. Les cartouches ont plusieurs fonctions, et même parfois plusieurs discours (p. 167). La cartouche est d'abord un élément décoratif, un ornement architectural, sculptural ou de gravure. Dans les cartes, la cartouche développe sous une forme imagée un ensemble de récits, de descriptions et de symboles à propos du territoire représenté par la carte. En désignant le sujet, la cartouche oriente la lecture de la carte (p. 168). La cartouche bien souvent fait plus que nommer les éléments représentés. Elle raconte, récite. Les paysages peuvent y être décrits. Le titre peut servir de titre de propriété : la cartouche annonce le « maître » des lieux. La cartouche a donc aussi une fonction politique : elle revendique. La cartouche marque une relation sociale entre l'auteur, l'éditeur et le commanditaire de la carte. Les cartouches sont en effet vues comme des objets de pouvoir. Elles jouent autant sur la maîtrise symbolique que sur la maîtrise réelle de l'espace. Les cartouches déploient des stratégies diverses, avec des allégories, des armoiries, des récits de fondation, des généalogies... (p. 169).



**Figure 3. Guillaume de Lisle (1675-1726), *Theatrum historicum ad annum Christi quadringentesimu. Pars occidentalis*, Paris, 1705.**

Les nombreuses présentations de la géographie publiées en Europe entre le XVIe et le XVIIIe siècle présentent la géographie comme un savoir qui passe en grande partie par la visualisation, c'est-à-dire par les cartes, les vues et les globes. Les géographes de la première modernité mettent en œuvre toute une série d'opérations iconographiques dont la finalité ultime est de donner à voir ou à « mettre sous les yeux » les territoires dont ils entreprennent la description. Il s'agit donc de faire voir pour faire connaître, et, surtout, pour faire lire. La préface du *Theatrum orbis terrarum* d'Ortelius, pour la première fois édité en 1570, est ainsi significative du rôle de la carte dans l'économie générale des savoirs géographiques. Pour Ortelius, la géographie, et *a fortiori* la carte, favorise l'intelligence humaine, en procurant aux hommes la connaissance du « théâtre de l'univers », c'est-à-dire la représentation des lieux et des espaces où les événements se déroulent. Un commerce de cartes et d'atlas se développe un peu partout en Europe, dès le XVIe siècle. Mappemondes, cartes régionales, vues de ville, atlas, globes célestes et terrestres, astrolabes, boussoles, compas, instruments, mathématiques apparaissent fréquemment dans les descriptions, les représentations ou les inventaires des collections et des bibliothèques princières ou privées. La pratique qui consiste à collectionner des cartes, pour le plaisir ou pour l'étude, est largement répandue dès le XVIe siècle.

Peter Apian est l'un des principaux théoriciens de la cosmographie du XVIe siècle, ayant lui-même produit de nombreuses cartes. Peter Apian publie en 1533 une *Introductio geographica* pour accompagner sa réédition d'une traduction de Ptolémée par Werner. Apian, éditeur, mais aussi fabricant d'instruments, est cosmographe et mathématicien. Dans son *Introduction géographique*, Apian développe des considérations pratiques sur la mesure « à vue » des bâtiments et des distances entre les lieux, donc des éléments d'une géométrie pratique et d'une géographie mathématique. Dans d'autres ouvrages du même auteur, on

retrouve ces considérations pratiques, celles d'une approche mathématicienne et cosmographique de la géographie. Apian se sert des mathématiques, pour les appliquer à l'espace.

... à la connaissance du ciel : l'astronomie entre Copernic et Galilée

Copernic n'a eut de son vivant, et après sa mort, qu'un impact très limité (cf. supra). Mais quelques savants, notamment italiens, connaissent et revendiquent ses théories, tentant de rendre plus accessible son système. C'est le cas de Giordano Bruno (1548-1600). Ni mathématicien, ni astronome, il s'intéresse au système du monde d'un point de vue cosmologique, métaphysique. Dès 1584, il se déclare fervent partisan des théories coperniciennes, et se met à proposer une conception du monde qui favorise l'adhésion au système de Copernic : c'est ce qui l'emmène sur le bûcher en février 1600.

Giordano Bruno fait ses études à l'Université de Naples, à la suite desquelles il revêt l'habit de dominicain et soutient des thèses en théologie, avant d'être ordonné prêtre (1572). En 1576, il s'enfuit du monastère pour parcourir l'Europe : on le rencontre à Genève, plusieurs fois à Paris et à Toulouse où il enseigne, à Londres où il fait partie de la suite diplomatique de l'ambassadeur de France au milieu des années 1580. Il passe aussi quelques années dans les pays germaniques, notamment à Wittenberg, Prague et Zurich. Durant tout ce temps, Bruno rédige de nombreux ouvrages dans lesquels il propose des théories philosophiques syncrétiques, mêlant l'ensemble ou presque des grands philosophes antiques. C'est dans un ouvrage de 1584, dans *Le banquet des cendres*, qu'il prend la défense du copernicainisme. Surtout, il va plus loin que Copernic en procédant à une homogénéisation de l'univers : il affirme qu'il n'y a dans l'univers ni lieux naturels, ni lieux privilégiés, ni directions absolues. Dans le cosmos infini de Bruno, qui reprend les intuitions de Nicolas de Cues, le centre est partout et la circonférence nulle part. Cette théorie a une importance notable dans la représentation du monde et de l'univers, parce qu'elle signifie un univers infini et homogène, où il ne s'agit même plus de parler d'héliocentrisme. En fait, les théories de Giordano Bruno offrent une radicalisation du système copernicien, puisqu'il rejette la finitude du monde. Ses théories sont donc plus qu'importantes, par leur radicalité mais aussi parce qu'elles fondent une cosmologie nouvelle. Arrêté par l'Inquisition à Venise, il est extradé à Rome en 1592, questionné pendant huit ans par le cardinal Bellarmin. Refusant absolument de renier, il est finalement condamné au bûcher en février 1600, ses livres sont immédiatement mis à l'index.

La lunette astronomique, qui arrive peu après, n'est pas une invention de Galilée. La première que l'on connaît date de 1608, trouvée aux foires de Francfort. Quelqu'un sur ces foires avait une lunette munie de deux lentilles, qui permettaient de grossir sept fois. La même année, aux Pays-Bas, un lunettier hollandais propose aux États généraux de Hollande une lunette pour un but militaire. Il propose qu'avec cette lunette on observe les mers, afin de se préparer aux attaques ennemies. En 1609, le même lunettier offre des lunettes au Roi de France, lunettes rapidement copiées par les Parisiens. La même année, des lunettes hollandaises arrivent en Italie. Galilée est très vite tenu au courant et se met à en fabriquer. En août 1609, il présente au Sénat de Venise une lunette grossissant neuf fois. Galilée organise alors une expérience en haut de la tour Saint-Marc, avec un objectif identique à celui de son confrère hollandais. L'affaire emballe le Sénat, qui achète la lunette et transforme la chaire de Galilée à Padoue en chaire à vie. Galilée a ensuite eu l'idée de pointer sa lunette en direction du ciel. Il réussit à constituer une lunette qui grossit mille fois, et découvre alors le ciel. Il fait des milliers d'observations, qu'il décrit sous la forme de dessins et de textes. Il consigne alors ces observations dans *Le messager des étoiles* en 1610. Cet ouvrage connaît un énorme succès grâce à sa traduction en langue(s) vulgaire(s) : c'est le rôle que veut se donner Galilée, un simple messenger. Il raconte dans cet ouvrage notamment trois observations majeures. Premier fait, il observe que la surface de la Lune n'est pas lisse, étant formée de reliefs, ce qui détruit totalement la vision de l'univers. On était alors persuadés que la Lune faisait partie des planètes éthérées. Galilée suggère alors que la Lune est faite de la même matière que la Terre. Il découvre également que Jupiter a

des lunes, selon lui au nombre de quatre. Or, ses contemporains sont persuadés que Jupiter tourne autour de la Terre, qui n'a qu'une seule Lune : illogique pour les contemporains de Galilée. Enfin, Galilée s'aperçoit que la Voie Lactée que l'on connaît depuis la nuit des temps est en fait un agglomérat d'étoiles, tellement nombreuses qu'elles forment une bande blanche, étoiles invisibles à l'œil nu. Pourtant, on était persuadé que l'Homme au centre du monde devait pouvoir tout voir à l'œil nu : l'Homme est-il vraiment au centre du monde ? De plus, les découvertes de Galilée posent la question de la finitude de l'univers, dans la suite logique des publications de G. Bruno (CM Baratay).

Galilée est un symbole du conflit entre Église et science, si tant est que conflit il y eut. Les faits sont là. Après la publication de son *Messenger des étoiles*, un bon nombre d'ecclésiastiques commencent à s'énerver un peu. Parmi eux, le cardinal Bellarmin, professeur de controverse au Collège romain des Jésuites, puis consultant du Saint-Office de l'Inquisition, le même qui avait fini par mettre Giordano Bruno sur le bûcher. En effet, les écrits de Galilée ne contredisent peut-être pas directement les Écritures Saintes, mais tout le monde connaît le fond de sa pensée. Au cours d'un banquet à Florence, la grande duchesse de Toscane Christine de Lorraine confirme cette opposition de fond. Galilée tente de se défendre en 1615 en envoyant deux lettres, l'une à son disciple Benedetto Castelli, l'autre à Christine de Lorraine. Dans la première, il reconnaît la vérité indubitable de l'Écriture Sainte, mais affirme avec force le principe de l'indépendance de la philosophie naturelle par rapport à la théologie. Il récuse en fait le droit de condamner certaines opinions relevant de la philosophie naturelle sous le prétexte qu'elles contredisent potentiellement certains passages bibliques. Pour Galilée, la Bible n'a pas tort, mais il ne faut surtout pas la comprendre littéralement. C'est là le point de rupture avec Bellarmin : le droit d'interpréter librement les Écritures a été fermement condamné par le Concile de Trente. Dans la lettre à Christine de Lorraine, Galilée reprend ces idées, mais de manière beaucoup moins diplomate, en taxant ses adversaires de bêtise et d'hypocrisie, et leur déniaient tout droit à l'accuser (cf. extrait en encart).

#### **Lettre de Galilée à Christine de Lorraine, grande-duchesse de Toscane (1615)**

« J'ai découvert, il y a peu d'années, comme le sait Votre Altesse Sérénissime, de nombreuses particularités dans le ciel qui, jusqu'ici, étaient invisible ; soit en raison de leur nouveauté, soit en raison de plusieurs conséquences qui en découlent, ces découvertes, en venant s'opposer à des propositions communément reçues dans les Écoles des philosophes, ont excité contre moi un grand nombre de ses professeurs ; au point que l'on pourrait croire que j'ai mis de ma main ces choses dans le ciel pour troubler la nature et les sciences. (...) Ils [les professeurs] en sont venus à prétendre que mes propositions sont contraires aux Saintes Écritures, et qu'en conséquence elles sont condamnables et hérétiques. Ils n'ont pas eu de peine à trouver quelqu'un qui eut l'insolente audace de le proclamer du haut de la chaire et d'étendre cette accusation sur les mathématiques entières et sur tous les mathématiciens ; (...). Aussi, devant les accusations dont on cherche injustement à me charger et qui mettent en cause ma foi et ma réputation, j'ai estimé nécessaire d'affronter ces arguments que l'on m'oppose au nom d'un prétendu zèle pour la religion et en faisant appel aux Saintes Écritures, mises au service de dispositions qui ne sont pas sincères, et avec la prétention d'étendre leur autorité, et même d'en abuser, dépassant leur intention et les interprétations des Pères, en le faisant intervenir dans des conclusions purement naturelles et qui ne sont pas *de Fide*, substituant aux raisonnements et aux démonstrations tel passage de l'Écriture qui, souvent, au-delà du sens littéral, peut être interprétée de diverses façons. J'espère montrer que je procède avec un zèle beaucoup plus pieux et plus conforme à la religion qu'ils ne le font, lorsque je demande, non pas que l'on ne condamne pas ce livre, mais qu'on ne le condamne pas, comme ils le voudraient, sans le voir, le lire et le comprendre. (...).

(...) Ainsi il apparaît manifesté que de tels auteurs, faute d'avoir pénétré le vrai sens de l'Écriture, l'ont utilisée, en abusant de leur autorité, pour obliger leurs lecteurs à tenir pour vraies des conclusions qui répugnent à la raison et aux sens : si un tel abus, ce qu'à Dieu ne plaise, devait l'emporter, il faudrait alors interdire en peu de temps toutes les sciences spéculatives ; parce que, comme par nature, le nombre des hommes peu aptes à comprendre parfaitement et l'Écriture Sainte et les autres sciences est très supérieur au nombre des hommes intelligents, il arriverait que les premiers, parcourant superficiellement les Écritures, s'arrogeraient le droit de décréter en toutes les questions de science naturelle, en arguant de quelques passages des écrits sacrés,

interprétés par eux dans un sens autre que le vrai, alors que le petit nombre de ceux qui comprennent correctement les Écritures ne pourraient pas réprimer le torrent furieux de ces mauvais interprètes. Ceux-ci trouveraient d'autant plus facilement des adeptes qu'il est beaucoup moins pénible de se rendre savant sans études et sans fatigue, que de se consumer sans repos dans des disciplines infiniment laborieuses. Aussi devons-nous rendre à Dieu des grâces infinies pour la bonté par laquelle il nous délivre de cette crainte, lorsqu'il enlève leur autorité à de telles personnes, en confiant le soin de traiter de questions aussi importantes à la grande sagesse et bonté de Pères très prudents, et à la suprême autorité de ceux qui, guidés par le Saint-Esprit, ne peuvent que décider de ces choses saintement, permettant ainsi que la légèreté que nous avons condamnée ne se trouve pas estimée. Ces mauvais interprètes de l'Écriture sont me semble-t-il ceux contre lesquels s'élèvent non sans raison les graves et saints écrivains (...).

Aussi, vouloir imposer aux professeurs d'astronomie de se défier de leurs propres observations et démonstrations, parce qu'elles ne pourraient être que des faussetés et des sophismes, est une prétention absolument inadmissible ; cela reviendrait à leur donner l'ordre de ne pas voir ce qu'ils voient, de ne pas comprendre ce qu'ils comprennent, et, lorsqu'ils cherchent, de trouver le contraire de ce qu'ils rencontrent. (...) ».

*Lettre à Mme Christine de Lorraine, Grande-Duchesse de Toscane,*  
trad. Fr. Russo, *Revue d'histoire des sciences et de leurs applications,*  
17, 1964/4, p. 338-368.

La lettre à Christine de Lorraine met le feu aux poudres. À partir de 1616, Bellarmin demande à Galilée de présenter ses travaux comme de simples hypothèses, et d'arrêter d'affirmer que le Soleil est immobile et que la Terre tourne autour de lui. Galilée part alors en personne pour Rome. Au même moment, l'Inquisition décide de condamner officiellement les deux propositions centrales du système de Copernic, ardemment défendu par Galilée (héliocentrisme et rotation de la Terre sur deux axes). Galilée, défait une première fois donc, retourne à Florence où il publie, en 1623, *Il Saggiatore*, où il pose des questions de méthode. Il offre un exemplaire au pape Urbain VIII, fraîchement élu : c'est le pape en personne qui incite Galilée à reprendre le combat en faveur du copernicanisme. C'est dans ce but que paraît l'ouvrage *Dialogue sur les deux grands systèmes du monde, celui de Ptolémée et celui de Copernic*, à Florence, en 1632, publié encore une fois en italien et non en latin. Ce *Dialogue* met en scène trois personnages, dont les deux premiers seulement sont réels. Filippo Salviati (1583-1614) est un noble florentin, premier porte-parole de Galilée ; Gian Francesco Sagredo (1571-1620) est l'honnête homme, un esprit ouvert aux idées nouvelles et prêt à en discuter sérieusement ; Simplicio est un personnage imaginaire, dont le nom est assez explicite pour ne pas avoir à être expliqué. Le dialogue se déroule dans le palais de Sagredo, à Venise, et Filippo Salviati prend rapidement le dessus. Le *Dialogue* est la provocation de trop. Même Urbain VIII, qui avait pris la défense de Galilée en 1615 et en 1623, montre son irritation : il croit se reconnaître dans le personnage de Simplicio. La réalité, c'est que dans le contexte de la guerre de Trente Ans et de l'alliance avec les cardinaux français, il ne peut plus se permettre de s'exposer à l'accusation de soutenir les protestants (Mazauric 2009, p. 108-115). Galilée retourne à Rome en 1633, son procès commence. Il doit répondre à l'accusation d'avoir désobéi aux prescriptions qui lui avaient été notifiées en 1616 par Bellarmin. Le 22 juin 1633, Galilée est officiellement condamné, forcé à abjurer et reconnaître son erreur et emprisonné. Le *Dialogue* est interdit (Mazauric 2009, p. 115-116).

Galilée fut longtemps le symbole de la science victime de l'obscurantisme religieux. En réalité, c'est tout un contexte politique et social qu'il faut prendre en compte pour comprendre son parcours, jusqu'à sa condamnation. Galilée accumule les provocations face à ses détracteurs, pendant des années. Mais surtout, Galilée, c'est le symbole, même s'il n'est pas le seul, de l'avènement de l'instrument, de l'observation plus que de l'interprétation des textes et de l'hypothèse théorique. Galilée observe, consigne ses observations, dessine ce qu'il voit, puis publie le résultat de ses observations. Pour le contredire, il faut observer à son tour : quelque part, il transforme totalement la manière de faire de la science.

L'instrumentation, qui a permis à Galilée de réaliser ses observations, est importante pour la pratique scientifique, mais a aussi des conséquences économiques et sociales extrêmement importantes. D'abord, fabriquer des instruments implique autant un savoir technique qu'une capacité de production et d'acquisition des matériaux nécessaires. Concrètement, fabriquer des instruments scientifiques, d'autant plus lorsqu'ils sont eux-mêmes à un stade expérimental, ça coûte cher. Cela rapproche scientifiques et ingénieurs, qui tendent souvent à devenir une seule et même personne. Mais, surtout, cela sort les penseurs scientifiques des cellules des monastères et des universités pour les intégrer dans les milieux marchands et techniques. La science, parce qu'elle a de nouveaux besoins, doit s'insérer dans une partie de la société qu'elle ignorait jusque là (voir « *Fabricants d'instruments* », dans « *Les acteurs des sciences et des techniques* »).

Voir aussi « Laboratoires et observatoires ».

### Les pratiques scientifiques au XVIIe siècle : naissance d'une « méthode scientifique » ?

#### *Le technicien et le scientifique en fusion : l'avènement de l'instrumentation*

À partir du XVIe siècle, les instruments scientifiques permettent de contempler, de discerner et d'examiner le monde différemment. Ils servent à calculer, à mesurer le temps et l'espace, à expérimenter avec la matière, à percevoir l'invisible mais aussi à habiller les cabinets, à divertir l'aristocratie et les messes et à soutenir les politiques sociales et économiques de l'État. L'instrument, c'est le moyen de faire quelque chose. Progressivement, les instruments se taillent une place de choix dans l'histoire des sciences et des techniques. Fabriqués par des artisans toujours plus spécialisés, ils ont l'avantage de faire le pont entre sciences et techniques, à bien des égards.

L'instrumentation se définit comme un processus de mise en valeur de l'utilisation d'instruments scientifiques dans la pratique de la science. L'instrumentation, c'est donc l'avènement d'outils matériels comme base absolue de la pratique scientifique. L'instrument scientifique peut être considéré comme la transposition matérielle et tridimensionnelle d'une idée scientifique. *L'instrumentum*, c'est le mobilier, le matériel, l'outillage. L'instrument vient du latin *instruere* (disposer, équiper, instruire). L'outil, c'est l'ustensile, le nécessaire à nos besoins. L'instrument donc, c'est un trait d'union entre expérience et théorie, entre connaissance pure et connaissance appliquée. Mais concrètement, à quoi sert l'instrument pour la science ? L'instrument permet d'abord de mesurer, c'est-à-dire de suppléer au caractère qualitatif du pur témoignage des sens. L'instrument introduit un repérage objectif (même si c'est discutable), permettant la comparaison et la quantification ; ensuite, il permet d'agrandir la puissance des sens humains et de déceler des phénomènes invisibles à l'œil nu. L'instrument par excellence donc, c'est la lunette astronomique ou le microscope (Halleux 2009).

L'optique au XVIe siècle se résume à quelques connaissances sur la lumière. On sait qu'elle se propage en ligne droite, qu'elle peut être réfléchiée par un miroir et qu'elle subit une réfraction quand elle passe d'un milieu transparent dans un autre (par exemple, de l'air dans l'eau). La loi de la réflexion est connue, mais pas celle de réfraction. Au début du XVIIe siècle donc, il existe une optique technique très rudimentaire, qui se limite à la fabrication de miroirs et de lentilles, et une optique théorique tout aussi rudimentaire, qui ne connaît guère que la propagation rectiligne et la loi de la réflexion (Baudet 2003, p. 204). Dès la fin du XVIe siècle, des fabricants de lentilles ont l'idée d'observer un objet non pas à travers une lentille, mais à travers deux lentilles disposées successivement entre l'œil et l'objet. Ils constatent alors qu'en plaçant judicieusement les deux lentilles aux deux extrémités d'un tube, ils pouvaient à travers leur lunette voir le paysage observé comme s'il était rapproché : la lunette d'approche est inventée. Rapidement, le jeu des lentilles dans les grands centres européens (Pays-Bas et Venise) amène à la production de lentilles plus poussées et d'instruments permettant d'en tirer les meilleurs résultats.

À partir de la fin du XVII<sup>e</sup> siècle, les savoirs pratiques sont ceux qui bénéficient le plus de la multiplication et du perfectionnement des instruments mathématiques. La cartographie, l'arpentage, la navigation et l'astronomie ont un grand besoin de nouveaux outils mathématiques, d'instruments de mesure et d'instruments de tracé : graphomètres, théodolites, octants, sextants et quadrants astronomiques permettent aux entrepreneurs et à l'État, entre autres, de déployer une infrastructures commerciale locale et à l'échelle mondiale. L'histoire et la philosophie naturelles sont aussi des sciences demanderesse en instruments. Il s'agit de rendre l'invisible visible, d'observer et de quantifier des phénomènes naturels jusque-là indétectables. Surtout, avec des théoriciens comme Francis Bacon, une nouvelle manière de concevoir la pratique scientifique et la compréhension de la nature voit le jour : on considère qu'il est parfois nécessaire de torturer un peu la nature pour en comprendre le fonctionnement. Ainsi naissent des instruments comme la pompe à air, dans laquelle Robert Boyle n'hésite pas à placer des animaux vivants.

L'instrumentation sert aussi l'avènement de techniciens/artisans qui dépassent, mais dans l'ombre, leur rôle initial. Des artisans se spécialisent rapidement dans la fabrication d'instruments, certainement par intérêt intellectuel (il s'agit de répondre à une demande scientifique d'innovation), mais aussi par intérêt économique : un instrument se facture très cher (cf. « *Lavoisier* »). Ces « artistes » du *Nouveau dictionnaire François* de Richelet (1709) mettent en avant une adresse intellectuelle et des prouesses manuelles qui se démarquent sensiblement de celles de simples artisans. Certains fabricants d'instruments, à l'instar de l'anglais Jesse Ramsden possèdent une renommée mécanique telle que leur succès matériel et commercial n'entravent pas leur ascension sociale : Ramsden est élu membre de la Royal Society en 1786. Ramsden a une connaissance approfondie de la géométrie, de l'astronomie, de l'optique et de la physique, ce qui lui permet d'être repéré par Jean-Dominique Cassini, directeur de l'Observatoire de Paris, en 1787 : Cassini se décourage d'ailleurs de ne jamais trouver en France « un artiste aussi consommé ; toute rivalité, toute comparaison me parurent désormais impossibles vis-à-vis d'un si grand talent » (Hilaire-Pérez 2016a, p. 68). Ces fabricants d'instruments connaissent, surtout en Angleterre, une ascension sociale considérable, accédant à plusieurs reprises à la Royal Society (voir aussi « *Artisans, marchands et savoirs techniques : une rationalisation des techniques au XVIII<sup>e</sup> siècle* »).

*Observation(s) et expérimentation(s) : de l'interprétation à la conclusion*

Avant le XVII<sup>e</sup> siècle, les cultures expérimentales présupposent l'existence d'objectifs particuliers (cognitifs ou pratiques) de la part des expérimentateurs. Au XVI<sup>e</sup> siècle, l'expérimentalisme chimique cherchait à fixer sous forme de recettes formelles des savoir-faire artisanaux, ou à garder une trace de la réussite de quelque transformation matérielle que l'on cherchait à obtenir. Il n'y a pas là de caractère exploratoire : l'objectif est connu, et atteint essentiellement par des méthodes interprétatives et textuelles. Au XVII<sup>e</sup> siècle, on a une nouvelle manière de penser la découverte scientifique, où la démarche expérimentale peut éventuellement initier une réflexion plus profonde. La philosophie naturelle s'étudiait par sa reproduction expérimentale plus que par sa seule observation. Le type de connaissances issu de ces expériences était donc fondamentalement différent, parce que créé de toutes pièces (Van Damme 2015, p. 71).

L'exemple de la découverte de la circulation du sang par William Harvey montre bien la mutation de la manière de faire la science par l'observation. Né en 1578 dans le Kent, Harvey étudie d'abord à Canterbury, avant de poursuivre ses études à Padoue, où il suit les cours de Fabrice d'Acquapendente, issu de la lignée de Vésale. En 1602, docteur en médecine, il rentre en Angleterre et devient médecin à l'hôpital Saint Bartholomew de Londres, puis professeur d'anatomie et de chirurgie au Collège royal des médecins de Londres. En 1618, il est nommé médecin extraordinaire du roi Jacques I<sup>er</sup> (1603-1625), poste auquel il est confirmé en 1625 par son fils Charles I<sup>er</sup> (1625-1649). Harvey pourtant refuse toujours de se mêler des affaires politiques, même au cœur de la guerre civile de 1642-1651 (cf. encart) (Mazauric 2009, p. 138)

**La Première Révolution anglaise (1642-1661)**

En 1642, après avoir essayé d'arrêter des députés qui s'opposent à sa politique, Charles I<sup>er</sup> est contraint de quitter Londres, qui se soulève. Le clivage est alors politique, entre des conceptions opposées du pouvoir royal. Les clivages sont aussi religieux, entre l'Église anglicane et les catholiques, qui soutiennent le roi, et les puritains séparatistes qui soutiennent le Parlement. Le mouvement révolutionnaire a pour lui la richesse économique, ce qui lui permet d'avoir une armée. Rapidement, l'Angleterre tombe dans la guerre civile.

Jusqu'en 1647, le Parlement fait alliance avec l'Écosse, réussit à imposer la suppression des évêques et une épuration du clergé, jusqu'à l'instauration d'une Église d'État presbytérienne en 1644. L'austérité morale s'impose. Des élections législatives font venir des députés de plus en plus radicaux, aussi bien en matière politique que religieuse. C'est avec eux que Charles I<sup>er</sup> est obligé de négocier les conditions de son retour, en 1647. Cependant, l'armée, autre institution cruciale de cette révolution anglaise, enlève le roi (juin 1647), craignant son démantèlement par le Parlement et/ou le roi. Ce coup d'État militaire de 1647 met au premier plan les idées les plus radicales, notamment l'idée de la légitimité du régicide. L'influence intellectuelle, c'est celle des monarchomaques français des guerres de religion françaises. L'idée politique majeure, c'est celle de la liberté et de l'égalité. Parmi ces chefs militaires, Cromwell tente de proposer un programme plus modéré, et impose en 1648-49 une épuration du Parlement et de l'armée. Seulement, l'épuration laisse place à une majorité en faveur de l'exécution du roi, chose faite en janvier 1649.

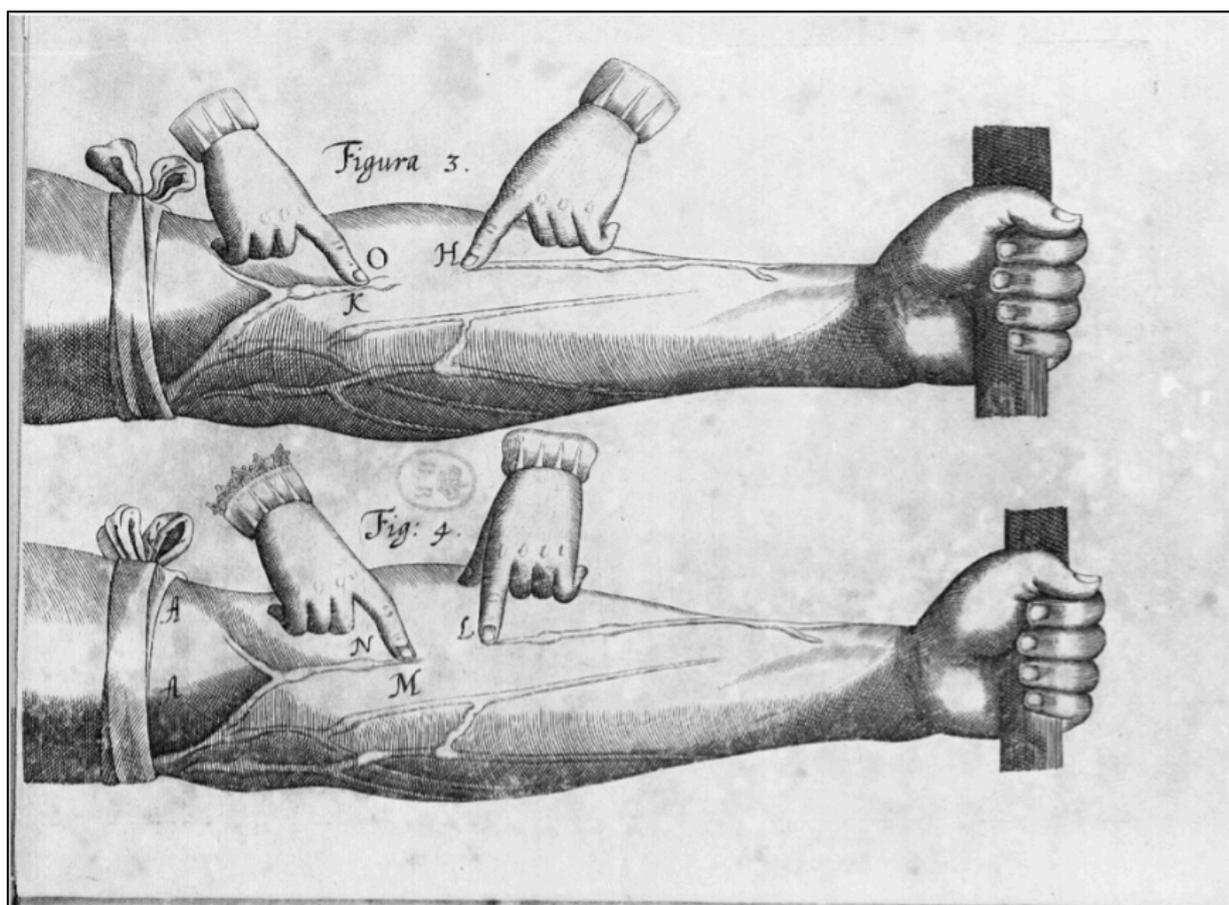
Dans les mois qui suivent la mort du roi, la Chambre des Pairs est supprimée ; un Conseil d'État est créé et en charge du pouvoir exécutif. La République est proclamée le 19 mai ; l'Angleterre, l'Irlande et l'Écosse forment un Commonwealth. On décrète la tolérance religieuse, restreignant les poursuites à celles pour blasphème. L'assistance au culte n'est plus obligatoire. L'Irlande, puis l'Écosse se soulèvent, mais en vain : les deux pays subissent une répression extrêmement sévère, perçue comme une forme de colonisation. Politiquement, le Parlement continue de se radicaliser. Chaque attaque antiparlementaire est associée à de la trahison, une censure préalable est établie, le Parlement crée une haute cour de justice (1653). En 1653, le *bill* fait des députés des membres à vie du Parlement.

À la tête de la République, Cromwell tient d'une main de fer sa place. Après l'échec d'un gouvernement collégial (le « gouvernement des Saints »), il fait proclamer une constitution écrite, l'Instrument de gouvernement. Elle organise les pouvoirs, avec un Lord Protecteur (O. Cromwell), qui exerce le pouvoir exécutif à vie, avec

l'assistance d'un conseil. À côté, un Parlement de 460 députés, élus par un suffrage très restreint, qui possèdent le pouvoir législatif. Le Protecteur peut également légiférer par ordonnance. En 1657, Cromwell crée une Chambre haute du Parlement, pour en diluer les pouvoirs. Il est alors doté d'un pouvoir exécutif absolu et d'un large contrôle du pouvoir législatif. Sur le plan social, il favorise la création d'écoles et le recrutement de maîtres de valeur. Il fait baisser le coût de la justice. Les prisonniers pour dettes sont mieux traités qu'avant. Mais la loi pour les pauvres est souvent suspendue, et la charité en réalité une affaire privée. Économiquement, Cromwell encourage les défrichements et les drainages, rend leurs privilèges aux grandes compagnies de commerce, encourage le commerce lointain et la colonisation.

Cromwell meurt le 5 septembre 1658, trop tôt pour avoir réellement consolidé son régime. Son fils lui succède officiellement, mais l'armée et le Parlement s'opposent à son pouvoir. Richard Cromwell préfère renoncer au pouvoir le 25 mai 1659. Depuis les Provinces-Unies, le fils de Charles Ier, futur Charles II, déclare à Breda l'amnistie pour ceux qui ont lutté contre son père, promet de respecter la liberté de conscience et un certain nombre d'acquis de la révolution. Le 1<sup>er</sup> mai 1660, la monarchie est rétablie, avec Charles II à sa tête.

Harvey se situe en grande partie dans la rupture, et accepte que la circulation du sang puisse être en grande partie dépendante de l'état de l'homme dans le monde. Il ne se contente pas de ce qu'ont dit les autorités : il vérifie et met en place un début de médecine expérimentale, c'est-à-dire un va-et-vient entre théorie et observation. Il mène toute une série d'expériences pour vérifier ce que disent les autorités et considérer les erreurs. Il s'intéresse beaucoup à la circulation du sang, jusqu'à en donner une nouvelle interprétation en montrant qu'il y a une circulation circulaire du sang. La grande nouveauté est là : le sang part du cœur, se répand dans le corps par les artères, et revient par les veines. En même temps, il montre l'existence d'une petite circulation, entre cœur et poumons, qui remplace la circulation par l'orifice que les auteurs antiques avaient mis entre les deux ventricules. Harvey, pour développer cette nouvelle interprétation, crée la grille de lecture du mécanisme, ce pour quoi Descartes lui rendra hommage. Harvey pense le corps comme une machine, et la circulation du sang comme un mouvement, avec un fluide qui passe par des canaux, pour lui les artères et les veines. Harvey ne pense plus le cœur comme une chaudière mais comme une pompe. Pour montrer cela, il applique un schéma physique au corps et entreprend de calculer le poids du sang en mouvement : il donne un nombre à un élément matériel. Harvey garde pourtant l'idée d'une différence de qualité entre le sang artériel et le sang veineux, qu'il juge vicié. Il est à ce titre tout à fait dans l'esprit de l'époque. Il est également incapable de prouver sa théorie de circulation circulaire du sang : il n'a pas les instruments pour montrer que le sang des artères revient dans les veines. Mais il prend place dans la critique acerbe des écrits anciens, caractéristique de son temps (CM Baratay). Harvey explique tout cela en 1628 dans *Étude anatomique du mouvement du cœur et du sang chez les animaux*, publié en latin (*De motu cordis...*). Cet exposé est repris dans le sixième livre du *Discours de la méthode* de Descartes (1637) : la description d'Harvey est d'ailleurs fondatrice du schéma cartésien sur la question.



**Figure 4. Illustration de la circulation sanguine dans *Étude anatomique du mouvement du cœur et du sang chez les animaux* de William Harvey (1628)**

Les interactions entre philosophie naturelle et sciences mathématiques sont à l'origine de l'émergence de la recherche expérimentale en tant que mode de production de connaissance. Les collègues jésuites sont présentés comme des creusets pour la formation de ces premiers expérimentalistes, notamment du fait de l'influence aristotélicienne dans cette formation. Dans les années 1620 et 1630, des mathématiciens jésuites comme Orazio Grassi\* et Honoré Fabri\* avaient plus le parti de recourir à des dispositifs expérimentaux pour produire des connaissances nouvelles, ce qui donnait généralement lieu à la rédaction de comptes rendus. L'objectif était de faire de ces tentatives expérimentales un substitut d'expériences universelles. Il s'agissait de tirer des conclusions générales d'une expérimentation particulière. Galilée lui-même, dans les *Discorsi* (1638) utilise ces méthodes pour élaborer sa « science nouvelle » du mouvement. Dans les *Discorsi*, Galilée décrit des expériences concrètes portant sur le mouvement d'une bille roulant sur un plan incliné, chronométré par un dispositif fondé sur des quantités d'eau écoulées, et justifie la valeur universelle des résultats par la capacité à reproduire l'expérience indéfiniment. Dans le cas des expériences anatomiques, William Harvey réaffirme l'importance des autopsies comme témoignage visuel direct sur le fonctionnement de l'organisme, refusant des reproductions artificielles. Harvey, dans le *De motu cordis* (1628) sur la circulation sanguine, s'efforce toujours de donner un témoignage visuel de ce qu'il avance, et répond à ses contradicteurs en annonçant la fiabilité de ces observations directes, même dans le cas de la mort du sujet observé.

Descartes, dans le *Discours de la méthode* (1637), affirme que les recherches collectives ou partagées ne sont ni fiables, ni efficaces. Les seuls collaborateurs admis doivent être des artisans rémunérés. Pour Descartes, la production de connaissances ne peut être l'œuvre que d'un seul esprit : elle est une activité solitaire. Johann Joachim Becher conçoit vers 1680 un système de production de connaissances

alchimiques (sur la transmutation) qui se basait sur un autoritarisme rigide. Les ouvriers ne devaient chacun avoir qu'une connaissance partielle des éléments pour ne pas influencer sur les expériences. L'un des moyens trouvés était d'ailleurs d'embaucher un maximum d'ouvriers illettrés. Les personnes souhaitant participer/collaborer aux procédures expérimentales étaient invitées à le faire financièrement, de manière à ce que le scientifique puisse employer des ouvriers (Van Damme 2015, p. 71-81).

### Les lieux de la science classique

#### *Laboratoires et observatoires*

Le laboratoire a été décrit comme le « nouveau » lieu de la science classique. L'esprit du laboratoire est intimement lié à l'instrumentation et aux notions d'expérience et d'observation : le laboratoire, c'est le lieu qui les réunit tous les trois. Mêlé à l'instrumentation, le laboratoire devient un lieu d'observation et d'expérimentation privilégié, où l'observation favorise l'amélioration des instruments, et vice versa. Le laboratoire n'est en rien un lieu de la science traditionnelle et ancienne ; au contraire, il se place au cœur d'une nouvelle manière de faire de la science, qui se forme progressivement au cours de la période moderne. Son but (unique ?) tient dans la pratique scientifique plus que dans la théorie pure. Il s'agit d'observer, de vérifier, plus que de penser. Le laboratoire donc, c'est le lieu de la science classique par excellence, celui qui fait converger l'ensemble des enjeux des méthodes nouvelles (*Cambridge History of Science*, vol. 3, p. 305).

Les laboratoires commencent à proliférer au cours du XVI<sup>e</sup> siècle, et sont alors principalement tournés vers la pratique de l'alchimie, surtout dans les cours des États germaniques. Au XVII<sup>e</sup> siècle, des laboratoires de chimie apparaissent dans les universités, aux côtés de jardins botaniques comme le Jardin Royal des Plantes de Paris. La plupart d'entre eux reste concentrée au domicile des savants où chez leur mécène, ainsi la « maison de Salomon » qu'essaie de mettre en place Samuel Hartlib à Charing Cross à Londres, selon les idées de Bacon.

Aux XVII<sup>e</sup> et XVIII<sup>e</sup> siècles, ces laboratoires, au sens de lieux d'expérimentations scientifiques, peuvent prendre des formes diverse, formes qui varient en fait selon l'objectif des lieux et la publicité qui leur est donnée (Klein 2008). Progressivement, le laboratoire devient le lieu de l'expérience scientifique contrôlée, maîtrisée, plus que de la sombre expérience alchimique. Plus intéressant encore, le laboratoire tend à devenir un lieu institutionnalisé de la science. Et il faut vraiment considérer le laboratoire comme un lieu de science collégiale, plus que comme un lieu sombre, mal aéré, qui ne reçoit personne d'autre que le savant lui-même, éventuellement ses assistants. Les alchimistes expérimentent autant qu'ils reçoivent au laboratoire. Même Robert Boyle, pourtant une personnalité assez solitaire, reçoit le Grand-Duc de Toscane en 1669 dans son laboratoire londonien de Pall Mall. Le laboratoire devient aussi un lieu d'enseignement de la science. À l'université de Leyde (Provinces-Unies), inaugurée en 1575, un laboratoire de chimie est inauguré en 1669, confirmant la place des laboratoires professoraux à l'université depuis bien longtemps, notamment en médecine. En 1674, Burchardus de Volder commence à enseigner la physique expérimentale à Leyde, et pousse à l'ouverture d'un laboratoire de physique expérimentale. Il y démontre les principes de la mécanique newtonienne et reproduit les essais de l'anglais sur la lumière.



**Figure 5. Frontispice du *Commercium Philosophico-Technicum* de William Lewis (1714-1781) (Londres, Baldwin, 1763)**

Que trouve-t-on dans un laboratoire ? Dans la peinture de genre flamande, l'alchimiste est représenté le plus souvent auprès de son fourneau, au milieu des livres, dans un modeste atelier. Ces fourneaux sont le cœur du laboratoire : pas d'expérience sans chaleur, surtout pour les laboratoires d'alchimie, qui sont des lieux de fusion et de distillation. Ensuite, le laboratoire c'est la caverne d'Ali Baba des instruments : on y trouve normalement tout ce qui est nécessaire à la pratique scientifique, évidemment dans la mesure de la richesse du savant, du mécène ou de l'institution à l'origine de sa construction. Avec le temps, l'équipement du laboratoire devient de plus en plus onéreux. A l'Arsenal, le laboratoire de Lavoisier comporte 7 000 pièces : six ou sept fourneaux, une abondante verrerie de laboratoire, des balances de précision, des instruments pneumatiques sophistiqués et construits à sa demande en France et en Angleterre. Quelque soixante-dix ingénieurs constructeurs d'instruments scientifiques, artisans de diverses corporations, manufacturiers ou collaborateurs ont participé à la fabrication d'instruments ordinaires ou conçus par lui. Certains des instruments valaient littéralement une fortune, ainsi un gazomètre de Lavoisier à plusieurs centaines de milliers de livres (sur Lavoisier et ses instruments, voir Beretta 2014).

Dans l'*Encyclopédie*, le laboratoire est décrit comme devant posséder trois caractères : il doit être vaste, car les nombreux instruments requièrent de l'espace ; lumineux, pour déceler des phénomènes très peu sensibles parfois, comme un changement de couleur ou l'apparition de vapeur (ainsi Robert Hooke doit inventer un système pour contrôler la lumière avec son microscope, cf. infra, « *Robert Hooke et le microscope* ») ; aéré enfin, par un système interne (une cheminée) et un système externe (des fenêtres). Évidemment, le laboratoire doit aussi être propre et rangé. Le laboratoire en tant qu'espace fait aussi partie d'un ensemble. Des dépendances servent notamment à entreposer des matières premières. Les dépendances peuvent être volontairement plus sèches ou plus humides, pour conserver les substances selon des modalités particulières. La cour, les jardins sont aussi des espaces importants de cet ensemble, pour des expériences plus dangereuses par exemple.

Avant le XVII<sup>e</sup> siècle, il existe des observatoires, mais éphémères : jamais ils ne survivent à leur mécène ou utilisateur. Tycho Brahé et son attrait pour le ciel danois changent la donne. Les observatoires qui sont construits en Europe dans les premières décennies après la mort de Tycho Brahé (1546-1601) sont complètement inspirés des découvertes de ce dernier. Le premier observatoire universitaire est établi à Leyde, et les premiers instruments y sont fournis par les anciens assistants du maître, en 1632. Partout en Europe poussent des observatoires capables de survivre à une génération scientifique. Le plus important d'entre eux est construit à Paris, en 1667, financé avec largesse par Louis XIV et utilisé/géré par les membres de l'Académie des Sciences. La construction architecturale est terminée en 1672, l'intérieur est en travaux jusque 1683. Dès 1670, Paris était devenu le premier centre d'astronomie en Europe. En 1671, c'est Giovanni Domenico Cassini lui-même qui en prend la tête : l'institution est prise très au sérieux. En 1674, dans le but initial de résoudre la question du calcul longitudinal, Charles II lance les plans pour la construction d'un observatoire lié à la Royal Society. Flamsteed est nommé observateur de la Royal Society, poste pour lequel le roi en personne lui fournit un salaire. Flamsteed, qui paie lui-même ses instruments et assistants, commence rapidement ses travaux, mais, du fait de ces considérations financières, le fait un peu en *freelance* : les longitudes, ce n'est pas son sujet préféré, il remet ça à plus tard.

L'instrumentation initiale de l'observatoire consiste d'abord en des sextants muraux et des quadrants. Rapidement, des télescopes sont installés avec des instruments très précis de mesure des angles (pour mesurer les distances). Des réflecteurs de différentes tailles, avec des lentilles plus ou moins puissantes, complètent le dispositif. Au XVIII<sup>e</sup> siècle, les observatoires sont plus nombreux, appartenant à des institutions de plus ou moins grande taille, depuis les États jusqu'aux fondations religieuses. Toujours, ils abritent des équipes d'assistants impressionnantes, à un moment où les scientifiques sont eux-mêmes très rarement des professionnels. L'un des enjeux tient justement à l'entretien d'artisans capables de fournir directement l'observatoire en lentilles efficaces et conformes aux besoins scientifiques de l'observation astronomique. Autrement dit, comme un laboratoire, un observatoire, ça coûte cher.

*Le monde comme espace scientifique : du laboratoire au « terrain »*

Le terrain. En voilà une idée ! En soi, aller à la source de l'information scientifique ne concerne pas toutes les sciences. L'histoire naturelle et la géographie sont particulièrement marquées par ce besoin pour le savant de se déplacer et de voir par lui-même, encore que ce travail puisse être délégué. Cette observation et récolte de terrain se fait principalement au cours de voyages, qui n'ont pas spécialement des objectifs scientifiques, mais qui accueillent des savants à leur bord. Le voyage devient ainsi un terrain d'observation privilégié des astronomes, qui, contrairement aux naturalistes qui peuvent faire venir leur objet d'étude à eux, ont besoin de voir par eux-mêmes. Ainsi en 1676 Edmond Halley, qui souhaite compléter le travail de Flamsteed sur le ciel étoilé de l'hémisphère nord, demande-t-il l'autorisation de se rendre dans l'hémisphère sud. Il passe deux ans à Sainte-Hélène, et en rapport un catalogue de plus de trois cents étoiles : c'est la première carte précise du ciel austral. De nombreux savants sont également embarqués à bord des expéditions navales, de manière à régler des problèmes majeurs comme le dérèglement des boussoles ou le calcul des longitudes en mer.

À partir du XVII<sup>e</sup> siècle les voyages scientifiques sont aussi guidés par le désir de découvrir le globe et de lever le voile sur les « trous » des cartes. La conquête des terres et des mers est un enjeu majeur pour les États européens qui cherchent à étendre leur domination coloniale. Les expéditions scientifiques s'inscrivent donc dans une « course à l'hégémonie », en raison desquelles les membres portent des instructions politiques et scientifiques très précises. Au-delà de l'exploration et de la conquête, la géographie et la cartographie intéressent également les États pour le contrôle des nouvelles terres. Les savants sont chargés au cours de leurs périple de tracer les cartes des terres qu'ils parcourent. Jean Richer à Cayenne effectue de nombreux relevés pour cartographier avec précision les possessions françaises. Les

expéditions permettent aussi de recenser la population des territoires traversés. Les scientifiques peuvent aussi être chargés du tracé des frontières, devenant officiellement des agents au service de l'État. En 1763, les États de Pennsylvanie et du Maryland font appel à deux astronomes britanniques pour tracer leur frontière avec le Delaware. De 1763 à 1765, Charles Mason et Jeremiah Dixon reprennent les mesures de leurs prédécesseurs américains et obtiennent une frontière dont l'erreur ne dépasse pas un mètre (Danson 2016).

### Comprendre les sciences au XVIIIe siècle : quelques parcours et milieux

#### *Les milieux savants anglais au début du XVIIIe siècle*

Les contemporains de l'aube du XVIIIe siècle anglais ont eu cette impression de choc brutal, de basculement scientifique du monde. La révolution copernicienne, si elle n'est pas réelle sur le continent, semble palpable dans une Angleterre qui n'a pas à craindre l'autorité pontificale et son inquisition. Dans la seconde moitié du XVIe siècle, Thomas Digges, John Dee et Robert Recorde adoptent et reprennent les conclusions héliocentriques, les poussant même plus loin dans le cas de Digges. William Gilbert, dans le *De Magnete* (1600), en vient à la conclusion de la rotation de la Terre. L'astronomie n'est qu'un exemple parmi tant d'autres des bouleversements et débats qui ont lieu dans cette Angleterre élisabéthaine puis jacobite. L'atomisme, mais aussi la botanique (influencée par les découvertes américaines) et la médecine, en passant par les mathématiques, sont la « cible » de ces bouleversements.

Mais où se produisent et diffusent les savoirs dans cette Angleterre en pleine mutation ? Contrairement à un vieux mythe historiographique, les universités d'Oxford et Cambridge montrent alors un dynamisme un peu syncrétique, c'est-à-dire que Copernic intègre, parfois un peu paradoxalement, l'enseignement du système aristotélo-ptoléméique. Dans les universités, le système des tuteurs permet d'intégrer plus facilement les fils de la gentry au monde des savants. John Dee et Thomas Harriot sont ainsi passés par les mains d'un même tuteur, Thomas Allen, à Oxford. En parallèle des universités, divers acteurs politiques et économiques utilisent de vieilles institutions pour disséminer le savoir : la compagnie des Barbiers chirurgiens, composée de deux anciennes guildes fusionnées par Henry VIII, prodigue des cours d'anatomie. Trinity House, lieu de collecte d'informations sur la navigation dans l'estuaire de la Tamise, aussi créé par Henry VIII, devient peu à peu un lieu fondamental de formation des pilotes, de collecte des informations cartographiques et de transmission des « dernières » trouvailles scientifiques. Avec la création des compagnies maritimes (EIC en 1600), des bureaux d'études se constituent rapidement, collectant les savoirs et centralisant les travaux de divers savants, notamment sur le sujet de la navigation. L'ensemble de ces institutions, le *Gresham College* en tête, ne fonctionnent cependant que partiellement : les professeurs qui y sont nommés rebutent à passer le plus clair de leur temps à enseigner, préférant se consacrer à leurs recherches ; de l'autre côté, les marins sont très souvent peu désireux de se former en écoutant des savoirs théoriques, qu'ils ne comprenaient de toute façon qu'en partie, manquant des bases de géométrie. Autrement dit, il était bien plus accessible pour les marins de se confronter directement aux mathématiques pratiques et instrumentées que leurs proposaient les libraires fabricants de quadrants et autres nocturlables. Par défaut donc, le *Gresham College* n'est fréquenté « que » par des professeurs de mathématiques, qui y viennent pour se mettre à jour, avec quelques amateurs curieux.

L'Angleterre – et plus particulièrement le Londres – des premières décennies Stuarts est marquée par des liens profonds entre théoriciens et praticiens, les premiers servant généralement de formateurs aux seconds, le tout dans des secteurs stratégiques pour le développement économique et politique de la Couronne. Ainsi le Maître de l'Ordonnance (c'est-à-dire de l'artillerie) est à la tête d'un centre de formation mathématique, balistique et technologique : les officiers artilleurs se voient inculqués quelques rudiments de balistique, jugés nécessaires à l'exercice de leurs fonctions.

### Les cercles savants dans l'Angleterre élisabéthaine et Stuart

Les universités ont un rôle important dans la mise en relation entre les individus : concrètement, s'y constituent des réseaux utiles plus tard aux relations de patronage. Les futurs patrons, membres de la noblesse, y rencontrent leurs futurs protégés, membres de la gentry. Ces relations de patronage orientent cependant les savants vers une production bien ciblée, celle du goût pour les miracles artificiels et autres savoirs très théoriques, bien loin des milieux techniques/appliqués précités. Des cours nobiliaires savantes se forment autour de personnages clés, ainsi le comte de Northumberland (Henry Percy, 1585-1632) ou Dudley Carleton, en plus de la cour royale (Jacques Ier était ainsi un grand collectionneur d'horloges). Chez ces nobles, les savants trouvent pension(s) et conditions de travail idéales. Ainsi chez Northumberland, Thomas Harriot est pensionné avec largesse, en plus de l'octroi de terres dans le Nord. Particulièrement privilégié, il dispose en outre d'un bâtiment qui s'apparente alors à un centre de recherches : une grande maison avec parloir, avec une bibliothèque, un laboratoire d'alchimie, deux cabinets et un ensemble d'instruments mathématiques et astronomiques, dont des télescopes, ce qui permet à Harriot d'étudier les comètes et de lever des cartes lunaires. Le grand défaut de ces cercles restreints de patronage, c'est une culture de l'entre soi : les découvertes ne sont que peu publiées, et donc assez peu diffusées, encore plus à large échelle. Ce qui explique le relative anonymat dans lequel Harriot s'est trouvé jusqu'à la fin du XIXe siècle en Angleterre, et peut-être même jusqu'à aujourd'hui dans l'imaginaire collectif européen.

### Les mondes de la pratique

L'un des espaces clés de la « pratique savante » en Angleterre, ce sont les chantiers de construction navale, à Deptford, Woolwich, Greenwich et Chatham, lieux d'innovation majeurs pour les techniques de construction et de navigation. Presque constamment, sciences et techniques anglaises entretiennent un lien privilégié avec la culture nautique. Fabricants d'instruments londoniens, cercles savants ou fabricants de navires se concentrent avant tout sur ces questions. Dans les boutiques d'instruments, navigateurs, marchands et militaires fréquentent aristocrates, professeurs et géomètres. Ces boutiques deviennent de fait des espaces d'interaction et d'éducation. Les ateliers de Daniel Browne, dans les années 1620-1630, se transforment régulièrement en salles de classe, où l'on peut apprendre les mathématiques appliquées à la navigation, l'art de la topographie, l'usage des globes, du secteur ou du quadrant.

Progressivement, se développe une culture technologique et industrielle. Les différentes villes anglaises se spécialisent dans des productions précises : moulins à papier à Hertford, hauts fourneaux pour la production d'armes à grande échelle et fonderies de canons à Londres ou dans le Sussex. Souvent, les besoins militaires du pays sont à l'origine des grands changements industriels. Ainsi les exigences des maîtres d'ordonnance en poudre noire sont-elles à l'origine des nombreuses fondations de moulins à poudre utilisant les principes nouveaux des foulons mécaniques. La guerre de Trente Ans, puis la guerre civile, sont deux « moteurs » de cette économie poudrière et fondrière : les techniques sont là pour répondre à des besoins pratiques (Brioist, dans Poussou 2007).

### *Francis Bacon : autour des notions de progrès, de science(s) et d'État*

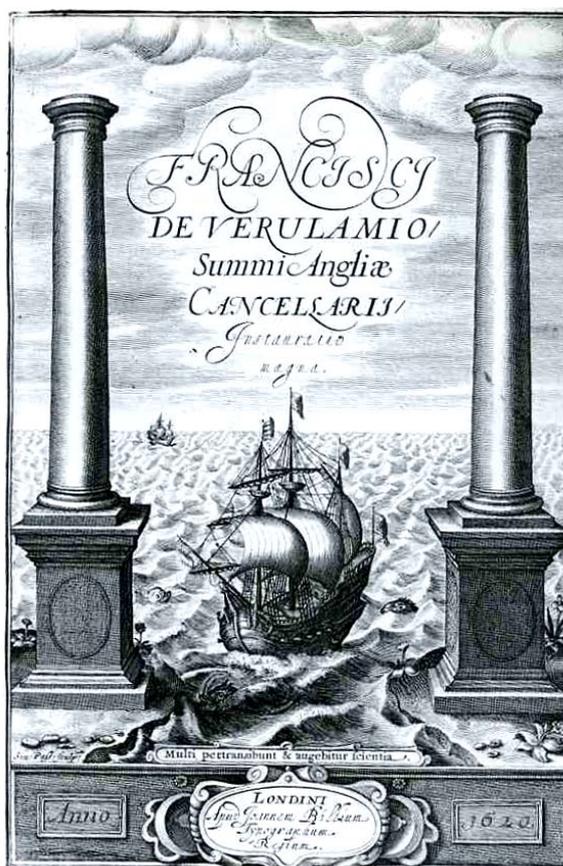
Francis Bacon (1561-1626) est à beaucoup d'égards intéressant pour le programme de moderne : philosophe, historien, il est aussi et surtout homme politique, chancelier de Jacques Ier. C'est un homme de science, un penseur, parfaitement intégré dans les problématiques de son temps, qui vit avec le pouvoir puisqu'il l'exerce autant qu'il le côtoie. Surtout, la philosophie de Bacon représente une des grandes ruptures avec la scolastique. Après Thomas More et Montaigne, qu'il admire, avant Descartes qui le lira et reprendra plusieurs de ses idées, Bacon cherche à dégager la connaissance humaine de l'autorité accordée à Aristote par les universités : « Le savoir dérivé d'Aristote, s'il est soustrait au libre examen, ne montera pas plus haut que le savoir qu'Aristote avait. » Il reproche aux représentants de l'école aristotélicienne de

favoriser une culture livresque sur l'observation directe du monde : pour lui, la science ne peut pas se faire dans les cellules des monastères (Universalis).

Francis Bacon naît à Londres dans une famille de serviteurs de la Couronne anglaise, mais qui n'appartient pas à la noblesse terrienne. Très jeune, Bacon est élève à Cambridge, puis étudie le droit à Gray's Inn (Londres). En 1576, il est envoyé en séjour auprès de l'ambassadeur de la reine Élisabeth à Paris, ce qui le place très jeune dans les sociétés de cour et dans le milieu particulier des serviteurs de l'État anglais. A son retour en Angleterre, il s'attache au comte d'Essex, et devient membre de la Chambre des communes en 1592. Après la mort d'Élisabeth, Bacon profite rapidement des honneurs offerts par Jacques I<sup>er</sup>, qui le nomme successivement solliciteur général (1607), puis avocat général (1615), membre du *Private Council* (1616), garde des Sceaux (1617) et grand chancelier (1618). Francis Bacon est également anobli, devant Baron de Verulam et vicomte de Saint-Alban. En 1621, Bacon est accusé de corruption, ce qui l'amène à faire un tour dans la tour de Londres et payer une forte amende. Il est alors privé de toutes ses dignités et exclu de ses fonctions publiques. Il semblerait qu'il ait été une victime collatérale d'un règlement de compte entre courtisans. Même après sa rentrée en grâce en 1624, Bacon reste à l'écart des affaires jusqu'à sa mort en 1626, préférant consacrer son temps à la rédaction de ses œuvres philosophiques et historiques (notamment une *Histoire du règne d'Henri VII*). Il serait mort des suites d'une expérience de physique.

L'idée d'un progrès du savoir s'énonce chez Bacon à l'aide de la métaphore du voyage de découvertes, qu'illustre le célèbre frontispice du *Novum Organum*, représentant une caravelle rentrant au port et rapportant un riche butin au terme d'un long voyage dans le nouveau monde. Un cartouche rappelle en même temps la prophétie de Daniel : « beaucoup voyageront en tous sens et la science sera augmentée » (cf. illustration). La métaphore est assez évidente : à l'image des navigateurs qui ne cessent de découvrir de nouvelles terres, les savants ont eux aussi de nouveaux continents du savoir à explorer, de nouvelles connaissances à construire. Pour Bacon donc, la science est accumulation de connaissances ; le progrès, c'est une augmentation quantitative des savoirs. Le progrès de Bacon s'insère aussi dans un mouvement critique des écrits anciens, auxquels il appelle à ne pas s'arrêter : *exit* l'idée de marcher vers l'avenir en regardant vers le passé ? Le paradoxe de Bacon, c'est qu'il continue à dire la nécessité de connaître et de s'appuyer sur les écrits anciens, à partir desquels il faut bâtir le progrès scientifique (Mazauric 2009, p. 177).

Chez Bacon, la véritable innovation sur l'idée de progrès scientifique est beaucoup plus intéressante : pour lui, le progrès n'est possible qu'à condition qu'il soit financé par l'État, dans le cadre d'institutions prévues à cet effet. Bacon fait donc naître un nouveau rapport entre science et pouvoir, science et État, science et institutions. C'est là un *leitmotiv* de sa pensée, depuis les dernières années du règne d'Élisabeth (m. 1603) jusqu'à sa propre mort en 1626. Bacon, théoricien de l'État et de la chose politique, en vient rapidement à analyser ce rapport avec la science, dont il est lui-même l'un des



représentants anglais les plus éminents de l'époque (quelque part, il prêche pour son propre financement). La réforme du savoir, c'est le *télos* de F. Bacon, homme de culture autant qu'homme politique. Son projet s'insère dans un projet plus global de réforme politique et sociale, touchant l'Angleterre et l'Écosse toutes entières. Mais le projet de réforme du savoir a sa propre spécificité. C'est sur le mode de la requête qu'il l'amène, plus qu'avec le ton impérieux de l'homme d'État. Pour Bacon donc, l'État doit être le promoteur de la réforme des institutions scientifiques et universitaires : la réforme du savoir serait sans effet réel si elle n'était accompagnée d'une réforme institutionnelle qui en permet l'essor (Deleule 2003). Le projet baconien est aussi novateur en ce qu'il tend à dissocier recherche et enseignement. Pour lui, le financement étatique pourrait justement mener à créer des institutions exclusivement consacrées à la recherche, une recherche « fondamentale », sans souci d'utilité immédiate, dotée de tous les moyens matériels et humains nécessaires pour faire progresser la connaissance de l'homme et de la nature : bibliothèque, laboratoire, instruments de tous types, jardin. Comme Galilée, Bacon appelle aussi à l'indépendance de cette recherche vis-à-vis des institutions religieuses. Avec Bacon est donc pensée une recherche scientifique relevant de la seule initiative de l'État. À terme, il justifie son projet dans le cadre d'une réforme globale de la société : la connaissance des sciences aurait nécessairement des effets sociaux, prévisibles et attendus, par exemple dans le domaine de la navigation. C'est là que Bacon tente d'attirer l'attention du pouvoir royal anglais : l'État trouverait bénéfique à engager d'importants moyens financiers dans une institutionnalisation de la science, qui lui permettrait autant de mieux assurer le bien-être collectif (l'un des fondements de l'État dans la pensée de Bacon) que de s'assurer un bénéfice symbolique (Mazauric 2009, p. 178).

La pensée de Bacon est importante parce qu'elle irrigue tout le XVII<sup>e</sup> siècle, et pas qu'en Angleterre. Aussi, il ne fait pas que penser la science par et pour elle-même, mais l'ancre dans son rapport à l'État, au pouvoir et à la société. Bacon pense l'articulation des quatre points du programme. On trouve un écho assez clair de sa pensée dans les écrits de Descartes, qui approuve la perspective d'un « progrès des sciences » et partage la conviction que ce progrès requiert aussi bien la coopération des chercheurs que le financement de la recherche par l'État, et assigne la même finalité à la science : la recherche du bien public. Pascal également pense la science comme un progrès continu, qui exige que l'on prenne appui sur les Anciens, dans la perspective de les dépasser. La référence à Bacon chez Pascal joue un rôle fondamental lorsqu'il en appelle à l'État pour qu'il prenne en charge le financement de l'activité scientifique, dans la mesure où le mécénat privé ne suffisait plus à subvenir aux besoins d'une science beaucoup plus gourmande (rien que l'instrumentation coûte des fortunes). Dans la pratique et l'événementielle, la pensée baconienne a ceci de majeur qu'elle semble le fondement de la fondation des académies royales, notamment anglaise et française, mais aussi florentine. C'est un peu en réponse à la lecture de ses écrits que s'étatise la science (cf. infra) (Mazauric 2009, p. 178-179).

#### *René Descartes et le methodisme : une révolution cartésienne ?*

René Descartes naît le 31 mars 1596 en Touraine. Son père est Joachim Descartes, conseiller au Parlement de Rennes, sa mère Jeanne Brochard. En 1606, à l'âge de dix ans, il est admis au collège royal de La Flèche, tenu par les jésuites qui viennent de rentrer en grâce auprès du roi de France (ils sont exclus du royaume de 1594 à 1604). Il y reçoit un traitement de faveur, dû à ses dons et à sa fragile santé : il peut se lever tard, réfléchir longuement dans son lit, habitude qu'il conservera toute sa vie. La première partie du *Discours de la méthode* nous entretient de ces années d'études. Descartes remarque vite que les leçons qu'il reçoit ne lui donnent, dans la vie, aucune assurance. Il rêve d'une science proposant à l'homme des fins, et veut fournir à la morale une certitude qu'il ne rencontre alors que dans les mathématiques (Universalis).

Après des études à l'université de Poitiers, Descartes embrasse la carrière des armes, dans laquelle il voit un moyen de voyager : il part en 1618 pour les Provinces-Unies, où il s'engage dans les armées du prince Maurice de Nassau (cf. encart). C'est dans l'armée de Nassau qu'il rencontre Isaac Beckmann (1588-1637), de huit ans son aîné, avec qui il confirme sa vocation de scientifique. En 1626, de passage à Paris, il fréquente le milieu scientifique parisien, y dévoile son projet de « science admirable » et reçoit un accueil globalement favorable. Le cardinal de Bérulle, fondateur de la Congrégation de l'Oratoire (1611), désireux de réformer en profondeur le clergé, voit dans la science nouvelle que promet Descartes un moyen de conforter la religion chrétienne, non de la combattre ou de la détruire. Mais Descartes s'insère d'ores et déjà dans un conflit entre scientifiques et institutions : en 1624, le Parlement de Paris, à la requête de la faculté de théologie de la Sorbonne, interdit la soutenance de thèses ouvertement anti-aristotélicienne (Mazauric 2009, p. 122-123). En 1628, Descartes quitte la France pour les Provinces-Unies, où il va vivre pendant vingt ans, changeant souvent de domicile afin de préserver sa tranquillité. Il se consacre là à son projet de réforme de la philosophie, c'est-à-dire de la connaissance (donc de la science) en général.

### **La Guerre de Trente Ans (1618-1648)**

Pendant trente ans, la guerre divise et ravage le continent européen. Commencée en Bohême par la défenestration de Prague (23 mai 1618) et terminée par la signature des traités de Westphalie, à Münster et à Osnabrück, le 24 octobre 1648, elle s'est déroulée sur le territoire du Saint Empire. Mais les conséquences géopolitiques sont beaucoup plus larges que ce terrain d'action. Les quatre aires géographiques concernées par le programme sont impliquées dans le conflit, directement ou indirectement (Italie).

L'occasion du conflit fut fournie par la question religieuse, et la guerre de Trente Ans a bien été, à son origine et dans son essence profonde, une guerre de religion entre une aristocratie protestante attachée à ses privilèges et une dynastie catholique résolue à soutenir la Réforme catholique et à obtenir la conversion des sujets à la doctrine romaine, définie par le Concile. Au départ intérieure aux États princiers du Saint-Empire Romain Germanique, la guerre se propage par le biais des alliances et systèmes de protection, ainsi que par des solidarités confessionnelles entre protestants et entre catholiques. Trente ans de guerre, dont le principal théâtre d'opérations allait être le Saint Empire. Les armées en présence étaient, avant tout, des armées de mercenaires, levées par des chefs de guerre qui assuraient l'enrôlement, l'armement et le ravitaillement des troupes. Au début, les effectifs ne dépassaient pas une vingtaine de milliers d'hommes, mais ils s'enflèrent considérablement au cours du conflit. L'équipement de l'infanterie et de la cavalerie était traditionnel : piques, mousquets, casques et cuirasses ; l'artillerie était encore peu importante, utilisée pour semer le désordre chez l'adversaire pendant le combat et tenter le siège des villes, mal fortifiées. Tout dépendait de la solde : si celle-ci n'était pas fournie à temps, les soldats se débandaient et pillaient la campagne. Plus les armées étaient nombreuses, plus il fallait d'argent. Les souverains ne pouvaient le fournir qu'en augmentant les impôts, mais, pour obtenir immédiatement des espèces, ils recouraient aux avances de négociants et de banquiers. Pour détourner les armées de leurs territoires, les grandes villes marchandes d'Allemagne consentaient à verser de lourdes contributions, mais elles n'évitaient pas toujours le saccage (cas de l'incendie de Magdebourg par l'armée catholique de Tilly, en 1631). Dans la campagne, les châteaux et les monastères étaient livrés au pillage. Le long des routes suivant les grands fleuves, les paysans subissaient sans défense les exactions de tout genre : enlèvement des récoltes et des bestiaux, violences contre les personnes avec des raffinements de méchanceté, pendaisons, viols.

C'est le jeu des alliances diplomatiques qui fait l'ampleur du conflit. Par exemple, la France, où Richelieu était devenu ministre en 1624, ne pouvait que redouter un succès définitif de la maison d'Autriche dans l'Empire, succès qui eût facilité la victoire des Espagnols sur les Provinces-Unies. Il lui fallait donc entretenir la guerre par des alliances avec les adversaires des Habsbourg : les Provinces-Unies et, à partir de 1631, la Suède. Ces alliances protestantes faisaient scandale auprès des catholiques de France, mais elles paraissaient à Richelieu un moindre mal. Toujours du fait du jeu des alliances, les combats se poursuivent dans le nord de la péninsule italienne, dans la poursuite logique et perpétuelle des guerres d'Italie de la Renaissance, entre Français et Espagnols. Cette reprise des combats en Italie, comme au XVI<sup>e</sup> siècle, est à l'origine d'une nouvelle fuite démographique vers la France (cf. thèse de J.-D. Dubost).

Signée en 1648, la paix de Westphalie finit par reconnaître trois confessions dans l'Empire : catholique, luthérienne et calviniste. Les différentes puissances font la paix entre elles, dans des traités séparés. Les Provinces-Unies se voient enfin accorder une indépendance officielle de la part de l'Espagne. En Italie, la situation n'est pas réglée avant la paix des Pyrénées en 1659.

Le Cartésianisme, c'est l'avènement du doute comme fondement de la pratique scientifique. Dans le *Discours de la méthode* (1637), Descartes décrit comment, par le doute systématique de toute chose, il élimine l'ensemble des postulats philosophiques comme « opinion mère » et peut commencer à construire un édifice philosophique basé sur des idées « claires et distinctes » (*Cambridge History of Science*, vol. 3, p. 396-397). L'œuvre de Descartes semble inspirée par un triple souci : 1<sup>o</sup> substituer à la science interprétative une science dont la certitude égale celle des mathématiques, 2<sup>o</sup> tirer de cette science les applications pratiques qui rendront les hommes « comme maîtres et possesseurs de la nature », 3<sup>o</sup> situer enfin cette science par rapport à l'Être, en donnant une solution au conflit qui oppose science et religion. Aux yeux de Descartes, ce projet scientifique appelle à l'unité des sciences : pour lui, elles ne sont de toute manière rien d'autre que la sagesse humaine (science = connaissance). Cette idée d'unité de la science rejoint une autre idée, prise peut-être à Galilée : le monde tout entier est fait d'une même et unique matière, en sorte que l'astronomie, la physique, la biologie même, doivent obéir aux mêmes lois. Ces lois, on les découvre selon Descartes avec une méthode bien précise. Par méthode, Descartes entend un ensemble de règles, certaines et faciles, par l'observation exactes desquelles on sera certain de ne prendre jamais le faux pour le vrai, et, sans dépenser inutilement les forces de son esprit, mais en accroissant son savoir par un progrès continu, de parvenir à la connaissance vraie de tout ce dont on sera capable. Cette méthode peut être considérée à la fois comme une manière d'aller au-delà des préjugés sur les choses et leur nature et comme une manière d'éviter l'erreur. Douter de tout, c'est contredire tout ce que l'on voit, et voir automatiquement quand une chose est certaine ou non. Sous un autre aspect, la méthode cartésienne est un ensemble de procédés de découverte. Il ne s'agit pas seulement d'éviter l'erreur, mais aussi et surtout de trouver la vérité. Sur ce point, Descartes est beaucoup plus souple, parce qu'il ne trouve pas de procédé universel. Trois étapes du raisonnement scientifique se dégagent toutefois : l'intuition, la déduction et l'ordre. L'intuition, base et fondement de la connaissance, présente chaque terme et permet de l'apercevoir. La déduction permet de passer d'un terme à l'autre, en apercevant, par intuition, leur rapport. Un tel raisonnement diffère du syllogisme scolastique, lequel opère en faisant rentrer les uns dans les autres des concepts d'extension et de compréhension diverses. La relation qui, chez Descartes, fonde le raisonnement est un rapport entre quantités, qui permet de fixer la place de ces quantités dans l'ordre. Parvenir à remplacer l'apparent chaos de l'expérience par un complexe ordonné et rationnellement reconstruit, c'est là le but de la science conçue par Descartes (*Universalis*).

Quid de l'impact de Descartes sur les savants de son temps ? Les travaux de Descartes en mathématiques et en physique sont mêlés à de constantes polémiques. Il s'oppose à Fermat au sujet des tangentes, discute avec Plempius sur le mouvement du cœur. La publication parisienne de ses *Méditations métaphysiques* est suivie d'une série d'objections de membres du groupe de Mersenne (cf. infra, dont Caterus, Mersenne, Hobbes, d'Arnault et Gassendi). La seconde édition, réalisée aux Provinces-Unies en 1642, insère ces objections et les réponses de Descartes à ses détracteurs. Sans cesse, Descartes se défend contre ses détracteurs, défense qui lui demande de mobiliser des réseaux scientifiques autant que politiques. Ainsi, il fait intervenir l'ambassadeur de France aux Provinces-Unies dans une controverse, en 1643, contre Gilbert Voet. En France, il s'oppose à la Sorbonne ; aux Provinces-Unies, il s'oppose à l'université de Leyde, tant et si bien qu'il finit par penser au retour en France, où il revient temporairement en 1647-48. Pendant ce voyage, il fréquente assidument le groupe parisien de Mersenne, avec qui il correspond depuis des années. Il y rencontre Roberval, Hobbes, Gassendi et le jeune Blaise

Pascal. Mais Paris le déçoit, d'autant plus que la capitale sombre dans les affres de la Fronde, et il rentre en Hollande.

Après sa mort à Stockholm en 1650 (il avait été appelé par Christine de Suède à l'automne 1649), l'œuvre de Descartes n'est pas oubliée. Le système de Descartes est un geste, un moment de rupture d'avec le cosmos aristotélicien, le moment à partir duquel il devient possible à chacun d'imaginer et de construire un monde. De manière un peu simplifiée, on peut dire que Descartes offre à la science une méthode, méthode qui va grandement influencer la science et les découvertes scientifiques du reste de l'époque moderne. Comme pour Machiavel en science politique, le fait que tout le monde, dans la seconde moitié du XVII<sup>e</sup> siècle, cite et critique Descartes montre bien qu'il est connu, lu et diffusé. Blaise Pascal, puis Newton, se servent des ouvrages de Descartes pour écrire leurs propres travaux. Il existe donc bel et bien un héritage cartésien, surtout du côté de Huygens et de Newton, autour de la science du mouvement.

#### Étatiser les sciences : naissance des académies

Les académies sont des sociétés de gens de lettres, savants, artistes. L'académie telle que se développe en Italie à la Renaissance est directement issue de l'*akademia* grecque : c'est un endroit de réunion où les savants discutent et distillent leur savoir. Les académies fleurissent dans toute l'Europe au fil de l'époque moderne, pour décliner au moment du romantisme. L'académie peut prendre plusieurs formes, depuis l'institution universitaire ou officielle jusqu'au « salon » plus ou moins officieux. Ce qui est certain, c'est que l'académie se définit par opposition à d'autres formes d'organisation collective : le cercle d'amis ou le salon, dont elle constitue un avatar plus formel ou moins mondain ; l'Université, contre laquelle elle s'est parfois explicitement constituée ; ou encore l'atelier ou la boutique, la corporation ou la manufacture, par rapport auxquels elle affirme sa rupture avec l'univers du « métier » (artisanal ou industrialisé mais, en tout cas, ressortissant du *negotium*) pour revendiquer l'accès à la « profession », intellectuelle et libérale, autrement dit désintéressée (telle que la pratique ceux qui vivent dans l'oisiveté, l'*otium*). L'importance des académies doit être nuancée en ce qu'elles ne concernaient d'une infime minorité d'élites, de l'ordre d'1% de la population à l'époque des Lumières tout au plus.

L'affirmation de la forme académique au XVII<sup>e</sup> siècle correspond à l'inadaptabilité des institutions classiques d'encadrement de la science (universités et collèges) face aux nouvelles manières de penser la science et le monde. Ces institutions ne semblent pas en mesure de répondre aux aspirations de tous ceux qui souhaitent progresser dans la connaissance du monde naturel et ses évolutions. Cette insatisfaction va alors pousser les hommes de science à chercher une autre forme d'encadrement, qu'ils trouvent justement dans les premières académies de la Renaissance. Ces académies du XVII<sup>e</sup> siècle s'inscrivent pleinement dans une logique sociale, celle qui commande le fonctionnement de la République des Lettres, logique selon laquelle tout savoir a pour objectif son propre partage et sa communication. Les académiciens sont tous animés par la volonté de diffuser leurs travaux différemment de ce que les universités leur proposent. La liberté de philosopher est également un *leitmotiv* de l'énoncé des motifs qui ont présidé à la création de nombreuses académies. La forme académique donc répond à cette demande sociale des hommes de science (Mazauric 2009, p. 144).

Les académies répondent aussi à une demande politique. Dans le contexte européen de la guerre de Trente Ans, les académies trouvent des princes enclins à financer leurs recherches, et contribuent à la compétition entre États. La science, financée par les princes, intègre une politique de prestige qui change d'échelle. Dans les capitales européennes s'ancrent des académies en concurrence avec les autres. À la cour, les académies sont reconnues comme des corps officiels mais non localisés. Elles ont des subventions (directes ou non) qui permettent de rémunérer plus ou moins bien les académiciens (le plus

souvent sous la forme de jetons de présence). Elles bénéficient d'une double émulation, celle de la cour et celle des grandes capitales (Van Damme 2015, p. 90-91).

Les académies étaient des lieux faits de paradoxes, où la conservation d'un attachement aux pratiques et aux protocoles propres aux cours princières avaient donné naissance à l'alliance entre science et État dès avant 1650. L'Accademia del Cimento de Florence, première académie même si à l'existence éphémère (1657-1667), est assez représentative de tout cela (Van Damme 2015, p. 53). La Royal Society of London (fondation en 1660) reprend la même ligne.

#### *Une pratique italienne...*

Les académies sont des sociétés de gens de lettres, savants, artistes. L'académie telle que se développe en Italie à la Renaissance est directement issue de l'*akademia* grecque : c'est un endroit de réunion où les savants discutent et distillent leur savoir. Les académies fleurissent dans toute l'Europe au fil de l'époque moderne, pour décliner au moment du romantisme. L'académie peut prendre plusieurs formes, depuis l'institution universitaire ou officielle jusqu'au « salon » plus ou moins officieux. Ce qui est certain, c'est que l'académie se définit par opposition à d'autres formes d'organisation collective : le cercle d'amis ou le salon, dont elle constitue un avatar plus formel ou moins mondain ; l'Université, contre laquelle elle s'est parfois explicitement constituée ; ou encore l'atelier ou la boutique, la corporation ou la manufacture, par rapport auxquels elle affirme sa rupture avec l'univers du « métier » (artisanal ou industrialisé mais, en tout cas, ressortissant du *negotium*) pour revendiquer l'accès à la « profession », intellectuelle et libérale, autrement dit désintéressée (telle que la pratique ceux qui vivent dans l'oisiveté, l'*otium*).

Avant le XVII<sup>e</sup> siècle et leur institutionnalisation, les académies sont des clubs informels, des regroupements de savants et d'humanistes. Surtout, elles viennent d'Italie. La première à avoir été ainsi recensée fut l'*Accademia platonica* de Marsile Ficin et Pic de la Mirandole, fondée à Florence en 1462 sous le règne de Laurent le Magnifique. Sur ce même modèle d'une culture à la fois encyclopédique et humanistes, par opposition à la scolastique, se développèrent dans l'Italie du XVI<sup>e</sup> siècle un grand nombre d'académies ; on en compte environ 500 vers 1530, dont 70 à Bologne, 56 à Rome, 43 à Venise, ainsi qu'à Naples, à Vérone, etc., et, bien sûr, à Florence, où l'*Accademia degli Umidi* devint en 1540 l'*Accademia fiorentina*, sous l'égide de Cosme de Médicis qui présida également la fondation par Vasari en 1563 de l'*Accademia del disegno*, première académie pour la peinture et la sculpture. C'est à Florence également que fut créée, puis officialisée en 1584, l'*Accademia della Crusca*, autre académie importante (Universalis). Voilà donc pour une histoire très résumée des académies italiennes du XVI<sup>e</sup> siècle.

Comment ces groupements de la première heure fonctionnent-ils ? Il faut d'abord les considérer comme des réseaux. Peu importe l'endroit où ils travaillaient, les humanistes pouvaient se reposer sur des réseaux informatifs, par lesquels ils pouvaient emprunter des livres, échanger des idées, se confronter à l'expertise de leurs pairs. Ces académies, si elles ne font pas oublier totalement la concurrence entre savants, sont fondées sur un partage des connaissances et une entraide mutuelle constante (Najemy 2004, p. 53-54). À Florence, cette communauté humaniste et intellectuelle se retrouve dans la villa de Careggi, autour de Marsile Ficin. C'est en 1462 que se forme, sous l'impulsion de Laurent de Médicis, cette première académie. D'ailleurs, la villa lui appartient. À Careggi, plusieurs dizaines d'humanistes se succèdent autour de Ficin et de Pic de la Mirandole pendant des décennies, jusqu'à leur mort, respectivement en 1499 et en 1494. Dans cette académie, il n'y a pas de règlement ni de rencontres fixes. Ce sont les amis et les admirateurs de Marsile Ficin qui se réunissent pour débattre des sujets qui les préoccupent, comme par exemple de l'importance de la vie active et de la vie contemplative, de la véritable noblesse ou encore de la dignité de l'homme. Ces conversations s'accompagnent de banquets et de musique. Surtout, cette académie est représentative d'une mutation de la figure de l'intellectuel : ce

dernier devient courtisan, et, ne s'occupant plus de sa condition matérielle, peut théoriquement s'adonner à une production intellectuelle abondante. Ainsi Marsile Ficin traduit-il de nombreuses œuvres grecques, en particulier toute l'œuvre de Platon et divulgue ainsi la philosophie de celui-ci. Il commente également le *Banquet* de Platon, écrit une *Theologia platonica*, le *De vita triplici* et l'*Apologia*. Il compose de très nombreuses lettres, regroupées en douze volumes, chacune débattant d'un problème particulier (Piquet 2008, §. 5-6). Depuis Florence, le « travail » des humanistes de la villa Careggi se diffuse à travers l'Europe, étant connu des universitaires et des dirigeants de l'époque. Ainsi lorsque Charles VIII arrive à Florence à l'automne 1494, il se rend immédiatement au chevet de Pic de la Mirandole, mourant : il considère impossible de ne pas avoir la chance de le rencontrer. Quelque part donc, ces lieux de science (au sens de connaissance, ainsi que le définit d'ailleurs Marsile Ficin, cf. encart) sont connus à grande échelle, formant des réseaux imbriqués et facilement emboîtables.

#### **Exhortation à la science (lettre de Marsile Ficin à Niccolao degli Albizzi)**

« Tu as entendu ce proverbe, mon cher Niccolao : rien n'est plus doux que le profit. Mais quel homme acquiert du profit ? Celui qui obtient ce qui lui appartient : nous savons ce qui est nôtre, mais tout le reste relève de la fortune. Que les petits hommes envient les opulents, ceux dont le coffre est riche, et non l'esprit. Toi, sois l'émule des hommes doctes et bons dont l'intelligence est semblable à Dieu.

Admoneste tes condisciples de prendre garde à Sculla et à Carubde, à savoir aux séductions de la volupté et à l'enflamment funeste de l'intelligence qui concernent d'avantage l'homme d'opinion que l'homme de science. Qu'ils se souviennent qu'un jour le souverain plaisir ce sera celui qui se perçoit seulement dans la partie souveraine de l'esprit, à partir du trésor souverain de la vérité elle-même, lorsqu'ils auront estimé moindres les ombres des plaisirs inanes à la lumière de la science. L'arbre de la science, même s'il paraît posséder des racines un peu amères, donne néanmoins des fruits ô combien suaves. Qu'ils se souviennent en outre qu'il n'y aura jamais trop de fruits, parce qu'il n'y en a jamais assez. En effet, il n'a pas encore suffisamment appris celui qui doute encore de quelque chose, mais l'on doute aussi longtemps qu'on vit. Donc il nous faut apprendre aussi longtemps qu'il nous faut vivre. Il nous faut imiter le sage Solon qui, même en mourant, s'efforçait d'apprendre quelque chose, comme il sied à un homme qui s'était nourri de l'aliment de la vérité, et pour qui mourir n'était rien d'autre que revivre. Jamais il ne saurait mourir celui qui s'est régalé d'une nourriture immortelle. Dès le moment où Socrate commença de proclamer publiquement qu'il ne savait rien, Apollon l'appela le plus sage de tous les sages. Pythagore recommanda à ses disciples qu'ils s'observassent eux-mêmes dans le miroir, non pas à la lumière d'une lampe, mais à la lumière du Soleil. Or, qu'est-ce que l'étincelle de la lampe, si ce n'est l'esprit encore insuffisamment instruit ? Qu'est-ce que la lumière du Soleil, si ce n'est l'intelligence la plus instruite ? Donc, lorsqu'on désire observer l'image de son propre esprit, qu'on le compare lui-même non pas aux incultes mais, au contraire aux plus instruits : ainsi l'on discernera plus clairement combien il y aura de profit et combien de surplus. Dans la nourriture de l'esprit, nous devons imiter les gloutons et les cupides, qui toujours tendent leur esprit vers ce qui reste. (...) ».

Marsile Ficin, *Correspondance. Livre 1 (1457-1475)*, Paris, Librairie Philosophique J. Vrin, 2014, p. 69-71.

Du point de vue de leur manière de voir et de faire la science, les académies se positionnent le plus souvent contre les universités. L'un des points clés de cette opposition, c'est la langue. L'université moderne utilise le latin. La science universitaire, c'est donc une science érudite, peu accessible, une science réservée à une élite capable de la lire, qui la diffuse ensuite en l'expliquant, mais toujours de manière orale. La science des académies italiennes tient un autre discours. Dans les années 1510, malgré la grande diversité linguistique de l'Italie de la Renaissance, la plupart des œuvres écrites par ces humanistes académiciens le sont en *volgare*, principalement le toscan d'ailleurs. Certaines des plus grandes œuvres italiennes utilisent le toscan : *Le Prince* (1513), les *Discorsi* de Machiavel, le *Roland Furieux* de l'Arioste (1516), le *Livre du Courtisan* de Castiglione (1528) ou encore l'*Histoire d'Italie* de Guichardin (1535). D'un point de vue purement scientifique, cet essor de la langue vernaculaire en dit long sur la volonté d'élargissement du public visé par les ouvrages. Cela correspond à un idéal pédagogique et éducatif de

l'humanisme du premier XVI<sup>e</sup> siècle. La différence avec les universités, c'est certainement cette idée du public (Carrangeot, Chapron et Chauvineau 2015, p. 61-63).

Au XVI<sup>e</sup> siècle, les académies se multiplient en Italie, prenant presque toujours racine dans un cadre curial. Cet aspect est important, en ce qu'il fait du savant un courtisan, peut-être plus ancré dans les milieux de pouvoir(s) d'abord, mais aussi dans la partie, même infime, de la société qu'est la cour. Cette sortie du cadre universitaire a une importance en ce que le savant vit certainement plus parmi ses contemporains que dans un cadre universitaire classique (avec toutes les réserves nécessaires sur la vision de l'université que cela implique). Cependant, il faut émettre deux réserves à cette transformation. D'abord, la société de cour n'est pas représentative, du tout, de la société dans son ensemble, et cela n'implique donc pas réellement que les savants vivent « dans le siècle ». Ensuite, l'introduction du savant à la cour se fait selon des modalités hiérarchiques, dans une visée économique et politique. Même dans le cadre d'un mécénat « désintéressé », les académies savantes se retrouvent dans une logique politique qu'il leur est difficile d'ignorer (cf. infra). Voilà ce que l'on peut dire, de manière brève et synthétique, de ces académies italiennes de la Renaissance.

La première académie scientifique du XVII<sup>e</sup> siècle naît à Rome en 1603, sous le nom d'*Accademia del Lincei* (« Académie des Lynx »). Elle est alors fondée par le prince Federico Cesi (1585-1630), dont la famille appartient à la haute aristocratie romaine. Cesi réunit autour de lui trois amis, le mathématicien Francesco Stelluti, le naturaliste hollandais Johannes Eck et le polygraphe Anastasio de Fillis. À eux quatre, ils forment le noyau dur de l'Académie des Lynx. L'Académie est installée chez Federico Cesi, équipée d'une bibliothèque, d'un laboratoire et d'un cabinet de curiosités. En 1610, elle accueille Giambattista Della Porta ; en 1611 Galilée lui est affilié pendant son premier séjour romain. L'Académie s'est fixé des objectifs éditoriaux, et publie *Lettres sur les taches solaires* (1613), *L'essayeur* en 1623. L'Académie des Lynx est rapidement mise en cause en raison d'accusations d'immoralité et d'hérésie. En 1630, elle ne survit pas à son fondateur, ce qui prouve son caractère essentiellement privé (elle est refondée de manière éphémère au XVIII<sup>e</sup> siècle). L'Académie des Lynx est un symbole plus qu'une franche réussite scientifique. Son nom devait évoquer la vue perçante du Lynx, car son objectif majeur était de parvenir à pénétrer les secrets de la nature afin de procéder au renouvellement de la philosophie naturelle dans son intégralité. Cesi souhaitait lancer un projet de publication de nature encyclopédique, recouvrant tous les champs du savoir. Sur le fond, son intention est foncièrement anti-scolastique et anti-théologique. Les méthodes prônées sont l'observation et l'expérience (cf. supra). Pourtant, Cesi refuse toute controverse d'ordre théologique ou politique. Il s'agissait de ne pas donner au Collège romain, qui voyait d'un mauvais œil l'orientation ouvertement réformiste de l'Académie dei Lincei, les moyens de lui causer de réels problèmes (Mazauric 2009, p. 144-145).

En 1657 naît l'*Accademia del Cimento* à Florence, sous l'action politique et financière de Léopold de Médicis. L'Académie est orientée vers l'expérience (d'où son nom), les membres sont rattachés au prince toscan dans le cadre d'une compagnie privée, sous l'égide de laquelle ils placent leur légitimité scientifique et leur statut social. Les activités et les rencontres des académiciens sont soumises à l'autorité du prince également, qui théoriquement supervise tout. Les académiciens donc, protégés mais aussi obligés du prince, se retrouvent dans une sorte de compétition interne, caractéristique des milieux de cour de l'époque. Malgré cela, les académiciens semblent avoir intégré la nécessité de se comporter avec urbanité, et les réunions/assemblées se passent dans le calme. L'*Accademia del Cimento* ressemble bien plus à une cour faite de scientifiques qu'à une académie scientifique. L'étiquette de cour en influence les protocoles, les étrangers sont regardés avec suspicion, les travaux restent secrets jusqu'à leur publication, si ce n'est pour toujours. Échec scientifique, politique et sociale, elle disparaît dès 1667 (*Cambridge History of Science*, vol. 3, p. 268-269).

... diffusée en Europe

Dès le XVI<sup>e</sup> siècle, la pratique des cercles, salons et sociétés, née en Italie, se diffuse ailleurs en Europe. À Paris, il existe déjà des académies littéraires sous le règne d'Henri III (1574-1589). Le mouvement prend de l'ampleur dans la première moitié du XVII<sup>e</sup> siècle. Les frères Dupuy ouvrent vers 1620, à l'Hôtel de Thou dans le Quartier latin, une académie sans nom, ni statut, ni inscriptions. Ce « cabinet Dupuy » comme on l'appelle après 1635, accueille tous les jours une vingtaine de participants, réguliers ou de passage. On y parle surtout d'érudition, d'histoire et de politique, beaucoup moins de sciences et de physique. Entre 1635 et 1648, Place royale (actuelle Place des Vosges), le minime Mersenne, lui-même théoricien de la musique et traducteur de Galilée, réunit des savants connus autour de lui, ainsi Gassendi, Mydorge, Desargues, Étienne Pascal et son fils Blaise, ainsi que Descartes lors de ses passages à Paris. L'académie étend alors son réseau à toute l'Europe grâce à la correspondance de Mersenne. À la mort de ce dernier, le relai est pris par Habert de Montmort, conseiller du roi, membre de l'Académie française et protecteur de Gassendi. Un règlement est établi en 1657 par Samuel Sorbière et Abraham du Prat. Le groupe devient « l'Académie Montmor », qui réunit une trentaine de membres et prépare le terrain à l'établissement de la future Académie des Sciences (Belhoste 2016, p. 78).

En Angleterre, on voit aussi naître des petites sociétés littéraires dès la fin du XVI<sup>e</sup> siècle. Le baconisme, pensée parmi d'autres du vivant de son fondateur, marque dans les années 1640 un certain nombre de points dans divers milieux. Or, hasard ou non, ce sont ces milieux qui arrivent au pouvoir avec la Guerre civile. Cromwell, une fois arrivé au pouvoir, s'entoure d'une équipe de réformateurs des sciences et de l'éducation au pragmatisme très affirmé : Hartlib, Comenius, Plattes ou encore Boyle sont tous les promoteurs enthousiastes d'une nouvelle rationalité ou, selon les termes de Bacon, d'une « Grande Instauration ». Les savants de Cromwell partagent cette idée que la science ou la technologie nouvelle pouvaient jouer un rôle décisif dans la construction d'un ordre social rationnel et plus humain, non loin de leur vision puritaine et millénariste des choses : il s'agit d'améliorer un peu le monde avant qu'il ne s'effondre. Le cercle de Hartlib constitue alors le cœur d'une réforme en actes, avec des projets tellement ambitieux qu'ils étaient bien souvent peu réalistes.

Ces cercles savants réformateurs et dynamiques sont un aspect important de l'Interrègne. Une partie notable de leurs aspirations reprennent les préceptes de Bacon. La constitution de la Maison de Salomon semble au cœur de leur projet : il s'agit de générer un lieu qui serait à la fois un dépôt de tous les savoirs existants, de conduite des expériences pour créer du savoir nouveau, et un lieu de synthèse philosophique dans un but d'application concrète. Après 1648 et la prise d'Oxford par la révolution, John Wilkins, beau-frère de Cromwell, scientifique et théologien, est envoyé pour gérer l'université ; il y tient rapidement un club philosophique, dont Robert Boyle, William Petty ou encore Christopher Wren sont tous membres réguliers. En 1652, une trentaine d'hommes s'y réunissent pour mener des expériences de tous types.

Dès 1642, des gens comme Hartlib reçoivent des pensions du gouvernement pour explorer des formes d'organisation nouvelles pour un système universitaire considéré à présent comme obsolète. En 1647, Hartlib cherche à agencer son projet éducatif autour d'une Agence de Communication ou « Bureau ». En 1649, John Hall, collaborateur de Hartlib, adresse au Parlement un projet de réforme des universités, fortement influencé par la pensée de Bacon, insistant sur l'importance des sciences dans l'éducation et sur la nécessaire prise en charge de cette dernière par l'État. Ces groupes savants voient leur activité diminuer au fil de l'Interrègne, au fil des nominations politiques de leurs plus importants représentants. Les expériences savantes les plus novatrices se recentrent alors sur le Gresham College, laboratoire de la future Royal Society (Brioist, dans Poussou 2007).

À partir de 1650, à Londres, les *coffee-houses*, lieux à la mode attirant une clientèle distinguée, deviennent des lieux de discussion des savoirs. À Oxford, le directeur du *Wadham College*, John Wilkins,

réunit autour de lui l'*Experimental philosophy club* (EPC), qui rassemble des scientifiques disséminés et divisés par la guerre civile (cf. encart supra). Après la restauration de Charles II en 1660, la plupart reviennent à Londres et participent à la fondation de la Royal Society. Réunie au *Gresham college*, celle-ci reprend la devise de l'EPC : « Nullius in verba » (ne croire personne sur parole). Cette société, consacrée entièrement à l'expérimentation et à l'établissement des faits, exclut des débats toutes considérations philosophiques, politiques et religieuses. Elle compte rapidement plus de 200 membres, obtenant en 1662 une charte royale qui en fait une société protégée (Belhoste 2016, p. 79). La création de la *Royal Society for the improvement of natural knowledge* date donc officiellement de 1662. Cette première charte royale désigne un président, le vicomte William Brouncker. Une seconde charte, en 1663, désigne le roi comme fondateur de la société, et change le nom de cette dernière en *Royal Society of London for Promoting Natural Knowledge* ; elle nomme deux secrétaires, John Wilkins et Henry Oldenbourg. Robert Hooke (1635-1702) est nommé secrétaire aux expériences, soit une sorte d'expérimentateur attitré de la société. La même année, cent cinquante membres sont élus. Les seuls revenus de la Royal Society viennent alors de leurs contributions et cotisations, qui permettent de financer les expériences menées en commun et de payer le maigre salaire du secrétaire aux expériences (Mazauric 2009, p. 180-181). Du point de vue « institutionnel », la création de la Royal Society et l'existence de son patronage royal répondent tout à fait aux préceptes baconiens, dont la paternité est revendiquée par les membres de la société. C'est une réunion scientifique, qui se place sous l'autorité de l'État, avec une forme institutionnelle claire et établie juridiquement. Cependant, elle se détache du modèle dans son fonctionnement. Bacon préconisait l'étatisation des sciences pour que celles-ci soient financées plus largement et plus facilement, ce qui n'est pas le cas de la Royal Society. Les travaux scientifiques selon Bacon devaient traduire une nécessité politique et sociale directe, une sorte d'interventionnisme utilitariste, ce qui n'est pas non plus l'objet de la Royal Society, tournée vers une science d'expérimentations dans la poursuite toute logique de ce qui se faisait avant. La parenté, si parenté il y a, s'arrête donc là.

On le voit à Paris comme à Londres, il faut être conscient d'un double héritage pour ce qui suit, local et italien. Si les académies au sens profond du terme naissent bien dans l'Italie de la Renaissance (cf. infra), les académies françaises et anglaises des années 1660 ne sont pas des importations abruptes qui ne correspondent à rien. Elles s'appuient au contraire sur un terreau fertile, des réseaux scientifiques qui existent déjà, se développent au fil du premier XVII<sup>e</sup> siècle. L'un de ces milieux parisiens, c'est celui de Mersenne (voir Armogathe 1992).

À Paris, les années 1660 sont marquées par le début du règne personnel de Louis XIV (1661). L'État s'impose de plus en plus, qui plus est rapidement. Le projet de voir le royaume de France doté à son tour d'une institution qui favoriserait l'avancement des sciences s'inscrit alors dans une politique générale d'exaltation monarchique et d'interventionnisme étatique, sous l'impulsion de Colbert, qui, dès 1661, assure la plupart des charges du gouvernement. La création d'une académie des sciences prend place aussi au sein d'un projet plus général de mise sous tutelle de la totalité de la vie intellectuelle et artistique, projet initié par Louis XIII et Richelieu avec la création de l'*Académie française* (1635). L'*Académie de peinture et de sculpture* (1647), l'*Académie de danse* (1661), la *petite Académie* (1633) sont autant de préalables à la fondation de l'Académie des Sciences (Mazauric 2009, p. 183). Qui plus est, cette dernière n'apparaît pas *ex nihilo*, se fondant sur les réseaux scientifiques parisiens de la première moitié du siècle (cf. supra). C'est en février 1666 que Colbert offre aux futurs académiciens la possibilité de se réunir dans sa propre bibliothèque, puis, en décembre 1666, dans la bibliothèque du roi, rue Vivienne à Paris (le roi de France vit encore au Louvre). C'est rue Vivienne qu'a lieu la première séance, le 22 décembre 1666. C'est là une forme tout à fait informelle d'académie : aucune forme légale ni règlement ne sont attribués à la nouvelle compagnie, les buts et objets scientifiques ne sont pas définis, pas plus que les prérogatives et la position du roi en son sein. Aucun acte public n'officialise alors l'existence de la nouvelle institution et les lettres patentes

qui l'autoriseraient ne seront délivrées qu'en 1713. Une réglementation sommaire se contente de faire la distinction entre les académiciens proprement dits, les plus nombreux, et les élèves et auditeurs, quelques uns seulement. La liste des premiers membres de l'académie est déjà impressionnante : Pierre de Carcavy, Christian Huygens, Gilles Personne de Roberval, Bernard Frénicle de Bessy, Adrien Auzout, Jean Picard, Jacques Buot, Jean-Baptiste du Hamel, Marin Cureau de la Chambre, Claude Perrault, Samuel Cotreau Du Clos, Claude Bourdelin, Jean Pecquet, Louis Gayant, Nicolas Marchant. Pierre de Carcavy, conseiller au parlement de Toulouse, membre du réseau du père Mersenne, remplit officieusement les fonctions de directeur ; Jean-Baptiste Du Hamel (1624-1706), un oratorien, celles de secrétaire (Mazauric 2009, p. 184 ; Belhoste 2016, p. 79).

Dès le début, l'Académie des Sciences s'attache des savants étrangers comme Huygens (qui fait partie des premiers) et Cassini (qui arrive en 1669). Cette décision doit se comprendre à la fois comme la volonté de faire de l'Académie un lieu polarisant pour les sciences européennes, et comme un moyen de combler un vide français. Les années 1660 en France sont pauvres en savants de renom, on est entre deux générations, après la mort de Descartes notamment. Il manque donc à Colbert des « grands noms » de la science européenne : Huygens, puis Cassini, sont là aussi et surtout pour combler ce vide. Huygens reçoit une pension annuelle de 6 000 livres et on lui réserve un appartement dans la bibliothèque du roi. Cassini reçoit une pension de 9 000 livres à son arrivée en 1669. Ces pensions très élevées (les académiciens français ne dépassent pas les 2 000 livres) attestent de l'importance considérable qu'avaient ces savants étrangers sur la renommée de l'Académie colbertiste.

**Henri Testelin, *Colbert présente les membres de l'Académie des Sciences à Louis XIV (1667)*, Huile sur toile, 348 x 590 cm, châteaux de Versailles et de Trianon.**



Louis XIV est entouré par la Cour (à droite) et les membres de la toute nouvelle Académie royale des sciences (à gauche). Ces personnages sont d'éminents scientifiques, issus de diverses disciplines. À la Cour, ils reçoivent une pension qui leur permet de financer leurs recherches et leurs expériences. Ils sont obligés de rendre compte de l'avancée de leurs travaux chaque année à l'Académie. L'astronome Cassini (à droite du globe terrestre) mesure l'espace grâce à la carte de France en relief qu'il est chargé d'élaborer. À sa droite, Huygens, mathématicien, physicien et astronome hollandais, mesure le temps. À l'extrême droite du tableau, la carte du Canal du Midi témoigne de la volonté du Roi-Soleil d'aménager des circulations par eau et de mettre en valeur son royaume.

*Sciences et pouvoirs : histoires croisées de la Royal Society et de l'Académie des Sciences*

Rapidement, les académies anglaise et française sont dotées de moyens importants, qui amènent à questionner le lien qu'elles entretiennent avec le pouvoir royal. La *Royal Society* et l'*Académie Royale des Sciences* représentent l'émergence de nouvelles formes institutionnelles qui orientent la science vers une forme de systématisation collective de l'exploration et de l'expérimentation scientifique. Ces académies sont tournées vers une centralisation de la science et des activités scientifiques, une forme de captation des intérêts scientifiques et du prestige que peut représenter cette science. Mais les différences entre les deux modèles apparaissent rapidement. L'académie parisienne, financée directement par l'État, reçoit non seulement un budget annuel, mais aussi une liste de projets qui doivent être menés à bien par ses membres. Quelque part donc, les académiciens français doivent obéir à l'État quatorzien, ont une sorte d'obligation de résultat. La science académique française répond aux besoins de la politique. Naît alors une « politique scientifique », selon la définition qu'en a donnée Robert Halleux en introduction d'un colloque de 2011 (Halleux 2011, CRCV). En face, à Londres, la *Royal Society* reste relativement indépendante, malgré sa charte royale de 1662. Le résultat, c'est celui d'une académie rapidement décrite comme une « *gentleman's club* », une sorte de club aristocratique fermé, loin de tout utilitarisme. Là, le lien avec le pouvoir est assez clair, tourné autour d'un paradoxe : en France, l'Académie n'a pas de parrainage royal mais elle se retrouve dépendante du roi ; en Angleterre, le roi est le parrain de la *Royal Society*, mais il laisse les sociétaires tranquilles, dans leur coin.

Quel est l'intérêt politique à cette centralisation de la science ? La réalité est plus complexe que la réponse à cette seule question. En réalité donc, l'étatisation de la science répond autant à des besoins scientifiques qu'à des besoins politiques. Vers 1660, il semble que le mécénat privé n'ait plus suffi à financer les travaux scientifiques : le mécénat royal, c'est un changement d'échelle qui répond à ce besoin financier grandissant. La nouveauté, c'est d'insister ouvertement sur cet aspect économique plus que scientifique du lien avec le pouvoir étatique. Le besoin de financement, chose très terre à terre, est avancé ouvertement. Ainsi Adrien Auzout, astronome et membre de l'Académie « première mouture », écrit-t-il dans un dédicace à Louis XIV, en tête de ses *Éphémérides de la comète de 1664* : « Il y va, Sire, de la Gloire de Votre Majesté et de la réputation de la France, et c'est ce qui nous fait espérer qu'Elle ordonnera quelque lieu pour faire à l'avenir toutes sortes d'Observations célestes et qu'Elle le fera garnir de tous les Instruments nécessaires pour cet effet ». La demande d'étatisation vient donc, au moins en partie, des scientifiques eux-mêmes. En France, la création de l'Académie royale est une proposition scientifique, qui dut paraître séduisante à Colbert et au jeune Louis XIV, particulièrement soucieux de sa gloire personnelle. Mieux, la réponse politique n'est pas à la hauteur de ce qu'en attendaient les savants ! L'intérêt politique de Colbert est quantifiable à plusieurs égards. D'abord, on n'imagine pas que Colbert, avec son sens des réalités, se serait aventuré à convaincre le roi de fonder une académie scientifique, s'il n'avait été au préalable assuré de pouvoir la peupler de savants compétents, et s'il n'avait été instruit de l'utilité potentielle des travaux scientifiques. Cependant, l'histoire de l'Académie des Sciences, de sa création à la fin du XVIIe siècle (cf. infra), c'est l'histoire d'un aéropage anonyme, presque dissimulé. Installée sans cérémonie, l'Académie ne reçoit même pas de lettres patentes annonçant son existence, ce qui avait été le cas pour l'Académie française en 1635. L'absence d'officialité serait une manière de laisser l'Académie dans une phase expérimentale : c'est un test, qu'il ne s'agit pas de pérenniser de suite. C'est donc la méfiance du pouvoir royal vis-à-vis des académiciens, mais aussi et plus simplement de l'intérêt d'une telle structure, qu'il faut noter.

Surtout, de 1666 à 1699, l'histoire de l'Académie n'est pas celle d'un si franc succès. L'État quatorzien est essentiellement tourné vers la guerre et la défense, qui lui coûtent énormément d'argent. L'Académie semble tourner au ralenti, dans un état de somnolence, jusqu'aux années 1690. A la mort de Louvois, en juillet 1691, c'est Pontchartrain qui devient le protecteur de l'Académie. D'emblée,

Pontchartrain tente de redynamiser l'entreprise en lui donnant un chef, son neveu l'abbé Jean-Paul Bignon, qui sert à partir de là de réel intermédiaire entre le pouvoir et les académiciens. Mais encore une fois, l'argent destiné à la science part pour la guerre, pendant la guerre de la Ligue d'Augsbourg. L'action de Pontchartrain est donc un peu faite de bric et de broc, ainsi avec la demande de donner tous les mois un mémoire de l'action de l'Académie. En décembre 1694, pour la première fois, le nom des académiciens présents lors des séances est ajouté à chaque procès verbal, de manière à contrôler un peu mieux l'assiduité des académiciens. Chaque année, un nouvel académicien rejoint les rangs ; des gratifications sont accordées à chacun d'eux. Dans les années 1690, l'Académie apparaît, peut-être pour la première fois, comme un organe potentiellement dynamique et capable de bouger les lignes de la science. En 1697, la paix retrouvée, même éphémèrement, permet de penser à autre chose qu'à la guerre. Le moment de la réforme de l'Académie est venu.

Le mercredi 4 février 1699, Fontenelle, secrétaire de l'Académie royale des sciences, lit un règlement royal concernant la réforme de l'Académie. Jamais encore l'Académie n'avait eu d'existence écrite. Elle s'était donné occasionnellement quelques règles de vie, mais pas de texte fondateur. Le règlement de 1699 lui offre cette chance. Le règlement commence par un préambule bref et vague, où le roi annonce son affection pour l'Académie. Il comporte cinquante articles. Certains consacrent des usages déjà en place. D'autres, au contraire, apportent des innovations qui justifient pleinement que Fontenelle en parle comme d'un « renouvellement » de l'Académie. Les articles se composent dans un ordre assez strict, s'articulant autour de cinq thèmes :

- la composition de l'Académie et la rémunération des académiciens. Jusqu'alors, les académiciens formaient le gros de l'Académie, avec quelques élèves. Il y avait aussi un secrétaire chargé de rédiger les procès-verbaux à l'issue des séances. Le nombre d'académiciens est fixé à 70 par le règlement de 1699. Les académiciens sont répartis en quatre catégories, avec dix honoraires, vingt pensionnaires, vingt associés et vingt élèves. Un secrétaire et un trésorier sont choisis parmi les pensionnaires, et occupent cette fonction à vie. Les gratifications annuelles deviennent des pensions, les libéralités devenant un revenu réglementaire. Ces pensions cependant ne sont versées qu'aux académiciens pensionnaires.
- le mode de sélection et de nomination des académiciens. Seuls les honoraires et les pensionnaires pouvaient prendre part aux élections. En matière d'élections, il revenait au président de diriger les délibérations, de prendre les voix, et de prononcer les résolutions à la pluralité des voix. C'est le roi qui nommait les académiciens, après avoir fait son choix parmi les savants proposés (par système électif) par l'Académie. Pour la nomination d'un pensionnaire, il incombait en effet à l'Académie de proposer trois personnes.
- le travail à l'Académie. Le règlement de 1699 confirme la tenue des assemblées du mercredi et du samedi, instaurées dès 1666, et il permet aux académiciens de prendre un peu plus de deux mois de vacances par an (entre le 8 septembre et le 11 novembre, plus deux semaines à Pâques et entre Noël et l'Épiphanie). Au total, il se tenait 73 séances par an. Les séances durent au moins deux heures, de préférence entre trois et cinq heures. Si tous les académiciens étaient tenus à l'assiduité, les pensionnaires avaient pour stricte interdiction de s'absenter, sans congé exprès du roi. Chaque année, les pensionnaires devaient déclarer par écrit le sujet qu'il allait traiter dans un ouvrage. Les séances servaient en partie à donner une tribune aux travaux en cours des pensionnaires.
- les rapports de l'Académie avec le pouvoir. L'article premier du texte de 1699 proclame que « l'Académie royale des sciences demeurera toujours sous la protection du roi et recevra ses ordres par celui de ses secrétaires d'État à qui il plaira à sa Majesté d'en donner le soin ». La nomination du président et du vice-président de l'Académie, désignés pour un an seulement mais reconductible indéfiniment, était à la discrétion du roi. Le président devait rendre des comptes

précis au roi sur les activités de l'Académie, ce qui montre que c'est véritablement une tutelle, et pas un simple patronage, qui se met en place. Le roi peut demander l'examen par les académiciens de n'importe quel projet scientifique.

- les relations de l'Académie avec le public. L'article XL du règlement ordonne à l'Académie de publier chaque année des extraits des procès-verbaux des séances ou « une histoire raisonnée de ce qui se sera fait de plus remarquable dans l'Académie ». C'est fait dès 1700 avec la naissance de l'Histoire et Mémoires de l'Académie royale des Sciences. Malgré ce désir de publications plus nombreuses, les non-académiciens étaient toujours refusés aux séances. En revanche, le règlement prévoit deux séances publiques par an. Le règlement attache beaucoup d'importance à l'entretien de relations de l'Académie avec le monde savant extérieur, autant français qu'étranger. Les travaux extérieurs devaient faire l'objet de compte-rendu lus en séance.

Le règlement de 1699 est crucial dans l'histoire de l'académisme français et le processus d'étatisation de l'activité scientifique. D'abord, l'institutionnalisation de l'Académie royale des Sciences est un acte fondateur en ce qu'elle pérennise cette structure, ce qui n'avait pas été le cas des premières académies italiennes de l'époque classiques, subordonnées non pas à un État mais à un prince particulier. Le patronage royal, plus que personnel/privé, c'est une garantie de pérennité. Cependant, le règlement de 1699 a ceci d'intéressant qu'il donne des bases solides à l'Académie, destinées à l'aider à supporter les coups durs de son existence, notamment la question de son financement. Institutionnaliser l'Académie, c'est institutionnaliser son financement, et donc son fonctionnement, fût-il matériel ou humain. Le règlement de 1699, c'est un remontant physique et morale pour l'Académie. Indépendamment de son contenu, ce texte a eu pour l'Académie un mérite indiscutable : celui d'exister et de donner ainsi à la Compagnie la possibilité de repartir d'un pied bien plus ferme que par le passé. Du point de vue de l'étatisation, le règlement apparaît comme une synthèse des exigences du pouvoir et de certaines aspirations de l'Académie, le tout ayant pour objectif d'assurer au mieux, par des règles précises, la qualité et la quantité du travail académique (Tits-Dieuaide 1998).

Du côté anglais, l'appréhension de la Royal Society n'est pas si aisée. La Royal Society tient finalement de l'aboutissement de plusieurs projets déposés entre 1658 et 1662, mais aussi de ce qu'il se passe pendant l'Interrègne autour de Cromwell et Hartlib. Au final, le roi offre surtout des droits à la RS : de d'obtenir statut de corporation, d'avoir une devise, de construire un collège, d'élire des officiers, de jouir d'un privilège d'impression sur les livres scientifiques et techniques, de correspondre avec l'étranger. Aucun financement n'est prévu : la Royal Society fonctionne sur les dons et les souscriptions de ses membres. Rapidement, la société s'organise autour d'un conseil de 21 membres, deux secrétaires, un trésorier, un vice-président et un président qui exécute la politique décidée par le conseil et ayant la charge d'ouvrir les débats. En 1664, le périodique savant des Philosophical Transactions s'ajoute à cet édifice. Au début sorte de « club » pour la noblesse, la société s'ouvre peu à peu aux artisans et marchands, au fur et à mesure du désintéret de la première. La principale réussite de cette RS des premières années tient à l'établissement, au cœur de Londres, d'un lieu savant institutionnel fondé autour de l'expérience et l'observation comme seuls moyens de vérification des savoirs : après tout, « *nullius in verba* ».

L'attaque qui consiste à faire de la RS un simple club mondain est injuste dans la mesure où nombre de ses membres cherchent à être utiles à la société, toujours selon les préceptes utilitaristes de Bacon : sciences et techniques doivent contribuer à changer la société. Un projet encyclopédique, sous le nom d'Histoire des Commerces, est rapidement lancé, chacun ayant son rôle à jouer, toujours dans une visée prospective : Robert Hooke est ainsi chargé de donner son avis sur les améliorations à apporter aux cabestans ou aux industries du verre, du savon, du sel, du sucre ou du fer. Des travaux sont également initiés pour massifier la production de cidre (afin de remplacer le vin, les pommes étant plus faciles à cultiver que le raisin en Angleterre). Au sein de la RS, des comités sont créés autour de projet précis,

notamment en agronomie. Le Comité Buckland est créé dès 1662 avec pour objectif la plantation de pommes de terre en Grande-Bretagne et en Irlande, afin d'éviter la famine. À partir de juillet 1664, un Comité mécanique cherche des solutions aux problèmes technologiques posés par l'approvisionnement en eau de Londres. En 1666, après le Grand Incendie de Londres, des membres de la RS sont également mobilisés à l'établissement de projets urbanistiques d'envergure, l'un des objectifs de la reconstruction étant évidemment de limiter les risques de répétition d'un tel drame : Robert Hooke participe ainsi à la construction de l'hôpital de Bedlam, au front de rue de Lombard Street, ainsi qu'à la construction du Collège Royal des Médecins de Warwick Lane (Brioist, dans Poussou 2007).

*Ingénieurs et fonctionnaires : une figure nouvelle à partir du XVIIe siècle*

L'étatisation des sciences va de pair avec une considération différente du rapport entre État et scientifiques. Dans la mesure du possible (et cette mesure est de plus en plus contrôlée), les sciences doivent désormais répondre aux besoins de l'État. C'est dans cette optique que certains ingénieurs, techniciens et (un peu moins) scientifiques se retrouvent clairement dans une posture de fonctionnaire : l'idée, c'est que leur savoir et leur savoir-faire soit le plus possible utile aux besoins de l'État et de la société. Requis pour servir l'effort de centralisation des administrations, les savants coordonnent aussi l'action gouvernementale à l'échelle locale, comme représentants de l'autorité ou comme experts capables de gérer des réalisations complexes : fortifications, arsenaux, travaux d'équipement, entreprises lourdes et innovatrices comme les mines et la métallurgie. Concrètement, c'est là le développement d'une science technocratique, au service de l'État, d'une application concrète et directe des savoirs à des intérêts politiques, économiques et sociétaux.

L'une des conséquences de cette nouvelle vision (en fait, vision parallèle) de la science, c'est que la question de l'innovation acquiert de fait une place centrale dans les dispositifs savants et administratifs à la Renaissance. Les techniques italiennes, autour de monopoles d'exploitation et d'embauches d'artisans, se répandent à travers l'Europe. En France, les privilèges d'exploitation sont conditionnés par des examens d'utilité, peu à peu investis par la science académique, qui devient l'organe d'expertise des projets scientifiques. En Angleterre, les *patents for invention* sont octroyés sans examen et conditionnés par le paiement de taxes élevées par les requérants.

L'expertise scientifique à l'époque moderne

La catégorie d'expertise a constitué un outil pour saisir historiquement les rapports entre savoir et autorité, entre connaissance et action. L'expertise renvoie au savoir-faire, à la compétence dérivée de l'expérience. L'expert, c'est quelqu'un capable de mobiliser ses savoirs pour aider à la bonne tenue de procédures requises par des administrations (judiciaire notamment) ou pour aider à la réalisation de projets de grande ampleur.

Les médecins sont les premiers de ces experts, dont la justice a besoin pour confirmer/infirmer des faits et des accusations lors des procès. Depuis le Moyen Âge, médecins et chirurgiens apportent régulièrement leur témoignage devant les tribunaux, à l'échelle européenne. Leur statut dans l'affaire judiciaire change selon le pays, depuis celui de témoin en Angleterre, à celui d'officier de la puissance publique à Rome ou à Paris (experts du Châtelet). À Paris justement, toutes les procédures criminelles font appel en premier lieu à un chirurgien local, requis par le commissaire. C'est la profession dans son ensemble qui assume cette fonction médico-légale, qui prolonge des assignations de contrôle policier, dans le cas de blessures ou d'infanticides notamment. De grands chirurgiens comme Ambroise Paré ont justement écrit des manuels sur l'expertise judiciaire, avant que ne paraissent de nombreux textes de jurisprudence médicale (Paolo Zacchia dans la Rome post-tridentine). Les médecins légistes ont une influence importante sur l'appareil judiciaire et son fonctionnement, ainsi que sur les crimes punis. Ainsi les médecins ont un rôle majeur dans l'abandon des procès de sorcellerie en France ; ils introduisent le

doute sur la culpabilité des femmes accusées d'infanticide et trop aisément condamnées dans le Londres du XVIIIe siècle (la mortalité infantile était parfois perçue comme « volontaire »).

Avec le développement des sciences et des techniques dans le monde économique, l'expertise devient un moment clé et indispensable de l'invention et de sa mise en œuvre. Des privilèges protègent rapidement les inventeurs sous la forme d'une exploitation exclusive. Venise représente sans doute un modèle en la matière : elle fait reposer son approbation (c'est-à-dire l'octroi du privilège) sur l'examen préalable de l'invention par une commission spécialisée, pour des produits allant de la machine à tisser aux caractères d'imprimerie. Au XVIIIe siècle, l'invention passe plutôt par le biais d'une sorte de « brevet déposé », le *patent* anglais en formant la parfaite émanation. Le *patent*, c'est l'usage potentiel de l'invention à des fins de profit personnel. Le *patent* représente une ressource parmi d'autres – comme les souscriptions, la publicité dans les journaux – qui repose pas sur la capacité d'investissement de l'inventeur et ses moyens à faire valoir ses droits en justice que sur le jugement d'une minorité savante. En France, les privilèges sont insérés pleinement dans le cadre d'une politique scientifique exploitable par le monarque. L'examen préalable devient l'apanage des académiciens : l'Académie est souveraine pour décider si, oui ou non, les inventions peuvent avoir une application intéressante pour l'État (procédure des enquêtes). Les enquêtes construisent un savoir d'État au service de l'action politique, ainsi l'émission de proclamations, actes royaux par lesquels la Couronne anglaise protège une production ou un marché. Par exemple, face au développement grandissant des productions de vinaigre et d'eaux-de-vie dérivées du houblon et de l'orge, William Cecil ordonne en 1593 une enquête sur le vinaigre à un « expert » de Londres, Anthony Radclyff, et accorde un monopole à Richard Drake, conduisant à une suppression drastique des petits fabricants, accusés de frelater les produits (évidemment, la décision n'est pas très populaire). Au cours du XVIIe siècle, le recours aux experts et aux commissions se régularise, donnant lieu à un certain nombre de légitimations d'activités techniques, industrielles et plus largement économiques. Les situations d'expertise, dans la sphère marchande particulièrement, contribuent à reconfigurer autant les savoirs que les pouvoirs. D'un côté, les pouvoirs européens cherchent à se doter de moyens de contrôle des inventions techniques et scientifiques ; de l'autre, les savants jouent de cette position d'experts-médiateurs, position qui peut leur rapporter gros sur le plan financier (une expertise, ça se facture).

L'homme à projets, figure de l'Europe moderne (1600-1720)

Le savant, c'est un « homme à projets ». Le contexte politique et économique de l'Europe de la fin du XVIe siècle, ravagée par les guerres et transformée par les processus de réformes religieuses, favorise l'émergence de politiques plus marchandes de la science, dont les inventeurs deviennent logiquement la clé de voute. Les monarques octroient des privilèges exclusifs, accordés pour une partie à des hommes ambitieux qui, par leur savoir-faire, promettent de résoudre des problèmes urgents et d'accroître les revenus de la couronne. Ces privilèges encadrent toujours des « projets » relatifs à des domaines variés, depuis l'agriculture jusqu'aux travaux publics, en passant par les voies navigables, les mines et les manufactures.

L'ingénieur d'État par excellence, c'est celui qui travaille à la fortification. Sous Louis XIV, la fortification du royaume est une affaire d'État très sérieuse, qui monopolise une journée du roi par semaine, journée pendant laquelle il discute avec Lepelletier les projets proposés par Vauban. Or, les métiers d'ingénieur du roi, et en particulier en ce qui concerne la fortification, sont des métiers extrêmement complexes, qui nécessitent un bagage scientifique et technique considérable : ne devient pas ingénieur qui veut.

Qu'est-ce qui distingue l'ingénieur du savant « classique » ? D'abord, l'obtention d'un brevet du roi, qui lui permet d'exercer son art dans le corps des ingénieurs aux camps et armées. Mais, plus

essentiellement, ce sont leurs instruments qui les distinguent. Par exemple, dans le cas des géographes. La carte de l'ingénieur est un instrument au service de la stratégie militaire et économique. Autrement dit, elle n'est pas une représentation de l'espace, mais une reconnaissance de l'espace en vue d'une action ; elle n'est pas la description, à l'aide de signes et de figures, d'un lieu, mais l'examen de l'état d'un lieu. La carte militaire suppose que le géographe agisse initialement en ingénieur, c'est-à-dire qu'il soit capable de voir, dans un paysage, les conditions d'une action avantageuse. Autrement dit, l'ingénieur-géographe représente le terrain de façon à y distinguer des possibilités tactiques et stratégiques. La vision de la science n'est plus du tout la même !

### Une nouvelle sociabilité de la science ?

#### *Les sciences à la cour à l'époque classique*

Le patronage de cour stimule dans la seconde partie du XVIIe siècle l'innovation et la curiosité, et la cour comme lieu de science contribue à construire des éléments nouveaux de la recherche scientifique. L'expertise technique, les nouvelles procédures, la critique des traditions anciennes trouvent à la cour un écho différent de celui qui résonne dans les universités. La cour alors est-elle un lieu de science comme les autres ?

La cour, c'est un ensemble géo-social agrégé autour d'un prince. Sans prince, pas de cour. La cour, c'est un lieu, grosso modo l'aire d'influence de cet agrégat de personnes ; la cour est aussi un milieu social, plus ou moins homogène, où chacun trouve sa place en fonction du statut qui le lie au prince. Les cours princières ont constitué un lieu privilégié pour l'éclosion et le développement de la « révolution scientifique » du XVIIe siècle. Quelques cours ont fait l'objet d'une attention particulière, en raison de leur magnificence, de l'importance qu'y revêtait telle ou telle discipline, ou encore du patronage accordé à un ou des scientifiques d'une envergure exceptionnelle. On parle de « cours savantes ». On y reconnaît, dans l'entourage plus ou moins proche du prince, une collection d'individus vouant une partie de leur temps à l'étude des sciences. Les modèles sont divers, et il est difficile d'en appréhender l'ensemble, tout comme le degré de proximité entre le prince et ces hommes (et femmes ?) de science. Encore plus difficile de déterminer l'influence réciproque de la cour sur les idées scientifiques et des idées scientifiques sur la politique du prince.

Ce qui est certain, c'est que les « capacités » scientifiques correspondent en bien des points aux besoins politiques d'un prince qui fait cour à l'époque moderne. Les attentes du prince sont multiples, mais ont toujours pour but d'asseoir, de consolider ou d'affirmer un pouvoir. La première d'entre elles est un désir de gloire, de prestige. La science de cour s'oriente donc vers les spectacles et autres manifestations de la gloire du prince. Elle sert à générer des productions symboliques qui reflètent la suprématie et le pouvoir politique d'un prince ou d'une dynastie. Des bénéfiques pratiques sont plus spécifiquement attendus du patronage princier : la science doit servir à l'amélioration des techniques militaires, de l'économie, de la santé, autant qu'à l'expansion géographique. S'il répond à ces attentes, le scientifique peut espérer gagner la sécurité matérielle pour lui-même et les moyens financiers parfois indispensables à ses activités scientifiques. Le prince offre aussi la possibilité d'une ascension sociale, d'une amélioration de son statut et de la reconnaissance de sa discipline au savant. Cette curialisation scientifique a un impact notable sur l'identité et le comportement des savants.

La cour est un lieu de savoir qui amène à la création de nouveaux lieux de savoir, lieux correspondant aux valeurs et intérêts du prince et des courtisans. Les galeries, cabinets, collections se multiplient. La cour est le lieu par excellence de constitution d'immenses cabinets de curiosités. Surtout, s'y développe une autre vision du cabinet de curiosité. Les instruments mathématiques, automates et autres machines qui servent à la cour des intérêts scientifiques et techniques sont aussi des objets d'art, que l'on vient admirer. Les cabinets de curiosité correspondent à la culture visuelle de la cour de l'époque

moderne. Le souverain qui finance son propre cabinet de curiosités est celui qui a une appétence particulière pour ces choses : souvent, c'est un mécène scientifique, qui favorise l'introduction de scientifiques à sa cour, met à disposition ses curiosités. Ce mécène curieux, c'est Federico Cesi (1585-1630), fondateur de l'Accademia dei Lincei à Rome, qui met sa fortune, ses réseaux et ses connaissances au profit des savants. Le patronage de cour ici a un impact même sur la vision de la science à privilégier : le cabinet de curiosités, c'est l'observation et l'expérimentation (Lightman 2016, p. 217).

L'un des lieux de la science de cour, surtout à partir de la fin du XVIIe siècle c'est aussi le jardin botanique. À la fin du XVIIe siècle, les naturalistes font importer de nombreuses espèces botaniques des colonies et autres lieux d'exploration. L'Europe reproduit, dans des lieux bien circonscrits, une forme d'exotisme qu'elle peut trouver dans ses colonies. La tâche botanique coûte beaucoup de temps, d'argent et d'espace, d'où un rapport privilégié avec le pouvoir politique. Ensuite, la tâche scientifique de la conservation et du développement de ces espaces est particulièrement complexe, souvent pour des raisons climatiques. À la cour, des hommes sont chargés de prendre soin de ces jardins, qui ont une utilité importante d'un point de vue politique (on y apprend beaucoup de choses sur les colonies) et social (par exemple les applications médicales des plantes). Déjà à la fin du XVIe siècle, le médecin Michele Mercati était chargé par les papes successifs d'entretenir le jardin botanique de la papauté, principalement tourné vers l'utilisation des plantes médicinales (cf. synthèse Italie). Dans le but d'enrichir l'*hortus*, sur commande pontificale, le Mercati commence à déployer ses connaissances personnelles et à mobiliser les multiples réseaux savants, marchands, diplomatiques et religieux que sa position au centre du monde catholique lui permet d'utiliser. Sa correspondance avec Aldrovandi, un naturaliste bolonais, est particulièrement intense, autour des plantes elles-mêmes mais aussi de leurs effets sur le corps et ses affections. Mercati prend d'autant plus sa tâche au sérieux que Pie V souhaite agrandir le jardin, dans le cadre d'une politique pontificale qui encourage les études en histoire naturelle, et qui remonte au XVe siècle. Plus tard, d'autres intendants des jardins de cour font date, ainsi Buffon, intendant du *Jardin du roi* de 1739 à 1788. Le *Jardin* est créé en 1626, sous l'impulsion de Guy de la Brosse, médecin personnel de Louis XIII, dans une visée médicinale comme celui de Mercati à Rome. Progressivement, le *Jardin du roi* devient un symbole politique de la puissance et de la richesse du roi de France, ainsi que de l'expansion du royaume à l'échelle mondiale (on y importe des curiosités botaniques venues des colonies). Pour l'entretenir, le conserver et l'accroître, on place à sa tête des scientifiques, parfois de renom comme Buffon, en leur offrant budgets et moyens de réalisation de leur tâche.

Surtout, la cour correspond quelque part à la nouvelle vision de la science, qui s'impose à la fin du XVIIe siècle, inspirée des mutations baconiennes et académiciennes. La science devient une œuvre collective, faite de discussions, de controverses. Concrètement, la cour devient un lieu d'émulation entre savoir, savoir-faire et arts mécaniques. Cette vision de la cour comme lieu de convergence des savoirs et des savoir-faire correspond aussi à l'idée du développement d'une science technocratique, d'État, avec des figures finalement beaucoup plus proches de l'ingénieur que du savant isolé. La science de cour apporte des solutions concrètes à une demande politique, depuis les plus représentatives et futiles avec les fêtes de cour jusqu'aux plus utilitaristes, sociétales et politiques, avec les fortifications, grands travaux économiques et d'aménagement, etc.

La cour apporte également des demandes particulières, d'un point de vue technique, auxquelles les savants se chargent de répondre. Ainsi, Catherine Lanoë a-t-elle étudié les milieux techniques de la fabrication de cosmétiques et de parfums parisiens de la fin du XVIIe siècle. Les cosmétiques sont emblématiques de la culture du corps qui se développe dans les cours d'Europe à partir de la Renaissance. Ils sont à double titre une technique du corps : appliqués sur le visage pour en modifier la couleur de façon éphémère pour la plupart, d'autres ont vocation à opérer une transformation plus profonde,

destinée à blanchir la peau, à éroder ses irrégularités. Le corps devient un objet de la technique autant qu'un instrument technique, destiné à répondre aux codes sociaux – principalement auliques – qui se développent à la Renaissance : le corps doit répondre à des attendus, dans l'apparence autant que dans l'attitude. Dans cette société du paraître, les cosmétiques prennent place dans les systèmes de parure. Catherine Lanoë a justement étudié ce monde cosmétique dans le cadre d'une histoire des techniques. Pour elle, le fard est au départ fondé sur l'adaptation technique et l'inventivité des fabricants et des créateurs. L'élaboration de produits cosmétiques relève au XVI<sup>e</sup> siècle essentiellement de l'espace domestique : les recettes cosmétiques ressemblent parfois très fortement à des recettes culinaires. Lait, pain, graisses, miel sont autant d'ingrédients qui, couplés à des herbes et autres plantes bouillies, mélangées ou écrasées, deviennent des produits destinés à embellir la peau. Progressivement, ces savoir-faire culinaires se meuvent dans le travail de spécialistes techniques, souvent issus du monde de la pharmacopée. Les substances minérales et métalliques sont utilisées dans la fabrication artisanale des produits de beauté, selon des modalités techniques, contre l'avis, à partir du XVIII<sup>e</sup> siècle, des médecins. Le mode de la chimie infuse ses découvertes au monde de la beauté. Histoire du corps et histoire des sciences et histoire des techniques se mêlent intimement dans cette histoire des cosmétiques. Ainsi Le Camus, en 1754, dans son traité sur *L'art de conserver la beauté*, affirme comme principe de la cosmétologie l'alliance de la médecine galénique et de l'art, la beauté extérieure étant presque toujours compagne de la santé. L'affirmation traduit un double glissement, celui de la professionnalisation des fabricants et de la naissance d'une « industrie » cosmétique, celui de la justification du contrôle médical des préparations de beauté.

La popularisation des produits de beauté se joue d'abord dans la multiplication des intermédiaires voués à leur diffusion et qui se développent autour du noyau initial corporatif des maîtres de la communauté, fondée dès le XVI<sup>e</sup> siècle, des gantiers-parfumeurs. En deux siècles, l'introduction de techniques apothicaires de plus en plus développées pousse le monde cosmétique à franchir le pas d'un espace technique et commercial « professionnel », parfois même protégé par les systèmes de privilèges. Ainsi la poudre tirée du froment est-elle le monopole des gantiers-parfumeurs, protégé contre la hausse des taxes, malgré les crises frumentaires. Au XVIII<sup>e</sup> siècle, les parfumeurs se terrent dans une politique du secret, secret essentiellement destiné à sauvegarder leur bénéfice commercial. Cette « conquête du parfum » passe par la recherche assidue, si ce n'est frénétique, des substances les plus odoriférantes. Le laboratoire du parfumeur devient, dans l'organisation des espaces de production, un lieu imposé. Le terme passe d'ailleurs sans problème, dans *l'Encyclopédie*, du monde de la chimie à celui des arts et des métiers. Avec la boutique, le laboratoire et ses aménagements caractérisent alors une profession, une activité : c'est un témoin de la culture technique et des pratiques de l'échange qu'exigent l'innovation et la conquête du marché (Lanoë, dans Hilaire-Pérez et al. 2016b).

#### *Publier les sciences : les journaux savants*

Il s'agit ici d'évoquer deux types de publications soulevées par l'historiographie. Le premier, c'est celui qui émane directement des académies, sous la forme de mémoires d'activités, de comptes rendus, et qui naissent avec les grandes académies d'État dans les années 1660. Le second, c'est celui d'un ensemble de journaux de presse qui paraissent un peu partout en Europe, destinés à distiller des connaissances scientifiques et techniques au plus grand nombre.

#### Académies et périodiques savants

La fin du XVII<sup>e</sup> siècle est usuellement prise comme origine des journaux académiques, et notamment ceux dévoués aux sciences. L'association entre ces journaux et la création des académies est immédiate. Avec ces périodiques, les Académies « innovent » en développant un nouveau moyen de communiquer et de publier le résultat de leurs activités scientifiques : les journaux savants. Le journal

savant, c'est un périodique destiné à compiler, expliquer et inventorier les activités scientifiques d'une institution. Le journal savant porte donc à la fois un idéal de transparence et une forme institutionnelle de publication. Au milieu du XVIIe siècle, cet idéal et cette forme émanent très rapidement des nouvelles académies, que ce soit l'Accademia del Cimento avec les *Saggi di naturali esperienze* (*Essais d'expériences naturelles*, publiés en 1666 avec pour vocation initiale de perdurer) ; le *Journal des savants* de l'Académie des Sciences ou les *Philosophical Transactions* de la Royal Society. Petite révolution que voilà. Jusqu'alors, le véhicule essentiel de l'information savante était les correspondances privées. Les gazettes, inventions du premier XVIIIe siècle, ne diffusaient que des informations politiques. La création des périodiques savants correspond autant à une volonté scientifique d'élargir le public vis-à-vis de ces activités qu'à un désir d'une partie de la société d'accéder à un savoir dont elle se sent exclue. La création des périodiques a répondu à l'évidence au besoin de multiplier et de diversifier les vecteurs de la communication savante, au sein d'une république des Lettres aux contours élargis.

Les *Philosophical Transactions* paraissent pour la première fois le 6 mars 1665, à Londres. Le fondateur de ce nouveau périodique, c'est Henry Oldenbourg, un précepteur des familles princières européennes, qui a notamment été précepteur du neveu de Robert Boyle, tâche pour laquelle il s'installe en 1656 à Oxford et rencontre Samuel Hartlib et Robert Boyle. Oldenbourg est alors éditeur, mais aussi auteur, traducteur de presque l'ensemble du contenu. En France, un secrétaire du *Journal des Savants* est chargé lui aussi de reprendre le contenu afin d'harmoniser les styles d'écriture... et le propos (cf. encart). Ces journaux sont donc bien loin d'une entreprise purement collégiale : ils répondent à une demande institutionnelle, pour le meilleur et pour le pire. Les *Philosophical Transactions* cependant ne sont pas conçues comme un pendant britannique du *Journal des Savants*. Ce sont un organe de diffusion de l'information scientifique entendue en un sens plus étroit : lettres, histoire, droit et religion sortent du giron des sujets traités par le périodique. Compte tenu de la composition très éclectique de la *Royal Society*, la chose peut apparaître comme un peu paradoxale.

**Les objectifs du *Journal des Savants* (1665)**

« Le dessein de ce journal estant de faire sçavoir ce qui se passe de nouveau dans la Republique des lettres, il sera composé : Premièrement, d'un Catalogue exact des principaux livres qui s'imprimeront dans l'Europe. Et on ne se contentera pas de donner les simples titres, comme ont fait jusques à present la plupart des Bibliographes : mais de plus on dira dequoy ils traitent, et à quoy ils peuvent estre utiles. Secondement, quand il viendra à mourir quelque personne celebre par sa doctrine et par ses ouvrages, on en fera l'Eloge, et on donnera un Catalogue de ce qu'il aura mis au jour, avec les principales circonstances de sa vie. En troisieme lieu on fera sçavoir les experiences de Physique et de Chymie, qui peuvent servir à expliquer les effets de la Nature : les nouvelles découvertes qui se font dans les Arts et dans les Sciences, comme les machines et les inventions utiles ou curieuses que peuvent fournir les Mathematiques : les observations du Ciel, celles des Meteores, et ce que l'Anatomie pourra trouver de nouveau dans les animaux. En quatrieme lieu, les principales decisions des Tribunaux seculiers et ecclesiastiques, les censures de Sorbonne et des autres Universitez, tant de ce Royaume que des Pays estrangers. Enfin, on taschera de faire en sorte qu'il ne se passe rien dans l'Europe digne de la curiosité des gens de lectres, qu'on ne puisse apprendre par ce Journal.

Le seul denombrement des choses qui le composeront pourroit suffire pour en faire connoistre l'utilité. Mais j'adjousteray qu'il sera tres avantageux à ceux qui entreprendront quelque ouvrage considerable puis qu'ils pourront s'en servir pour publier leur dessein, et inviter tout le monde à leur communiquer les manuscrits ; et les pieces fugitives qui pourront contribuer à la perfection des choses qu'ils auront entreprises. De plus, ceux qui n'aimeront pas la qualité d'Autheurs, et qui cependant auront fait quelques observations qui meriteront d'estre communiquées en public, le pourront faire, en m'en envoyant un memoire, que je ne manseray pas d'insérer dans le Journal. Je crois qu'il y a peu de personnes qui ne voient que ce journal sera utile à ceux qui acheptent des Livres ; puis qu'ils ne ne feront point sans les connoistre auparavant ; et qu'il ne sera pas inutile à ceux memes qui ne peuvent faire beaucoup de despense en livres ; puis que sans les achepter, ils ne laisseront pas d'en avoir une connoissance generale. Ceux qui ont entrepris ce journal ont longtemps douté s'ils devoient la donner tous lesans, tous les mois, ou toutes les semaines. Mais enfin ils ont creu qu'il devoit paroistre chaque semaine : parce que les choses vieilliroient trop, si on differoit d'en parler pendant l'espace d'un an ou d'un mois. Outre que plusieurs personnes de qualité ont tesmoigné que ce journal venant de temps en temps, leur seront agreable, et leur serviroit de divertissement, qu'au contraire ils seroient fatiguez de la lecture d'un volume entier de ces sortes de choses, qui auroient perdu la grace de la nouveauté.

Personne ne doit trouver estrange de voir icy des opinions differentes des siennes, touchant les sciences puis qu'on fait protection de rapporter les sentiments des autres sans les garantir, aussi bien que sans nul dessein de les attaquer. Pour ce qui est du stile, comme plusieurs personnes contribuent à ce Journal, il est impossible qu'il soit fort uniforme. Mais parce que cette inegalité, qui vient tant de la diversité des sujets que des genies de ceux qui les traitent, pourroit estre desagreable ; on a prié le Sieur de Hedouville de prendre le soin d'ajuster les materiaux qui viennent de differentes mains, en sorte qu'ils puissent avoir quelque proportion et quelque regularité. Ainsi sans rien changer au jugement de chacun, il se donnera seulement la liberté de changer quelque fois l'expression ; et il n'espouera aucun party. Cette indifférence sans doute sera jugée necessaire, dans un ouvrage qui ne doit pas estre moins libre de toute sorte de prejuges, qu'exempt de passion et de partialité. (...) »

Quel est le lien entre ces journaux savants et les académies étatisées ? Dans le cas du *Journal des Savants*, le lien est finalement ténu. Le *Journal des Savants* est un média privilégié des académiciens pour la publication de leurs travaux. Cependant, il ne faut pas généraliser en parlant du journal comme d'un journal officiel de l'Académie des Sciences, puisqu'il contenait bien d'autres publications que celles de la compagnie. Après la réforme de 1699, le *Journal des Savants* se sépare même de fait de l'Académie, qui publie ses *Mémoires...* en interne, dans l'*Histoire de l'Académie royale des sciences*. À partir de 1699, la séparation est effective. Le *Journal des Savants* continue cependant à publier des travaux d'académiciens et à informer ses lecteurs des parutions et contenus de l'*HARS*. Dans le cas des *Philosophical Transactions*, le lien est plus ténu, à partir du moment où les secrétaires de la Royal Society se succèdent à la tête du périodique. Cependant, la publication n'est pas régulière, ni homogène du point de vue de la qualité. Progressivement, les liens entre les deux organes se resserrent : les *Transactions* ne publient guère que des

mémoires des membres de l'académie. Les *Philosophical Transactions* ressemblent donc plus à l'*HARS* qu'au *Journal des savants*.

Une presse scientifique et technique ?

La fondation des journaux institutionnels précités inspire des gens à travers l'Europe, et spécialement à partir des années 1680 aux Provinces-Unies, dans l'Empire et en Italie. En une quarantaine d'années, une soixantaine de journaux savants sont créés, et ils apportent divers compléments à la formule prototype, soit dans la présentation des ouvrages, soit dans l'organisation de leur livraison, voire dans le contenu. D'enrichissement en complément, une forme éditoriale particulière se constitue, qui se caractérise par la brièveté des textes publiés, la périodicité plus ou moins courte de la publication, et, grâce à ce retour régulier de l'ouvrage, la possibilité de remâcher le savoir en complétant les textes livrés au public, ou en ouvrant un débat à leur propos. Toujours, c'est l'élargissement et l'anonymisation des destinataires qui fait la nature même de cette presse scientifique qui naît à la fin du XVIIe et au début du XVIIIe siècle. Les conditions de la multiplication de ces périodiques et le rôle singulier qu'ils remplirent dans l'information en matière savante, dans l'échange des lettrés et des hommes de science comme dans la validation de leurs travaux, conduisent à s'interroger sur la possible formation d'un système d'échange périodique dont la relations singulière avec les autres institutions savantes pourrait constituer une clé de lecture de la République des Lettres.

La création du Journal des Savants et des Philosophical Transactions est suivie d'une vague de plusieurs autres périodiques : le *Giornale de' letterati* (Rome, 1668), l'*Histoire des ouvrages des savants* (Rotterdam, 1687), les *Nouvelles de la République des Lettres* de Pierre Bayle (Rotterdam, 1684). Le nombre de villes concernées par ces créations augmente progressivement jusque 1700 (une quinzaine de villes concernées). Paris vient en tête avec quatorze titres, dont la majorité sont spécialisés ; ensuite vient Londres avec une douzaine de titres ; Amsterdam ; Leipzig. De telles entreprises confirment la place acquise par cette forme de d'édition ainsi que la pression de la demande à l'échelle de l'Europe. Il faut tout de même noter que peu de ces journaux survivent plus de cinq ans. À peine la moitié des journaux créés avant 1700 survivent cinq ans (33), une douzaine dix ans, six seulement plus d'une vingtaine d'années. Les créations éphémères sont les plus nombreuses dans les années 1680. Pour les périodiques les plus durables, on retrouve les capitales intellectuelles et commerciales de l'époque (Paris, Londres, Leipzig, Amsterdam, Rotterdam et Venise) : c'est de toute manière là que se concentrent les lecteurs potentiels de telles revues. L'édition de la presse savante est alors caractérisée par de faibles tirages qui, si l'on en juge par le nombre de presses de l'imprimeur ou l'usure des cuivres des figures, semblent se situer entre 800 et 2000 exemplaires par numéro.

Quid de la circulation de ces revues ? Vraisemblablement, certaines connaissent une diffusion à l'échelle européenne, diffusion attestée parfois par le format d'édition (ainsi les *Nouvelles de la République des lettres* en in-12). Les Provinces-Unies se spécialisent dans la pratique de la réimpression de numéro parus ailleurs, grâce à un tissu de libraires puissants et une organisation entre eux pour les réimpressions des éditions étrangères. Plusieurs périodiques savants ou lettrés sont reproduits à Amsterdam au format in-12 : le *Journal des savants*, les *Mémoires sur les sciences* de Jean-Baptiste Denis, ou encore le *Mercure galant*. Des libraires néerlandais montrent un intérêt important pour ces éditions, qu'ils pouvaient réimprimer de nombreuses fois en fonction de la demande. Les périodiques français étaient très recherchés dans les milieux de cour, ne serait-ce que parce que le français était alors la langue commune à un certain nombre de milieux d'élites en Europe. Les journaux savants sont aussi traduits, en latin et surtout en langue vernaculaire. Parmi ceux-ci, on notera la version française des *Acta eruditorum* donnée à La Haye en 1685, sous le titre *Ouvrages des savants publiez à Leipzig l'année 1682*. Des articles publiés originellement dans des

revues étrangères sont également traduits et publiés individuellement dans des revues néerlandaises et germaniques (à Leipzig toujours).

Dans l'espace européen, les quelques soixante périodiques savants créés de 1665 à 1701 reposent sur des circuits de diffusion d'échelles différentes. Circuits locaux pour ceux dont la langue est cantonnée ou peu répandue, ainsi le néerlandais ou même l'anglais. Circuits européens pour les périodiques appuyés par de solides libraires ou des institutions et qui utilisent une des langues universelles (le latin et le français). Les traductions passent par d'autres circuits, parfois plus informels. Ces circuits d'échelles diverses agencent les périodiques savants en un système de validation autonome. À l'échelle locale, pour les fabricants d'instruments, de cartes ou d'appareils, aussi bien que pour les divers auteurs de manuels, ou encore pour les enseignants, ils servent de moyen de confirmation de l'information. À plus grande échelle, les périodiques deviennent un moyen de confronter et de vérifier l'information scientifique. Dans cette optique, le périodique savant participe à un double commerce, d'une part en diffusant des informations d'ordre publicitaire sur des instruments, des appareils, des conférences, des manuels pratiques ; d'autre part, en contribuant à la validation des savoirs.

Techniquement, la multiplication des périodiques savants en Europe et la large diffusion de plusieurs d'entre eux aboutissent à la constitution d'une forme éditoriale spécifique à partir du modèle parisien. Les préfaces contiennent très souvent l'esquisse d'un historique du journal savant. Les objectifs des revues sont les mêmes, à savoir la diffusion des nouveautés scientifiques. Au-delà d'une commune référence historique, tous ces périodiques présentent deux genre de textes qui servent à la diffusion comme à la validation des savoirs : des extraits et des mémoires, réunis dans des livraisons. Les extraits présentent un abrégé des livres parus, et même parfois à paraître, en respectant leur contenu et sans développer de critique. L'idée, c'est d'éviter les textes longs qui pourraient détourner le lecteur, tout en évitant de froisser l'égo des auteurs. Le plus souvent, l'ouvrage présenté est réduit à son propos utilitaire. Les mémoires publiés par les journaux savants offrent en général la relation d'une observation, d'une expérience ou d'un travail scientifique. Là, la longueur du texte est souvent de mise, mais les formes personnelles et polémiques sont évitées, si ce n'est bannies. Une rubrique consacrée aux nouvelles littéraires fait souvent son apparition, ainsi que des informations sur des travaux savants ou sur les institutions de la république des lettres. Les articles réunis sont les plus souvent numérotés selon l'ordre de livraison à l'éditeur.

Quelle est la place des journaux savants dans la pratique scientifique de l'époque ? L'introduction de tables des matières et de différents types d'indexation amène à les penser comme des outils. À côté des tables commencées en 1666, le *Journal des Savants* se dote à partir de 1675 d'une bibliographie ordonnée : rapidement, l'ensemble des revues du même type se dotent d'un tel outil. En complément à ces instruments classificatoires annuels, trois périodiques savants sont dotés avant 1700 d'une table récapitulative particulière, couvrant plusieurs années (*Philosophical Transactions*, *Journal des savants* et *Acta eruditorum*). En résumé, les journaux savants deviennent (matériellement) progressivement des instruments de travail savant, grâce à divers outils de classification. Ils constituent aussi un système de validation déterminant dans le débat intellectuel : on peut aisément y vérifier telle ou telle information avancée par un savant, à l'échelle européenne. L'importance que les savants attachent à cette fonction des périodiques aboutit même à de véritables stratégies de publication à l'échelle européenne. Leibniz présente un cas exemplaire avec la diffusion européenne de sa solution du problème de la chaînette pour faire reconnaître la valeur de son calcul infinitésimal, et poser les jalons d'une conquête de la chaire de mathématiques de Padoue.

Quels sont les destinataires de ces revues ? Par l'introduction de ce qui s'apparente à des instruments de travail, on peut d'abord placer dans les destinataires les savants eux-mêmes. Le lecteur cependant n'est pas seulement le scientifique qui a besoin de ces publications dans le cadre de ses propres travaux. Tout

au long des XVIIe et XVIIIe siècles, dans toute l'Europe, les rédacteurs présentent dans les préfaces l'image d'un curieux, d'un homme lettré et éduqué, qui tient à se mettre au diapason des avancées scientifiques. Mais le principal destinataire reste le scientifique/technicien dont c'est le métier (ou plutôt l'occupation principale).

*Une société scientifique européenne : vers la nouvelle République des Lettres*

À la fin du XVIIe siècle, l'expression de République des lettres connaît une nouvelle vigueur. Son sens s'est peu à peu étendu pour inclure tous ceux qui ont partie liée avec la vie intellectuelle et savante. La sphère des activités intellectuelles a été transformée par de nouveaux moyens d'organisation, de communication et d'échange. À la fin du XVIIe siècle, la République des lettres est devenue un « pays » ouvert sur le monde, connecté à d'autres réseaux et plus fermé sur lui-même. L'un des points assez symboliques de cette ouverture, c'est le passage aux langues vernaculaires, au fil du XVIIe siècle, délaissant le latin. Le latin, lui, demeure la langue de l'érudition universitaire. Le passage progressif aux langues vernaculaires, et notamment au français, révèle une conception plus ouverte du savoir scientifique : pas besoin de parler le latin pour raisonner.

La République des lettres, c'est un concentré des mécanismes sociaux des élites intellectuelles, marchandes et politiques de l'époque. Au sein même de la République des lettres et de chaque communauté savante, il existe des patrons en mesure d'encourager et de promouvoir les carrières. Leur autorité procède d'abord de la valeur de leurs œuvres, mais aussi de leur position de pouvoir et de leur capacité à mobiliser des soutiens. C'est que les savants, comme tous les gens de lettres, ont besoin de protection pour mener carrière, pour obtenir des places et des revenus, voire pour se prémunir vis-à-vis de pouvoirs ecclésiastiques. Cette protection, elle s'obtient par l'écriture, par l'entretien d'un réseau de correspondance. En soignant ses protections, l'homme de lettres cherche à accéder à des places et à des ressources, mais aussi, tout bêtement, à une publicité/notoriété. Au sommet de ce système de patronage, on trouve évidemment le souverain. On trouve aussi des savants influents ou disposant d'une position institutionnelle incontournable, ainsi les secrétaires et directeurs d'académies (les positions de Newton ou de Fontenelle au début du XVIIIe siècle paraissent hégémoniques, omnipotentes).

La nouvelle République des Lettres, c'est aussi un espace public, transparent, « accessible », en tout cas connu. Le lettré devient homme public. Cette évolution est fondamentale, parce qu'elle concerne les rapports de la République des lettres avec le corps social tout entier, ou du moins sa partie la plus éclairée qui constitue l'opinion publique (Binoche et Lemaître 2013). Cette évolution renvoie à une transformation en profondeur des structures de pouvoir et de communication, une forme d'espace public (J. Habermas). Par espace public, il faut entendre un espace de communications constantes, espace homogène et unifié, structuré autour d'un même but (ici la science, le savoir). Au sein de cet espace, des individus peuvent faire publiquement et librement usage de leur esprit critique, débattre entre égaux et confronter leurs idées. La formation de l'espace public est caractéristique de la fin du XVIIe siècle et de l'époque des Lumières. Elle correspond à la naissance de nouveaux lieux de sociabilités, où l'on lit les lettres des savants, où l'on discute des derniers ouvrages et des dernières théories ou découvertes. Ces pratiques sociales et culturelles, sont elles-mêmes génératrices de nouvelles représentations. C'est ça, la nouvelle République des Lettres, plus mondaine, plus bourgeoise, plus liée aux pouvoirs politiques aussi qu'elle ne l'était aux premiers temps de la Renaissance, sous la plume d'Érasme. Dans cette nouvelle République des Lettres, l'ouverture au public introduit ce nouvel acteur, capable de devenir le juge en dernier ressort des valeurs et des œuvres. Le scientifique rentre aussi un peu, quelque part, dans une logique clientélaire : il s'agit de s'intégrer dans les bons milieux, de plaire.

## Sciences et sociabilités à l'époque des Lumières

### Définir les Lumières

#### *Qu'est-ce que les Lumières ?*

Les « Lumières » ont cette particularité d'être un objet de l'histoire des idées en même temps qu'une référence idéologique. Mouvement philosophique finalement assez peu représentatif du monde dans lequel il s'ancre, il a fini, à force d'être mis sur un piédestal, par être employé comme synonyme d'une époque tout entière, d'un siècle. Bien que l'expression soit passée dans le langage commun, il faut donc tout de même prendre quelques précautions d'usage.

Les Lumières, c'est un grand mouvement de pensée, à l'échelle européenne. Le mouvement des Lumières est fondamentalement séculier : c'est la raison qui éclaire, et non l'Esprit-saint, et cette raison a beau être universelle, elle est considérée avant tout au point de vue de l'homme. Pour celui-ci, faire usage de sa raison, c'est simplement penser. La pensée devient un acte politique, un acte de liberté. Les Lumières, c'est un mouvement savant avec une portée politique, très souvent contestataire. Penser librement, c'est penser de manière critique. Les Lumières représentent une autonomie de pensée, un idéal vers lequel tendre, sans cesse menacé, renié pour céder à la soumission de l'esprit et à l'aliénation de la raison. Si l'on doit résumer les Lumières à trois idées principales, se serait l'esprit critique, l'importance des sens et l'idée de progrès.

L'esprit critique, c'est la base de la philosophie libertarienne des Lumières. Penser librement, c'est être en mesure et en droit de critiquer. L'esprit critique se nourrit du doute (Descartes !) et vise d'abord à détruire : détruire les préjugés, les idées toutes faites et les dogmes. Lorsque le mot réapparaît au début du XVIIe siècle, il désigne le jugement sur la valeur des choses, un jugement philologique profond. Dans la seconde moitié du XVIIe siècle, des philosophes comme Spinoza ou Bayle franchissent la ligne entre critique philologique et critique philosophiques des textes. C'est là que se tient la rupture dans la manière de penser les sciences. Ce goût de la critique prend racine dans l'humanisme tardif, celui des guerres de religion et de la violence, celui du libertinisme italien (puis français). L'incroyance libertine, c'est une forme de déni, de critique, de doute, poussée à un paroxysme universel. Ce libertinisme transmet aux Lumières le goût de l'incroyance, et donc le terreau fertile au discours anti-religieux. L'entrée en la matière de l'esprit critique des Lumières est bien présente dans la publication, en 1697, d'une première version du *Dictionnaire historique et critique* de Pierre Bayle.

La « leçon des sens » (Belhoste 2016, p. 173) signifie qu'il faut chercher la connaissance dans l'expérience et dans le contact avec le monde plus que dans l'interprétation de la volonté divine. Là aussi, les idées de Descartes, par l'intermédiaire de John Locke, sont extrêmement prégnantes. L'esprit des sens, c'est une forme de nouvelle vision de l'existence de l'être, dans laquelle on considère l'être humain à la naissance comme une feuille blanche, une sorte de poche vide que l'on peut remplir un peu comme on le souhaite. Toutes nos idées viennent donc directement ou indirectement de l'expérience sensible. La connaissance consiste à les comparer pour énoncer des jugements.

L'idée de progrès, c'est peut-être la plus connue des Lumières. Les Lumières proposent un projet d'émancipation global. Pour les Lumières, l'homme se situe au-dessus de la nature, et doit la maîtriser pour améliorer son environnement, ses conditions de vie. L'idée avait été avancée par Bacon au début du XVIIe siècle : pour Francis Bacon, le progrès est toujours associé au perfectionnement des sciences et des arts. Cette thèse entre en contradiction avec celle, encore largement admise, de la supériorité des Anciens. Les Lumières pensent qu'il est possible de faire « mieux ». Ils s'appuient pour cela sur l'idée des progrès de l'esprit humain. On sait de plus en plus de choses, et on améliore donc quantitativement notre connaissance et notre maîtrise du monde. La science/connaissance, c'est le matériau de base qui permet à

chaque individu de se perfectionner, par l'éducation, mais aussi par l'expérience. Cette idée de progrès connaît un développement considérable au XVIIIe siècle, alors que chaque membre du mouvement tente d'ajouter sa touche à la définition de la notion.

*Le XVIIIe siècle, « siècle des Lumières »*

Le XVIIIe siècle se résume souvent à cette formule surannée, celle de « siècle des Lumières », qui vient souvent remplacer la terminologie classique d'un siècle comme un autre. Il ne faut pas en abuser toutefois. La signification de l'expression « siècle des Lumières » est essentiellement philosophique et idéologique. De plus, les Lumières ne commencent techniquement pas avant la publication du premier volume de l'*Encyclopédie*, en 1751, ce qui coupe largement le siècle en deux. Parler de la philosophie des Lumières au singulier de plus apparaît problématique, dans la mesure où, malgré des traits communs, il n'y a pas de *consensus universorum* de la pensée savante et philosophique au XVIIIe siècle. C'est donc un peu réducteur...

Les grandes lignes de l'histoire scientifique européenne (1650-1800)

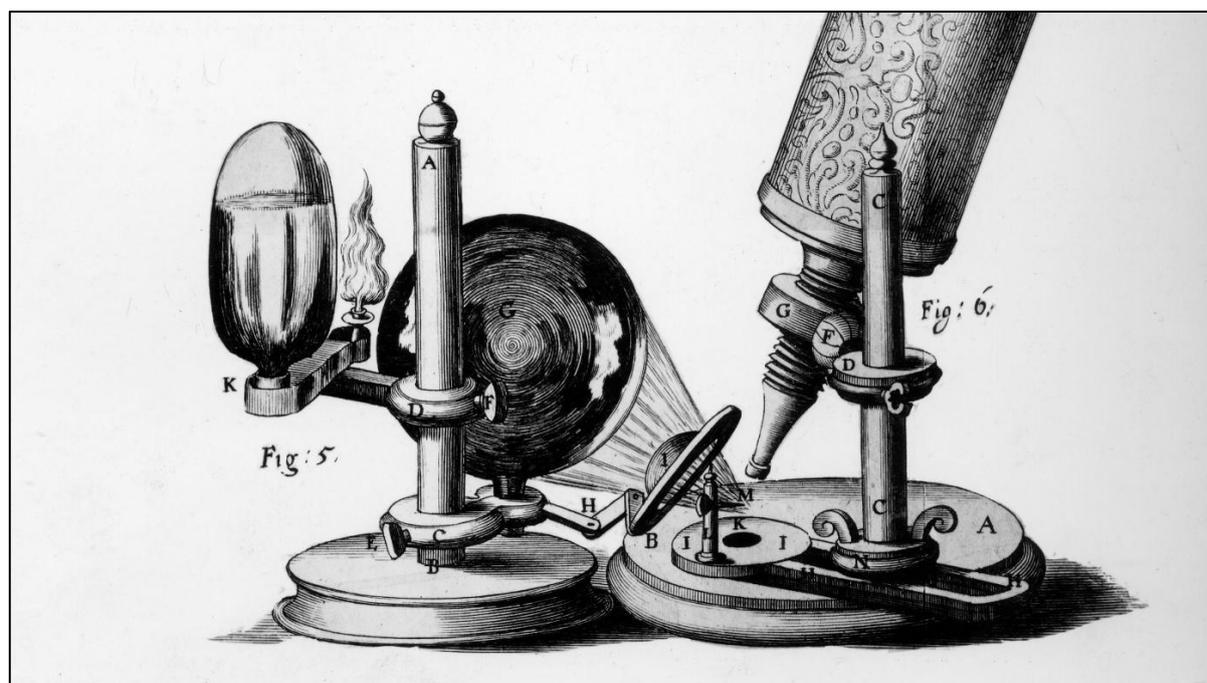
*Les sciences en Angleterre de Bacon à Newton*

Robert Hooke et le microscope

Robert Hooke (1635-1703) est un savant anglais issu de l'atelier de Robert Boyle, qui l'engage comme assistant en 1655 alors qu'il n'est qu'élève à Oxford. La machine pneumatique de Boyle permet à Hooke d'effectuer des expériences sur le rôle de l'air : il constate alors qu'un combustible aussi actif que le soufre ne s'enflamme pas s'il est placé dans une enceinte vide ; de même, dans ces conditions, un animal ne peut vivre bien longtemps. Membre (1663) puis secrétaire (1678) de la Royal Society de Londres, il y présente de nombreuses communications sur les sujets les plus divers, tels que les tâches du Soleil et celles de la Lune, les propriétés des cristaux et la composition de la lumière. Il est régulièrement (et pendant longtemps) en conflit avec Newton sur la paternité de certaines idées, ainsi la gravitation universelle. Sa controverse avec Newton l'a entraîné à préciser ses idées sur la nature de la lumière et sur son hypothétique support, l'éther. Il invente un régulateur pour le balancier des montres (1658), un système de télégraphie optique (1684), plusieurs moyens de voler, le thermomètre à alcool, l'hélioscope. Il perfectionne le télescope et propose de choisir, pour le degré zéro du thermomètre, le point de fusion de la glace.

Surtout, Robert Hooke est l'inventeur du microscope. Le concept du microscope, c'est-à-dire d'une lentille grossissante, existe déjà depuis très longtemps, probablement même depuis que le verre existe. Le verre comme outil d'étude minutieuse est certainement utilisé « scientifiquement » depuis le XVIe siècle : ainsi Giovanni Rucellai dit avoir dessiné des abeilles avec précision grâce à un miroir élargissant en 1523. Autour des années 1600, alors que la lunette astronomique est en train d'être mise au point aux Provinces-Unies et en Italie, on sait que certains ont fabriqué des tubes dans lesquels étaient insérées des lentilles, probablement par les mêmes qui inventaient le télescope d'ailleurs. Au fil du XVIIe siècle, le goût pour l'observation fait son chemin, et implique déjà de trouver de nouveaux outils, qui permettraient d'observer plus en détails. Grâce à une lentille, Giovanni Battista Odierna, un prêtre sicilien, parvient à disséquer l'œil d'une mouche et à spéculer sur les mécanismes de la perception oculaire : le croisement de l'histoire naturelle et de la technique est fait. Rapidement, la technique s'introduit dans différentes disciplines, depuis la botanique jusqu'à la minéralogie, en passant par l'anatomie de différents organismes vivants. C'est dans ce contexte que Robert Hooke arrive sur le devant de la scène. En 1663, il commence une série de démonstration à la Royal Society, en tant que « Conservateur des Instruments ». Son instrument a été façonné par un marchand londonien, Christopher Cock. C'est un microscope assez large, qui peut être utilisé avec deux voire trois lentilles et adapté avec différents outils pour observer des choses de taille et de nature différentes. Hooke résout également un problème majeur : la question de la lumière

dans le microscope. Par un principe d'illumination par réflexion, via un miroir en dessous du microscope, Robert Hooke peut voir des choses avec une précision inédite. Après, il devient un peu fou : il met tout et n'importe quoi dans son microscope, observe et décrit ce qu'il voit. Les ouvrages de Hooke sont des compilations de ces descriptions, où l'analyse n'est que peu présente. Le microscope, mais surtout les observations de Hooke, sont un succès scientifique considérable à l'époque. Son ouvrage *Micrographia*, publié en 1665, est un best-seller absolu. Il y laisse une place très importante à l'image. Les planches de l'ouvrage sont très détaillées, aussi parce qu'elles sont plus ou moins le seul moyen de partager avec le lecteur ce que le savant voit dans le microscope.



**Figure 6. Le microscope de Robert Hooke et son système de réflexion de la lumière**

Edmond Halley (1656-1742)

Fils d'un riche marchand et fabricant de savon londonien, Edmond Halley bénéficie de la meilleure éducation possible, à Saint-Paul, puis au Queen's College, à Oxford. Attiré par l'astronomie, il rencontre John Flamsteed, astronome royal, à l'âge de vingt ans. Son maître est à l'œuvre pour établir un catalogue des étoiles de l'hémisphère nord. Qu'à cela ne tienne, il décide d'en faire autant pour l'hémisphère sud. Il part donc pour Sainte-Hélène, où il reste deux ans. À son retour, il publie le *Catalogus stellarum australium* (1679). Homme sociable et à l'aise dans les milieux mondains, à 22 ans, il se permet de dédicacer son ouvrage au roi Charles II : c'est un moyen comme un autre de se faire remarquer. Continuant sur sa lancée, Halley étudie le mouvement des comètes, et parvient à déterminer (avec succès, mais personne ne le sait encore), le re-passage d'une comète qu'il observe dans le ciel anglais pour 1758 (c'est la comète de Halley). En 1685, à même pas trente ans, il rentre à la Royal Society comme assistant du secrétaire honoraire, poste rémunéré mais qui le contraint à abandonner l'idée d'être nommé *fellow*. En 1696, il fait partie des projets de la Monnaie. De 1698 à 1700, Halley commande le *Paramour Pink*, navire de guerre à bord duquel il effectue de nombreuses mesures du magnétisme terrestre et de météorologie. En 1701, il publie une carte de ses observations magnétiques qui sera utilisée longtemps après sa mort. En 1703, il est nommé professeur de géométrie à Oxford. En 1718, il succède à Flamsteed comme astronome royal, et profite de la place pour réaliser une étude sur les mouvements de la Lune.

## Isaac Newton

On sait peu de choses de la jeunesse d'Isaac Newton. Né en 1642, il entre à l'Université de Cambridge en 1661. De cette période de formation, on conserve en partie la trace de ses lectures notées dans ses premiers carnets, où il consigne remarques et réflexions. Il lit et réfléchit autour des savants de la génération qui l'a précédé, celle qui meurt quand il naît, celle des Galilée et des Kepler. En 1665, diplômé, il retourne deux ans dans sa famille, à cause de la peste, et étudie en solitaire : il pose alors les fondements de ses plus grandes découvertes en mathématiques, en optique et en mécanique céleste. En 1669, Newton obtient la chaire de mathématiques de son ancien professeur à Cambridge, Isaac Barrow : il va la conserver jusqu'en 1695. Pendant les premières années, Newton se consacre à son enseignement, comme en témoignent les manuscrits de ses cours. En 1672, il devient *fellow* à la Royal Society, principalement grâce à la présentation de son télescope à réflexion. Il publie à Londres en 1687, sous l'impulsion de Halley, les *Philosophiæ naturalis principia mathematica*. Après 1704 et la mort de son principal contradicteur sur le sujet, Robert Hooke, Newton publie enfin son grand livre d'optique : *Opticks or a Tratisie of the Reflections, Refractions, Inflections and Colours of Light*. Il consacre maintenant son temps à des charges plus « politiques » : directeur de la Monnaie en 1700, il est ensuite élu président de la Royal Society en 1703. Il conserve ces deux charges prestigieuses jusqu'à sa mort en 1727.

Scientifiquement, Newton est à la fois héritier et précurseur. De son propre aveu, il n'aurait pu réaliser une telle œuvre scientifique sans l'héritage de la génération précédente. Si Newton a pu ainsi réaliser un certain nombre d'avancées spectaculaires dans le domaine de la philosophie naturelle, c'est parce qu'il a su mettre en œuvre la vraie méthode de la science, une méthode d'inspiration clairement baconienne, inductive, basée sur l'observation et l'expérimentation. Si l'on suit un peu la tradition historiographique qui fait de lui un héros absolu, le champion des sciences à l'époque moderne, il faut donc avouer que Newton couronne un peu la révolution scientifique du XVII<sup>e</sup> siècle. Newton, c'est la cerise sur le gâteau. Surtout, Newton a marqué scientifiquement son empreinte sur de nombreuses disciplines, ainsi l'optique, la mécanique ou les mathématiques.

Le Newton le plus intéressant peut-être pour le sujet, c'est l'administrateur, le directeur de la Monnaie et le patron de la Royal Society. En 1696, Newton décide de quitter Cambridge pour occuper le poste de directeur de la Monnaie, puis de maître de la Monnaie (1699), un poste qui lui assure des revenus très importants, et récompense son engagement politique auprès de Guillaume d'Orange lors de la Glorieuse Révolution. Concrètement, Newton est alors à la tête de l'institution chargée de battre et d'émettre monnaie dans toute la Grande-Bretagne. De plus, le poste est à haut risque, l'Angleterre connaissant alors une crise monétaire importante, provoquée par la volonté du gouvernement d'injecter des pièces d'argent pour remplacer les anciennes, trop faciles à imiter ou à rogner. Newton s'engage à fond dans sa nouvelle fonction, traque les faux-monnayeurs, fréquente les tavernes et les prisons.

Devenu célèbre, Newton est admis comme associé de l'Académie Royale des Sciences en 1699, quand le nouveau règlement autorise l'affiliation de savants étrangers. Il reçoit alors la visite de savants étrangers, trouve un écho formidable dans les milieux européens. En 1703, fort de son succès à la Monnaie et de ses nombreux travaux, il est élu président de la Royal Society, non sans difficultés. L'institution traverse alors une grave crise : le nombre des membres avait diminué de moitié par rapport à ce qu'il était au début des années 1670 ; les membres d'assistaient pas aux réunions hebdomadaires, qui ne traitaient plus de sujets scientifiques intéressants (ni même de sujets scientifiques). Newton choisit alors une posture autoritaire en tant que président. Il assiste à toutes les réunions, montrant ainsi l'exemple et ramenant un peu de *fellows* dans le giron de la présence assidue. Il s'attelle avec passion au redressement de la société qui voit rapidement augmenter le nombre de ses membres, ainsi que le niveau scientifique des réunions. Il (re)consolide sa position scientifique au sein de la Royal Society en 1704, en publiant son

*Optique*. Jusqu'à sa mort, c'est une position autoritaire que Newton tient au sein de l'Académie anglaise, ce qui ne fait évidemment pas l'unanimité, en tant que président autant qu'en tant que scientifique, ainsi l'atteste sa longue querelle avec Leibniz sur la paternité du calcul infinitésimal. Newton consacre les dernières années de sa vie à préparer de nouvelles éditions de l'*Optique* ainsi qu'une troisième édition des *Principia*, tout en continuant, encore et toujours, ses recherches théologiques (consignées dans *Chronologie amendée des anciens royaumes*). Il meurt, riche et respecté, le 19 mars 1726, en ayant refusé de recevoir les sacrements de l'Église (Mazauric 2009, p. 211-219 ; Belhoste 2016).

**Extrait de l'éloge de Newton prononcé par Fontenelle devant l'Académie royale des sciences (1727)**

« M. Neuton a eu le bonheur singulier de jouir pendant sa vie de tout ce qu'il méritoit, bien différent de Descartes qui n'a reçu que des honneurs posthumes. Les Anglois n'en honorent pas moins les grands talents pour être nés chez eux ; loin de chercher à les rabaisser par des critiques injurieuses, loin d'applaudir à l'envie qui les attaque, ils sont tous de concert à les élever et cette grande liberté, qui les divise sur les points importants, ne les empêche point de se réunir sur celui-là. Ils sentent tous combien la gloire de l'esprit doit être précieuse à un État et qui peut la procurer à leur patrie, leur devient infiniment cher. Tous les savants d'un pays qui en produit tant mirent M. Neuton à leur tête par une espèce d'acclamation unanime. Ils le reconnurent pour chef et pour maître, un rebelle n'eût osé s'élever, on n'eût pas souffert même un médiocre admirateur. Sa philosophie a été adoptée par toute l'Angleterre, elle domine dans la Société royale et dans tous les excellents ouvrages qui en sont sortis, comme si elle étoit déjà consacrée par le respect d'une longue suite de siècles. Enfin, il a été reversé au point que la mort ne pouvoit plus lui produire de nouveaux honneurs, il a vu son apothéose. Tacite, qui a reproché aux Romains leur extrême indifférence pour les grands hommes de leur nation, eût donné aux Anglois la louange toute opposée. En vain les Romains se seroient-ils excusés sur ce que le grand mérite n'étoit jamais commun, ou que même il faudroit, s'il étoit possible, le rendre commun par la gloire qui y seroit attachée.

En 1703, M. Neuton fut élu président de la Société royale et l'a été sans interruption jusqu'à sa mort pendant 23 ans, exemple unique et dont on n'a pas cru devoir craindre les conséquences. La Reine Anne le fit Chevalier en 1705, titre d'honneur qui marque du moins que son nom étoit allé jusqu'au trône, où les noms les plus illustres en ce genre ne parviennent pas toujours. Il fut plus connu que jamais à la Cour sous le Roi George. La princesse de Galles, aujourd'hui Reine d'Angleterre, avoit assez de lumières et de connoissances pour interroger un homme tel que lui et pour ne pouvoir être satisfaite que par lui. Elle a souvent dit publiquement qu'elle se tenoit heureuse de vivre de son temps et de le connoître. Dans combien d'autres siècles et dans combien d'autres nations auroit-il pu être placé sans y retrouver une princesse de Galles ! Il avoit composé un ouvrage de chronologie ancienne qu'il ne songeoit point à publier, mais cette princesse, à qui il en confia les vues principales, les trouva si neuves et si ingénieuses, qu'elle voulut avoir un précis de tout l'ouvrage, qui ne sortiroit jamais de ses mains et qu'elle posséderoit seule. Elle le garde encore aujourd'hui avec tout ce qu'elle a de plus précieux. Il s'en échappa cependant une copie ; il étoit difficile que la curiosité, excitée par un morceau singulier de M. Neuton, n'usât de toute son adresse pour pénétrer jusqu'à ce trésor et il est vrai qu'il faudroit être bien sévère pour al condamner. Cette copie fut apportée en France par celui qui étoit assez heureux pour l'avoir et l'estime qu'il en faisoit l'empêcha de la garder avec le dernier soin. Elle fut vue, traduite et enfin imprimée. [...]

Dès que l'Académie des Sciences, par le règlement de 1699, put choisir des associés étrangers, elle ne manqua pas de se donner M. Neuton. Il entretint toujours commerce avec elle, en lui envoyant tout ce qui paroissoit de lui. C'étoient ses anciens travaux, ou qu'il faisoit réimprimer, ou qu'il donnoit pour la première fois. Depuis qu'il fut employé à la Monnoye, ce qui étoit arrivé déjà quelque temps auparavant, il ne s'engagea plus dans aucune entreprise considérable de mathématique, ni de philosophie. Car quoique l'on put compter pour une entreprise considérable la solution du fameux problème des trajectoires, proposé aux Anglois comme un défi par M. Leibnitz pendant sa contestation avec eux, et recherché bien soigneusement pour l'embarras et la difficulté, ce ne fut presque qu'un jeu pour M. Neuton. On assure qu'il reçut ce problème à quatre heures du soir, revenant de la Monnoye fort fatigué et ne se coucha point qu'il n'en fut venu à bout. Après avoir servi si utilement dans les connoissances spéculatives toute l'Europe sçavante, il servit uniquement sa patrie dans des affaires dont l'utilité étoit plus sensible et plus directe, plaisir touchant pour tout bon citoyens ; mais tout le temps qu'il avoit libre, il

le donnoit à la curiosité de son esprit, qui ne se faisoit point une gloire de dédaigner aucune sorte de connoissance et sçavoit se nourrir de tout. On a trouvé de lui, après sa mort, quantité d'écrits sur l'Antiquité, sur l'Histoire, sur la Théologie même, si éloignée des Sciences par où il est connu. Il ne se permettoit ni de passer des moments oisifs sans s'occuper, ni de s'occuper légèrement, et avec une faible attention. (...) »

*Histoire de l'Académie royale des Sciences. Année MDCCXXVII,*  
Paris, Imprimerie royale, 1729, p. 165-170.

L'œuvre de Newton est immense, et son influence ne l'est pas moins. Le « newtonisme » cependant se détourne un peu de ce que souhaitait et faisait Newton, surtout d'un point de vue religieux : Newton était imprégné de questions théologiques et religieuses ; le newtonisme est un mouvement qui s'inscrit dans le mouvement général de sécularisation des sciences qui domine le XVIII<sup>e</sup> siècle. En Angleterre, où Newton est déjà vénéré de son vivant, l'œuvre est nécessairement durable. Après sa mort, l'ensemble du programme d'enseignement est réformé à Cambridge, où Newton devient la principale référence ; la logique d'Aristote laisse la place aux mathématiques et la scolastique à l'expérimentalisme. Sur le continent, le newtonisme met plus de temps à s'imposer, aussi parce qu'il doit s'imposer sur un cartésianisme tout puissant. Surtout, le newtonisme continental est une adaptation. Via les Provinces-Unies, que ce soit les mathématiciens de l'université de Leyde ou les imprimeurs et traducteurs qui en diffusent les œuvres, ces idées infusent. À Paris, Jacques Cassini, directeur de l'Observatoire, s'appuie sur Newton pour affirmer en 1718 que la Terre est allongée aux pôles, et non aplatie comme le supposait Newton. Maupertuis, en 1732, publie un *Discours sur les différentes figures des astres* d'inspiration newtonienne. Voltaire, qui a assisté aux obsèques de Newton en Angleterre, se laisse convaincre et publie en 1734 des *Lettres philosophiques* dans lesquelles il rapproche la figure du savant de celle de Locke. Le livre est condamné à être brûlé par le Parlement de Paris, comme « contraire à la religion » : Voltaire doit d'ailleurs quitter Paris pour éviter la prison, et c'est chez Emilie du Châtelet, à Cirey en Champagne, qu'il se rend. Avec Voltaire, Newton prend une autre dimension, politique : Newton est désormais associé dans l'esprit public à la promotion des libertés politiques et religieuses venues d'Angleterre. L'impact scientifique est aussi important. Maurepas, ministre de Louis XV, envoie deux expéditions savantes, l'une en Laponie, l'autre au Pérou, pour vérifier si la Terre est aplatie ou allongée aux pôles et trancher ainsi la dispute entre cartésiens et newtoniens. Maupertuis, envoyé en Laponie, affirme triomphant que les mesures démontrent l'aplatissement aux pôles.

Sur la base des travaux de Newton, newtonisme mathématique et newtonisme expérimental sont les deux courants les plus prolifiques scientifiquement du XVIII<sup>e</sup> siècle, notamment en astronomie et en mécanique. La physique et la chimie, forte des introductions de la science anglaise, depuis Bacon jusque Newton, avancent à marche forcée. Parmi les phénomènes auxquels s'intéressent les physiciens expérimentaux, ceux qui relèvent de l'électricité sont les plus remarquables. C'est là une physique de démonstration, qui naît en Angleterre avec la découverte en 1729 de la conductivité de l'électricité par le teinturier Stephen Gray, savant amateur de la *Royal Society*. C'est Gray qui fait les premières expériences sur des gens, notamment celle qui consiste à faire passer l'électricité d'une personne à l'autre par un fil de métal. Tout au long du siècle, un peu partout en Europe, ces expériences pullulent et se développent.

#### *Les sciences dans la France des Lumières*

« De l'Europe des Lumières, on disait qu'elle était l'Europe française » (Benrekassa dans Roche 1999, p. 369). Il ne faut pas abuser de cette image, mais il demeure que la France semble, déjà à l'époque, un lieu privilégié du mouvement scientifique et philosophique. D'abord, c'est un lieu où s'accomplit aux yeux de tous la perfection d'une culture et d'un mode de vie privilégié. En même temps, la France est un espace social original et propice à l'expansion de l'intelligence critique renouvelée. C'est en France que le philosophe des Lumières prend toute son ampleur, sa radicalité, notamment et surtout d'un point de vue

politique. En France, ce philosophe révèle quelque chose d'unique dans le mouvement d'affranchissement éclairé, même par ses fourvoiement ou, à l'occasion, sa duplicité. Alors c'est quoi, l'histoire de cette France des Lumières ? Surtout, quelle place le mouvement « français » a-t-il réellement à l'échelle européenne (ou tout du moins à l'échelle de l'espace du programme) ? Enfin, quelle est la représentativité de cette France des Lumières dans le royaume du XVIII<sup>e</sup> siècle, celui de Louis XV et Louis XVI ?

Les sciences françaises au XVIII<sup>e</sup> siècle au prisme de l'histoire naturelle

Voir « Comprendre la nature au XVIII<sup>e</sup> siècle ».

Un monde scindé en deux : les Lumières françaises entre académisme et contestations

Tout est dans le titre.

Lavoisier : un chimiste, mais pas que !

Lavoisier est à l'horizon chronologique du programme. Quand il commence ses travaux, durant les années 1770, la chimie, comme la physique, a connu de profondes mutations disciplinaires, notamment autour du détachement de la chimie. De nombreux mécanistes européens y ont travaillé. L'évolution scientifique suit la même trajectoire que pour les autres disciplines : c'est un détachement des principes aristotéliens, vers le règne de l'observation, de l'expérimentation et de l'instrumentation. Lavoisier, juriste de formation, a assisté de nombreuses fois aux cours parisiens de l'abbé Nollet et à ceux de chimie de l'apothicaire Guillaume-François Rouelle : Lavoisier fait partie des premières générations d'hommes formés dans ces milieux ouverts, en dehors des universités. Très tôt (1768), Lavoisier est élu à l'Académie des Sciences, à la place d'adjoint chimiste. Riche par sa proximité avec les milieux de fermiers de l'impôt (il devient lui-même fermier en 1768), le financement de ses recherches est tout trouvé. Au cours des années 1770, il est même nommé par Turgot régisseur de l'Arsenal : il s'y installe, avec une vaste bibliothèque et un laboratoire très richement doté en instruments de toutes sortes.

Lavoisier, c'est un cumulard. C'est même le champion des cumulards. Ses fonctions politiques le conduisent à fréquenter les milieux libéraux et physiocratiques. Sous l'influence des physiocrates, il s'intéresse à l'agriculture et acquiert en 1778 un vaste domaine à Freschines, dans la Beauce, et s'emploie à y améliorer le rendement agricole. Proche de Necker, il s'intéresse aussi aux questions d'hygiène publique. En 1785, il est élu pour un an directeur de l'Académie des sciences. Il remplit cette fonction avec son efficacité habituelle, traite de nombreux dossiers, dont la préparation de l'expédition de La Pérouse. Dans la tourmente de l'affaire « Mesmer », Lavoisier tient bon. À Paris, il gère autant la translation de l'hôpital de l'Hôtel Dieu qu'un projet de création d'abattoirs hors de la capitale. Il fait également construire un mur autour de Paris, destiné à limiter les fraudes portant sur les droits d'entrée des marchandises dans Paris (là, il est au max de sa côte d'impopularité). En 1788, il entre au conseil de la Banque d'escompte. A la Révolution, Lavoisier tente de prendre le parti de la bourgeoisie émancipatrice. Mais son passé de Fermier général le poursuit : c'est lui qui l'amène sur l'échafaud, le 8 mai 1794.

*Les Provinces-Unies, un hub de l'érudition au XVIII<sup>e</sup> siècle*

Au préalable : quelques éléments de contexte politique et social

Pour comprendre cette place particulière des Provinces-Unies dans la diffusion de la science des Lumières, il faut revenir sur des considérations politiques et sociales. Les Provinces-Unies ont à l'époque moderne une image de lieu de tolérance. Cette image fait de cette République un refuge politique européen, notamment anglais et français. Les deux révolutions anglaises sont marquées par un exil des milieux de cour anglais aux Provinces-Unies, où ils trouvent refuge et peuvent reconstituer les milieux intellectuels : l'exil politique importe une forme de sociabilité scientifique aux Provinces-Unies. Des savants s'y installent, ainsi Linné. Surtout, la liberté politique et la tolérance religieuse font du pays une

sorte d'Eldorado de la science « contestataire ». Concrètement, on peut publier aux Provinces-Unies des ouvrages qui seraient interdits en France ou en Angleterre (*a fortiori* en France).

Un événement politique en particulier a un impact très fort sur la composition des milieux intellectuels des Provinces-Unies : la révocation de l'édit de Nantes. À la suite de l'édit de Fontainebleau (1685), les protestants français, traqués dans tout le royaume de France, choisissent très souvent la République des Provinces-Unies comme lieu de refuge. En une décennie, on estime qu'entre 35 000 et 50 000 personnes arrivent ainsi dans les grands centres urbains néerlandais. L'impact initial est démographique : au plus haut de l'immigration huguenote, les migrants protestants représentent 2% de la population néerlandaise, 7% dans les grands centres urbains. L'influence sociale mais aussi économique est énorme : ces migrants sont globalement des gens cultivés, formés, avec un niveau de formation scientifique et/ou technique important. Ils apportent donc un certain savoir(-faire) dans le pays. Surtout, cette immigration tombe « à pic », à un moment où l'économie néerlandaise se remet des affres de la guerre de 1672-77. Les effets de la guerre, combinés à la vaste extension urbaine des années 1660, font alors que dans les grands centres urbains, se loger et trouver un travail est assez facile : on a besoin de ces migrants, qui ne font que combler une demande qui venait de s'ouvrir. Timing parfait !

Pour les considérations sociales, il faut rappeler que la population néerlandaise est largement réformée, et la Réforme attache une certaine importance sur l'aptitude individuelle à aborder soi-même la lecture des Écritures. Ceci explique un niveau d'alphabétisation nettement supérieur à la moyenne européenne, dès le XVIe siècle. Cette forte alphabétisation s'explique en partie par l'effort des États provinciaux, des magistrats urbains et du clergé réformé, qui font en sorte que dans les petites écoles les enfants apprennent la lecture autant que le catéchisme (le calcul et l'écriture sont en revanche un peu négligés). La société néerlandaise est également une société largement urbanisée, certainement un peu plus portée sur les questions culturelles et scientifiques que la société française rurale et paysanne. Du fait de cette corrélation entre plusieurs facteurs, l'industrie néerlandaise du livre est très prospère, grâce aussi à un marché extérieur (celui des livres interdits ailleurs). Tout cela combiné contribue à expliquer l'importance des Provinces-Unies comme lieu d'impression et de diffusion des savoirs scientifiques et techniques au siècle des Lumières, en fait dès le XVIIe siècle.

#### Les Provinces-Unies, « imprimeur » de l'Europe

De nombreux ouvrages et périodiques paraissent aux Provinces-Unies, qu'ils y soient édités de première main ou non. La fondation des *Nouvelles de la République des Lettres* rédigées par Pierre Bayle depuis 1684 à Amsterdam n'est que le révélateur d'une lame de fond, qui fait qu'une partie substantielle des ouvrages et périodiques scientifiques est imprimée, puis diffusée, depuis les grands centres néerlandais (Amsterdam, Rotterdam, éventuellement Leyde). À la fin du XVIIe siècle, les Provinces-Unies, et tout particulièrement la province de Hollande, deviennent l'entrepôt du livre pour toute l'Europe, non seulement grâce aux nombreuses maisons d'édition qui s'y sont installées, mais encore grâce au commerce prospère de livres étrangers diffusés à partir de ce centre. Le plus intéressant dans cette activité d'imprimerie, c'est qu'elle est fréquemment le fait d'étrangers, notamment de français : on imprime aux Provinces-Unies pour exporter les livres en Europe. Grosso modo, au début du XVIIIe siècle, la moitié des journaux littéraires et scientifiques à caractère généraliste sont imprimés aux Provinces-Unies ! Parmi ces impressions néerlandaises, on note l'hégémonie d'Amsterdam, qui a gardé une prépondérance absolue dans la librairie néerlandaise autour de 1700 (la moitié des impressions néerlandaises y est réalisée). Après Amsterdam suivent respectivement La Haye, Leyde, Utrecht et Rotterdam comme les villes les plus importantes parmi les centres typographiques des Provinces-Unies. Les autres villes dans la République représentent ensemble un peu moins de 8% du total des livres néerlandais.

Les conditions d'impression aux Provinces-Unies sont souvent critiquées par les contemporains. La librairie hollandaise est réputée chère, bourrée de fautes d'impression et représentative d'une mauvaise qualité des gravures. C'est l'efficacité et la disponibilité des ouvrages qui compensent ces défauts de l'impression néerlandaise : ces conditions peu favorables pour les libraires et les journalistes n'empêchent absolument pas le succès du genre, en particulier la presse périodique française de Hollande.

Pour bien comprendre l'ampleur et les enjeux de cette diffusion par l'imprimé, on peut prendre l'exemple des ouvrages scientifiques anglais et de leurs éditions néerlandaises. L'insularité britannique est marquée par bien des aspects, notamment une plus difficile diffusion sur le continent. Ainsi lors de la querelle entre Newton et Leibniz, les savants continentaux étaient persuadés de la bonne foi de Leibniz, ne serait-ce que parce qu'ils n'avaient pas eu connaissance des travaux de Newton, peu diffusés en France. L'introduction de la science anglaise sur la scène européenne est de plus « retardée » par les conflits incessants et l'instabilité politique interne du pays. En 1688-9, la Glorieuse Révolution et la prise de pouvoir de Guillaume III en Angleterre jettent un pont entre les deux pays. Pour le siècle suivant, les liens entre les deux pays sont très serrés, ne serait-ce que pour des raisons dynastiques. Les Provinces-Unies apparaissent depuis l'Angleterre comme une petite sœur plus ouverte et plus libre, qui n'est pas marquée par la centralisation étatique, et se voit dotée donc d'une marge de manœuvre plus importante, à bien des égards et pour bien des sujets. En Angleterre, une marque littéraire de cette centralisation tient à l'existence d'une sorte de « copyright », sous la forme d'un droit de préemption sur les copies d'ouvrages. Le lien entre la possession du droit de copie et le contrôle politique des presses est très ténu. En 1710, cette forme de copyright est officialisée avec la signature d'un Copyright Act, qui prévoit des pénalités aux contrevenants. A cette époque, l'impression et la diffusion de livres en Angleterre sont dominées par un oligopole d'imprimeurs et de libraires. Avec pour but de défendre leurs intérêts économiques, ils développent une vision un peu paranoïaque de la « piraterie littéraire », c'est-à-dire des copies réalisées en dehors de leur aire de production et/ou d'influence, ainsi les importations de livres depuis l'Irlande ou l'Écosse, mais aussi et surtout depuis les Provinces-Unies. Aux Provinces-Unies, la littérature scientifique anglaise est connue, par les liens précités. Cette littérature fait l'objet de traductions, notamment en néerlandais et en français. Parmi les traductions les plus importantes, Locke, Bunyan, Defoe. En parallèle de cette activité de traduction se développe une activité de copie, de réimpression, des ouvrages anglais, en langue originale, sous des formats plus ou moins intéressants.

#### Des Lumières néerlandaises ?

Les Lumières néerlandaises prennent surtout place dans un débat particulier, mais majeur, de la philosophie de l'époque. L'un des aspects majeurs des Lumières, c'est le débat sur le rapport à entretenir avec la religion. Aux Provinces-Unies, dans une société multiconfessionnelle basée sur la tolérance religieuse (qu'elle soit ou non réellement appliquée), le débat résonne peut-être un peu différemment, certainement un peu moins fort. En fait, les principaux combats des Lumières, à savoir la lutte pour la tolérance religieuse, la liberté civile, la sûreté personnelle et la participation à la vie politique, n'ont pas lieu d'être dans cette République où ils sont acquis depuis plus d'un siècle. Cependant, les philosophes néerlandais ne sont pas tous d'accord sur la question de la place de la religion, qui est traitée différemment de celle de la tolérance religieuse (tolérance ne signifie pas égalitarisme). Sur ce sujet, les Lumières se rattachent à un courant modéré, qui veut concilier l'existence de Dieu avec une approche scientifique du monde. Elles sont donc naturellement plus en affinité avec les Lumières utilitaristes de la philosophie allemande qu'avec l'ironie et la virulence des Lumières françaises.

D'un autre côté, le XVIIIe siècle est une période de déclin pour les Provinces-Unies, à plein d'égards. La forte présence étrangère, notamment française, tend à diminuer la place disponible pour la

culture et la pensée autochtones. C'est un peu le revers de la médaille de cette place d'imprimeur de l'Europe : les Provinces-Unies ne sont plus qu'un entrepôt, pas une usine de la science !

### *Sciences et techniques en Italie au XVIIIe siècle*

#### L'Illuminismo italien

Si l'Italie était le centre absolu de la science au début de la période, on peut tout de même se poser la question de son maintien dans ce statut pour la fin de la période moderne. Clairement, le basculement spatial s'est fait en faveur des pays du nord. Cependant, il ne faut pas oublier l'Italie pour autant. D'abord, elle conserve une certaine place en tant que lieu de production des savoirs, ne serait-ce que du fait de la présence du centre politique et culturel romain (on parle d'*Illuminismo*). Ensuite, l'Italie devient, avec des pratiques comme le « Grand tour », un espace incontournable des savants de l'époque des Lumières.

Pendant la première moitié du XVIIIe siècle, le rayonnement contrasté des Lumières en Italie résulte surtout de la synergie et de l'antagonisme de situations et de parcours à cosmopolites. Cette situation particulière est entièrement ou presque due à des considérations politiques. La succession des hégémonies étrangères dans la péninsule, en l'occurrence le passage de l'hégémonie espagnole à la domination autrichienne, provoque des mouvements réguliers de populations, notamment les populations les plus aisées, et donc les savants. Au début du XVIIIe, l'effondrement politique espagnol a des conséquences importantes sur les milieux politiques et culturels italiens, qui se divisent à nouveau, un peu comme du temps des luttes médiévales entre guelfes et gibelins. Qui dit basculement politique dit aussi changements très concrets des politiques de patronage, déplacements/circulations des élites politiques et culturelles à l'intérieur et hors de la péninsule. Les stratégies culturelles de l'Église catholique, et en particulier dans les milieux romains, conservent une influence considérable. Au cours du XVIIIe siècle, différents hommes de lettres tentent plusieurs fois d'organiser/constituer une République italienne des lettres, sans y parvenir.

Les grandes personnalités des Lumières italiennes disparaissent toutes au plus tard vers le milieu du siècle, avant l'époque de l'*Encyclopédie*. En Italie, l'apogée des Lumières coïncide donc avec un changement radical de génération, ainsi qu'avec une nouvelle répartition des pôles de diffusion. La continuité prévaut à Naples, tandis qu'en Toscane, en Vénétie, à Milan, à Parme ou encore à Turin les politiques réformatrices des souverains se traduisent par un renouveau culturel, par l'affirmation de projets originaux et par l'apparition de nouveaux interlocuteurs. Après la tempête réformatrice des années 1750-60, partisans de la tradition et partisans de la modernité parviennent à s'entendre sous la bannière de l'absolutisme éclairé. C'est ce tournant qui fait la caractéristique des Lumières italiennes. Non seulement il permet de mettre en circulation en Italie certaines questions du débat européen et d'autres plus locales (sorcellerie, éthique, monnaie, fêtes religieuses), mais surtout il offre aux Lumières des canaux de communication jusque là peu exploités, comme le journalisme et le théâtre. Plusieurs journaux d'opinion font leur apparition, ainsi *Il Caffè* à Milan (1764-1766) ou le *Giornale enciclopedico* de Venise (1774-1789). L'accélération de la diffusion des idées est aussi la conséquence de l'importation massive de textes français, traduits ou non. Après un rapide débat sur la supériorité de la langue italienne par rapport à la langue française, l'hégémonie culturelle française ne trouve plus une grande résistance outre-mer.

#### Un cas particulier : la cour pontificale

La cour pontificale se distingue par un processus de renouvellement permanent des politiques scientifiques, principalement du fait du caractère électif des pontifes. Pour cette raison, il serait un peu réducteur que de considérer la Rome post-tridentine comme un espace de haine absolue et définitive des sciences. Au contraire, certains papes développent de réelles politiques scientifiques. Ainsi Benoît XIV, entre 1740 et 1758, s'attache-t-il à développer la pratique scientifique académique, autant à Rome qu'à

Bologne, dont il était originaire (il y fait se développer l'*Instituto delle scienze*, créé peu avant son pontificat). Surtout, les papes Clément XIV (1769-1774) et Pie VI (1775-1799) furent des rénovateurs de la politique scientifique romaine. Leurs pontificats interviennent au moment crucial où la suppression de l'ordre Jésuite oblige à la recomposition de la politique pontificale de production des sciences et des savoirs. L'autre intérêt de cette période, c'est qu'avec la démocratisation de la pratique du Grand Tour, Rome est d'autant plus perméable aux échanges savants que ces derniers la traversent sans cesse. Mais il se place aussi à un moment de positionnement de la papauté à l'égard des Lumières dans un sens conservateur. L'Encyclopédie est mise à l'Index dès 1759 ; dès la première encyclique de son pontificat, Pie VI exprime clairement son hostilité aux idées philosophiques du siècle. Pourtant, les papes s'ancrent dans une politique de favorisation et de renouvellement des sciences à Rome. Cet article vise à étudier ces politiques et ces paradoxes, à comprendre l'intérêt pontifical et l'attitude à l'égard des sciences.

La politique scientifique des papes du dernier tiers du XVIII<sup>e</sup> siècle se concentre sur les sciences physiques et mathématiques, ainsi que sur les sciences médicales et chirurgicales. La renaissance des sciences physiques et mathématiques est largement préparée par la réforme de l'université de la Sapienza engagée en 1748 par Benoît XIV. Une chaire de physique expérimentale et une autre de mathématiques mixtes sont alors créées, avec respectivement François Jacquier et Thomas Le Seur, deux religieux qui publient à Genève entre 1739 et 1742 un commentaire raisonné des *Principia* de Newton. Dans les années 1750, un symbole est lâché avec le retrait de l'Index des ouvrages professant l'héliocentrisme copernicien. Après une parenthèse sous le très conservateur Clément XIII (1558-1769), ce processus de réconciliation des sciences et de l'Église catholique est voué à continuer, voire à se renforcer. En 1773, la Compagnie de Jésus est dissoute : le symbole de la Réforme catholique est mort. Se pose alors la question du remplacement des institutions jésuites, notamment les institutions éducatives. Un document, intitulé Plan d'université pour le collège romain, permet de se rendre compte des profonds changements que la curie comptait imposer. La commission de religieux et de cardinaux entend alors transformer le collège romain en une nouvelle université. Trois chaires sont instaurées pour enseigner la physique expérimentale, l'histoire naturelle et les mathématiques. Sur le plan de la pédagogie, on en appelle à l'esprit critique des élèves. Le choix des professeurs allait s'avérer crucial. François Jacquier est confirmé en physique. Le cardinal Francesco Saverio Zelada, très proche de Jacquier, bibliophile, collectionneur et féru de physique et d'astronomie, est nommé préfets des études du nouveau *Collegio romano*.

Le renouveau de la vie scientifique à Rome tient aussi à l'identité même de la ville, capitale d'une religion dont les prétentions demeurent universelles. Rome est une ville de convergences, qui attire à elle quantité d'objets et de savoirs issus de territoires lointains. Cette captation mondiale par les missionnaires principalement a des conséquences sur l'histoire naturelle. L'intérêt pour les sciences naturelles à Rome s'affirme très tôt, notamment avec la création du jardin botanique dès la fin du X<sup>e</sup> siècle. Clément XIV, au début de son pontificat, demande à l'édition d'un catalogue illustré des plantes contenues dans ce jardin. Le premier volume, sorti en 1772, est confié au médecin Giorgio Bonelli pour le texte, et à Liberato Sabati pour les riches illustrations en couleurs. Le catalogue n'est pas particulièrement « moderne » : Bonelli répartit les plantes selon l'ancien système de Tournefort, alors que les principaux naturalistes ont adopté la nomenclature linnéenne. Les sept volumes suivants adoptent justement cette nomenclature.

Rome enfin n'est pas une cour (la cour pontificale), mais un agrégat de lieux de cour au sein d'un même espace urbain. Ce polycentrisme curial tient à la multiplicité des cours cardinalices, aristocratiques et diplomatiques qui quadrillent l'espace romain. Pour la vie savante, cela a des conséquences importantes, favorisant l'émulation entre les centres savants, aidant à la multiplicité des centres de mécénat et à faire de Rome une sorte de centre de passage « obligé » et donc un nœud circulatoire des sciences européennes. Dans la seconde moitié du XVIII<sup>e</sup> siècle, ce polycentrisme romain entre dans une phase de profonde

reconfiguration, liée au développement de la curiosité scientifique auprès d'un public élargi, formé non seulement des princes et des prélats de leur entourage, mais également des amateurs locaux et des voyageurs étrangers.

L'un de ces milieux romains gravite autour de la famille Caetani, aristocrates romains contemporains des pontificats de Clément XIV et de Pie VI. C'est en cherchant à apercevoir à l'été 1769 la comète dont on annonçait la traversée dans le ciel romain que le jeune duc Francesco Caetani prend conscience que la ville éternelle ne possède pas encore de véritable observatoire astronomique. Héritier d'une vaste villa sur l'Esquilin, il acquiert en 1776 un palais, dont la hauteur particulière lui offre une vue imprenable sur Rome. Rapidement, il y commence la construction de son propre observatoire. Le père dominicain et astronome Giovanni Battista Audiffredi, qui a déjà effectué de nombreuses observations depuis son propre couvent, est mis à contribution : il observe en 1778 sa première éclipse solaire. En 1782, Luigi de Caesaris prend la direction de l'observatoire et s'attache à mesurer l'orbite d'une nouvelle planète découverte par Herschel en Angleterre (Uranus). Un peu plus tard, le même observatoire se dote d'un journal astronomique et météorologique annuel. Les observations réalisées sur l'Esquilin par le biais des Caetani suscitent dès lors un intérêt européen, ainsi que l'attestent les mentions dans la correspondance et les publications de savants comme Jérôme de Lalande. À Rome, l'observatoire Caetani est vu d'un moins bon œil, ne serait-ce que parce qu'il entraîne une certaine concurrence avec les savants « officiels » de la papauté. Contestée, puis concurrencée, l'activité savante impulsée par le mécénat des frères Caetani connaît de fructueux développements au cours des années 1790. Une Accademia Esquilina finit par être créée en 1795, mettant à la disposition des savants une imprimerie, un laboratoire chimique et un jardin botanique fondé sur les principes de classification les plus modernes du temps (Montègre 2011).

#### *Comprendre la nature au XVIIIe siècle*

John Ray (1627-1705)

Ce qui apparaît très vite à la fin du XVIIe siècle, après l'observation, c'est le besoin d'organisation des observations. Les espèces de plantes et d'animaux, qui se multiplient, doivent être organisées et non submergées par les descriptions. L'idée de classification des espèces est très ancienne, remontant facilement à Aristote. Le problème, c'est que l'on n'a jamais trouvé LA méthode de classification : il y en a plusieurs. Deux notamment sont encore en vigueur au XVIIe siècle. Les espèces sont classées par ordre alphabétique. Pourtant, cela ne donne pas une liste cohérente. Ensuite, d'une langue à l'autre, les listes sont différentes. On comprend très vite que les classements n'ont rien de scientifique. Les espèces sont également classées, selon la méthode aristotélicienne, entre animaux sanguins et non sanguins. Au XVIIe siècle, ces deux groupes, trop larges et vastes, ne veulent plus rien dire.

Au XVIIe siècle est recherché un classement parfaitement naturel. On pense que la nature, créée par Dieu, a une rationalité interne. Un ordre de création doit exister, et il faut le retrouver. Le problème réside en l'incertitude en ce qui concerne la notion même d'espèce et l'apparition des espèces. Pour pouvoir décrire une espèce, il faut savoir ce qu'est une espèce. Or, les naturalistes se désaccordent là-dessus. Ensuite, l'idée même de génération spontanée pose le problème d'une distinction entre des espèces qui naissent toutes de la matière. John Ray est celui qui définit la notion d'espèce. Il lui est nécessaire d'abandonner l'idée de génération spontanée.

John Ray fait des études supérieures à une époque où les études sont encore très éclectiques. Il fait des études de littérature, de théologie, de sciences physiques, d'histoire naturelle. Il devient professeur de grec et de mathématiques au collège de Cambridge. Il se prend de passion les plantes. Il est moderne dans le sens où son sens de l'observation fait table rase des avis des autres. En 1670, il publie sa nomenclature, premier inventaire scientifique des espèces de plantes anglaises. Il se met à parcourir l'Europe en se donnant le but de faire la nomenclature de toutes les plantes européennes. Il s'installe ensuite en

Angleterre, où il reste jusqu'à sa mort, vivant de la fortune d'un ami qui finance ses recherches. Il publie entre 1686 et 1704 plusieurs volumes d'un inventaire précis de toutes les plantes connues d'Europe qu'il a vu par lui-même, qu'il nomme L'Histoire des plantes. Chaque plante est le sujet d'une monographie très précise. Le nombre d'espèces de plantes connues connaît une explosion : de 800 espèces au début du siècle, le nombre est de 18 000 avec John Ray en 1704.

Il publie en 1682 *Methodus plantarum*. C'est le discours de la méthode de la botanique. Ouvrage fondamental parce qu'il ouvre l'étude de la nature au même moment où, en 1687, Newton ouvre l'étude de la physique. Ray donne la définition moderne de l'espèce : à partir de lui, on peut observer et classer de manière moderne. Pour lui, l'espèce est un ensemble d'individus qui engendre, par la reproduction, d'autres individus semblables aux premiers. Il abandonne bel et bien l'idée de génération spontanée, mais aussi les créatures hybrides. A la place, John Ray impose un monde organisé, presque mécanique. L'espèce est presque une machine à fabriquer des individus semblables. Ray trouve les lois de la génération biologique.

Linné (1707-1778)

C'est la génération suivante : Linné naît juste après la mort de John Ray. Suédois, il est fils de pasteur. Il entreprend des études de théologie, pour lesquelles il ne trouve que peu d'intérêt. Il abandonne au profit d'études médicales, toujours liées aux sciences naturelles, notamment la botanique. Il se prend de passion pour cette dernière matière.

En 1732, il répond à l'appel de la société des sciences d'Uppsala, qui monte une expédition pour aller étudier en Laponie (au Nord de la Scandinavie). Il entreprend un voyage de description. Il a une véritable révélation pour le travail de recherche et de description des plantes. Il part à son retour aux Pays-Bas pour terminer ses études de médecine. Il pratiquera la médecine toute sa vie. C'est à ses heures perdues qu'il développe une œuvre extrêmement importante : il crée la classification moderne.

Linné voyage relativement peu. Ce qui l'intéresse est la découverte d'une méthode classée pour des espèces que d'autres découvrent. En 1735, il publie *Le système de la nature*. Il veut convertir la réalité foisonnante en un système cohérent et rationnel. Il veut en fait passer du concret à un abstrait bien organisé.

Il part de l'idée de John Ray, c'est-à-dire que chaque espèce est indépendante et qu'elle se crée elle-même, par génération fermée. Il a l'idée que la clé de l'espèce réside justement en la génération, en la reproduction. Il s'intéresse alors de près aux organes reproducteurs des plantes, en se servant de l'autre découverte du XVII<sup>e</sup> siècle qu'est la sexualité des plantes (travail de Camerarius, qui avait montré le rôle important du pollen). Linné se sert des innovations au microscope de Malpighi, et va notamment montrer qu'il y a des organes très différenciés entre les plantes mâles et les plantes femelles. L'appareil de reproduction de chaque plante en devient le critère de classement, avec un travail poussé sur les étamines et les pistils. Dans le *Système de la nature*, il décrit 24 classes de plantes, dont 23 sont différenciées selon les étamines et une selon les pistils.

En 1735, lors de la première édition du *Système de la nature*, Linné donne une définition des 5500 espèces de plante. En 1758, il étend cette nomenclature aux animaux et à l'homme, à qui il pose le terme de sapiens. Il hiérarchise la nature entre classe, genre, ordre et espèce.

Buffon : la nature a une Histoire (1707-1788)

Buffon vient d'une famille de noblesse de robe dijonnaise. Il commence ses études de droit à l'université de Dijon. Peu intéressé, sans besoins matériels, il bifurque vers les mathématiques, la botanique et la médecine à Angers. Il se met à voyager en Europe, et s'intéresse aux sciences, ce qui lui permet de prendre conscience de la situation de la science en France par rapport au reste de l'Europe. En

France Descartes règne encore, alors qu'il a été déboulonné par Newton. Buffon découvre les travaux des fondateurs de la microscopie.

Buffon traduit ses livres pour le grand public. Il n'est finalement qu'un vulgarisateur. Cette renommée lui vaut d'être nommé Intendant des jardins du Roi : il dirige le Jardin des Plantes. Il se spécialise alors dans l'Histoire naturelle, et se lance dans une grande entreprise de synthèse et de vulgarisation, qu'il appelle tout simplement l'*Histoire naturelle*, dont il publie 36 volumes entre 1739 et 1785. Cela lui apporte une renommée considérable. C'est une œuvre énorme, mais également très bien écrite. Pourtant, Buffon essaie encore de faire une synthèse à la manière encyclopédiste. Sa volonté est de tout aborder. Il a à ce titre un siècle de retard, mais cela ne lui empêche pas d'avoir de bonnes idées.

Dès le premier volume de 1749, Buffon consacre sa préface à attaquer Linné. Buffon voit en le système de Linné un système parfaitement artificiel. C'est un choix de classification, un système arbitraire. Cela ne signifie pas pourtant la fausseté du système de Linné.

Pour Buffon, Linné plaque une classification rigide sur une nature souple, évolutionniste. Linné essaie de faire simple une chose extrêmement complexe. Il qualifie le système de Linné de réductionniste. Mais toutes les théories pourtant sont des systèmes réductionnistes. Pour Buffon, l'espèce n'existe pas : ce qui existe, ce sont les individus. Chaque individu est propre, malgré des ressemblances avec d'autres. Il prouve la non-existence de l'espèce par les cas d'hybridité. Il met en avant le cas de l'âne et du cheval. Buffon critique Linné également en sa vision unique de l'anatomie des espèces. Buffon voit bien d'autres choses, ce qui fait de lui, en cela principalement, un novateur.

Buffon a l'idée d'autres critères, comme le mode de reproduction, l'alimentation, les comportements... En cela il revient à l'Histoire naturelle d'autrefois. Mais il y ajoute des éléments plus que novateurs : il a l'idée de travailler sur les comportements des animaux, fondant ainsi l'éthologie. En mettant l'accent sur les individus et la complexité de la nature, Buffon se pose petit à petit la question de l'évolution des individus. Là où Linné pose la fixité, Buffon expose l'idée d'une véritable Histoire de la nature.

Il se pose tout d'abord la question de l'évolution de la nature. Il se demande si la nature a évolué, si les animaux ont toujours été les mêmes, si les individus sont plus ou moins nombreux qu'avant. Buffon remet alors en question le schéma du monde imposé avec la christianisation. Dieu a fait le monde en six jours, rien n'a changé depuis puisque Dieu a tout créé à la perfection. Le monde est censé, et Linné se pose dans cette vision des choses, être une machine. Aussi, le monde est supposé très récent, selon des démonstrations du XVIIe siècle, marqué par le développement de l'érudition biblique (la Bible sert pour la définition de la date de création du monde). En 1654, James Ussher déclare que le monde a été créé par Dieu le 26 octobre de l'an 4004 avant JC, à 9h du matin. S'impose alors l'idée que le monde est très récent. Tout le monde est donc persuadé que les êtres vivants n'ont pas pu évoluer. C'est sur cette vision du monde que butte Buffon.

Sa deuxième intuition est donc que la Terre est beaucoup plus ancienne que 5000 ans. Il revoit l'évolution de la Terre. Il tente de mesurer l'âge de la Terre, partant de deux idées de Newton, qu'il avait traduit, pour travailler cette idée. Premièrement, Newton a observé que des comètes rentraient en collision avec le soleil. Buffon poursuit le scénario en pensant que les planètes découlent de ce phénomène. Ensuite, pour calculer l'âge de la Terre, Buffon tente de calculer le temps de refroidissement des fragments échappés du Soleil, donc de la Terre.

Il met ainsi au point un laboratoire dans son château de Montbard. Il fait chauffer à blanc des sphères de métal, les laissant refroidir ensuite, jusqu'à ce qu'il puisse les toucher de la main. Lorsqu'il trouve le temps de refroidissement de ces boules, il reproduit le schéma à l'échelle de la Terre. Il trouve 3

millions d'années, mais, par peur, réduit cette ancienneté à 72 832 ans. Il publie cela dans la *Théorie de la Terre* de 1749. Ce livre est condamné dès 1751, ce qui vaut la rétractation de Buffon. En 1779, un second volume intitulé *Les époques de la nature*, dans lequel il tente de fonder son scénario dans le scénario biblique. Il dit que la Terre s'est faite en sept étapes. Il estime que les jours de la Bible sont des jours à l'échelle de Dieu. Il présente donc sept époques, pendant lesquelles la Terre aurait changé. La formation des planètes et de la Terre en constitue la première. Ensuite vient la formation des montagnes, la formation de l'air et de l'eau (apparition des animaux marins). Puis arrive l'époque du remodelage des continents, avant l'apparition des animaux terrestres. La sixième époque représente pour Buffon la séparation des continents, avant l'apparition de l'Homme.

Avec cette théorie il peut expliquer la disparition des espèces. La découverte en 1720 de restes de mammouths pose à cette époque problème. Comment le monde peut-il ne pas avoir changé alors que certaines espèces n'existent plus ? Buffon dit que si des espèces ont disparu, c'est par la faute de la séparation des continents. Il explique également la répartition géographique des espèces. L'évolution des continents entraîne pour lui les déplacements des animaux. Les mammouths n'auraient pas été capables de s'adapter. Buffon parle aussi de l'apparition de nouvelles « variétés », terme employé pour ne pas dire espèce et ne pas se mettre à dos l'Église.

#### *L'encyclopédisme au XVIIIe siècle : les Lumières et la synthèse des sciences*

Par encyclopédisme, il faut entendre une « certaine attitude de l'homme face au savoir, une relation qu'il établit avec ce qu'il fait et ce qu'il veut savoir, un désir de satisfaire sa curiosité et celle des autres, une volonté de totalisation et de complétude, au moins temporaire, dans la possession de ses connaissances » (Blay et Halleux 2001, p. 473). En fait, l'encyclopédisme, c'est une posture intellectuelle qui vise essentiellement à collecter le plus d'informations possible. L'encyclopédisme, c'est une forme de collectionnisme intellectuel. L'encyclopédie, c'est la forme matérielle que prend cette posture : elle consiste à la fois en une production intellectuelle et en une production littéraire spécifique. L'*Encyclopédie*, publiée par d'Alembert et Diderot à partir de 1751, c'est le symbole des Lumières, présent dans tous les manuels scolaires sur la question : un symbole d'affranchissement du savoir par rapport à un obscurantisme fantasmé, un symbole de « progrès », un symbole enfin de connaissance globale du monde (évidemment, avec autant de pincettes que possible pour ces trois symboles). Surtout, l'*Encyclopédie* est le symbole des Lumières parce qu'elle résume assez bien ce que sont les Lumières en termes scientifiques : une bonne synthèse.

L'encyclopédie est un objet littéraire un peu à part, qui n'a que peu vocation à être lu de part en part. Le dictionnaire, puis l'encyclopédie, c'est ni plus ni moins un autre « instrument » scientifique. Le dictionnaire est classé uniquement par ordre alphabétique, il n'est qu'une somme, sans visée qualitative. L'encyclopédie, elle, démontre une présentation d'un autre genre : l'ordre des connaissances ne peut y être calqué sur celui de l'alphabet, mais aux choses désignées. Cette question du classement est essentielle aux XVIIe et XVIIIe siècles. La multiplication des « dictionnaires encyclopédiques », surtout à partir de la seconde moitié du XVIIe siècle, répond à une curiosité non seulement intellectuelle, mais également pratique, chez un public plus large que celui des savants « professionnels ». On y trouve alors des connaissances qui relevaient jusque là de la tradition orale, ainsi des procédés techniques. Pour compiler, mais surtout restituer ces connaissances, il faut être doté d'une assise technique importante, mais surtout de capacités commerciales qui empêchent les « petites entreprises » de s'y lancer. Bâtir une encyclopédie, cela demande un travail collectif, coûteux, difficile scientifiquement, et lourd financièrement, ne serait-ce que par le coup d'impression des nombreux volumes, souvent dans des formats de grande taille (in-folio).

Deux ouvrages encyclopédiques particulièrement importants jalonnent le XVIIIe siècle. D'abord, le *Dictionnaire historique et critique* (1696-97) de Pierre Bayle ; ensuite la somme de Diderot et d'Alembert,

*L'Encyclopédie ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers, par une société de gens de lettres* (1751-72). L'œuvre de Pierre Bayle est originale parce qu'elle apporte un énorme appareil de notes critiques qui encadrent les connaissances compilées, examinant le plus souvent du point de vue philologique et philosophique la valeur et la crédibilité des sources traditionnellement alléguées, dans une perpétuelle « chasse aux erreurs ». Bayle compile, mais Bayle se fait aussi correcteur. De la critique à la polémique, l'espace est mince, et l'œuvre de Bayle, à l'aube du XVIIIe siècle, est considérée comme une des premières grandes manifestations de la « liberté d'esprit » caractéristique des Lumières. C'est donc finalement un préalable intéressant à *L'Encyclopédie* : un dictionnaire peut être une arme idéologique !

*L'Encyclopédie ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers, par une société de gens de lettres* est publiée entre 1751 et 1772 ; elle remplit dix-sept volumes de texte et onze volumes de planches. *L'Encyclopédie* est un ouvrage majeur, parce qu'elle marque autant la vie intellectuelle que la vie sociale et politique française et européenne. Quelque part, le XVIIIe siècle devient un peu « le siècle de *L'Encyclopédie* ». Une des raisons de cette réussite, c'est la clarté, la force et la cohérence qui ont présidé à son projet et sa réalisation. Les intentions philosophiques et la méthode suivie pour les mettre en œuvre sont très clairement édictées dans le discours préliminaire, écrit par d'Alembert : « *À l'aspect d'une matière aussi étendue, il n'est personne qui ne fasse avec nous la réflexion suivante. L'expérience journalière n'apprend que trop combien il est difficile à un Auteur de traiter profondément de la Science ou de l'Art dont il a fait toute sa vie une étude particulière ; il ne faut donc pas être surpris qu'un homme ait échoué dans le projet de traiter de toutes les Sciences & de tous les Arts. (...) Nous avons inséré de-là que pour soutenir un poids aussi grand que celui que nous avons à porter, il étoit nécessaire de le partager ; & sur le champ nous avons jetté les yeux sur un nombre suffisant de Sçavans et d'Artistes habiles & connus par leurs talens ; de Sçavans exercés dans les genres particuliers qu'on avoit à confier à leur travail. Nous avons distribué à chacun la partie qui lui convenoit ; (...)* ». Le premier aspect que souligne cet extrait, c'est que *L'Encyclopédie* est par essence un travail collectif, une entreprise globale, qui amène des dizaines de personnes à travailler à la réalisation d'un même ouvrage. Un autre aspect, qui fait l'originalité de *L'Encyclopédie*, c'est la part réservée aux arts et aux métiers, c'est-à-dire aux techniques. Non pas qu'elles aient été jusque là totalement oubliées des encyclopédistes, mais elles ne trouvaient pas le même écho, la même force. Cette volonté de réhabiliter les techniques correspond aussi à l'ère du temps, celle d'un avènement des techniques, en Angleterre tout particulièrement. Enfin, et c'est là quelque chose qui relève davantage du subjectif, l'immense ambition de cette œuvre, c'est de changer la manière de penser, en affirmant l'homme et la connaissance comme termes uniques. Et c'est surtout là que se place la partie « contestataire » et politique. *L'Encyclopédie* est une critique acerbe de la superstition, et en particulier la religion et l'Église ; c'est une arme qui est employée à la faveur des progrès de l'esprit humain. *L'Encyclopédie* est progressiste et engagée elle-même dans le flux du progrès, elle est une œuvre en devenir plutôt qu'une somme tournée vers le passé. C'est en tout cas ainsi qu'elle est pensée par d'Alembert et Diderot.

Depuis les travaux de Robert Darnton (Darnton 1976), *L'Encyclopédie* est également connue comme une aventure sociale aux dessous sombres et scabreux, bien loin des stéréotypes qui font de d'Alembert et de Diderot des génies de leur temps, capables d'apporter la Lumière face à l'Obscurantisme. *L'Encyclopédie* est d'abord une aventure éditoriale, faite de dix-sept volumes de texte, publiés en quatorze années, et onze volumes de planches illustrées, publiées quant à elles en dix ans. Le premier tirage est fait à 4225 exemplaires, puis suivi d'un second à 2150, soit un total de 178 000 volumes in-folio ! Rapidement, les éditeurs publient une édition théoriquement plus abordable, en in-4°, à 8525 exemplaires, puis une édition in-8° à 5500 exemplaires. Des éditions pirates paraissent rapidement, notamment en Italie. À l'époque, entre 25 000 et 30 000 exemplaires de *L'Encyclopédie* sont vendus à travers l'Europe. La première édition intéresse certainement 4000 personnes, dont le tiers en France. En France, il en existe entre 11 et 15 000 exemplaires en 1789. Quid également de la diffusion spatiale de l'ouvrage. En France, on trouve 230

exemplaires à Grenoble, pour 20 000 habitants (soit 1% de la population), mais à Lille, seulement 28 achats, pour 40 000 habitants. Paris apparaît comme une exception culturelle, où l'*Encyclopédie* est assez bien diffusée. Mais, globalement, pour des raisons matérielles et intellectuelles, elle reste l'apanage d'une élite éduquée et fortunée, massée dans les plus grands centres urbains, à proximité des académies, universités et autres cercles savants.

Évidemment, l'*Encyclopédie* relève à la fois de l'entreprise impossible et de l'aubaine éditoriale. Trois éditeurs se sont associés pour ce marché considérable, monopolisant leur activité pendant plusieurs décennies. C'est là qu'intervient l'ouvrage de Darnton sur *L'Aventure de l'Encyclopédie* : ces techniciens se livrent une concurrence acharnée et surtout déloyale. L'un des points de mésentente tient aux achats de papier : pour des quantités pareilles, impossible d'obtenir une édition avec une qualité de papier homogène. La guerre ne se livre d'ailleurs pas qu'entre les éditeurs : la communauté des savants se déchire également autour de certains points du projet. Après l'interdiction de l'œuvre en France (1759), une sombre affaire de plagiat est dénoncée par Pierre Patte, ancien participant – en tant qu'illustrateur – de l'aventure : une grande partie des planches des volumes illustrés serait plagiée grossièrement depuis les planches préparatoires de Réaumur pour la *Description générale des Arts et Métiers*, commande directe de l'ARS. Copier des planches déjà existantes est alors pratique : pas besoin de payer un illustrateur, il suffit de graver des matrices sur des estampes préexistantes (Huard 1951).

L'*Encyclopédie* enfin est une aventure politique, plus que sensible d'ailleurs dès lors qu'elle est interdite autant par le roi de France (décret du Conseil d'État du 8 mars 1759) que l'Église (mise à l'Index le 5 mars 1759). À Paris, les éditeurs sont sommés de restituer les livres ; Diderot et d'Alembert subissent des pressions policières. En pratique, l'interdiction est partielle, les autorités laissant la possibilité d'éditer des volumes illustrés, la censure ne touchant que le texte : l'autorisation pour le *Recueil de planches...* est officiellement donnée le 8 septembre 1759, six mois tout juste après l'interdiction formelle du texte. À partir de là, l'*Encyclopédie* joue constamment sur le jeu entre légalité et illégalité (Darnton 1976, p. 30-31). De toute façon, les exemplaires déjà diffusés sont répandus à travers l'Europe, des éditions pirates circulent et des extraits sont publiés à travers de multiples canaux.

### Les sciences et leurs publics : les nouveaux lieux scientifiques à l'époque des Lumières

#### *L'enseignement des sciences au XVIIIe siècle*

##### Vers une diversité des lieux d'enseignement

La science des Lumières est discutée dans les universités, les académies, les sociétés scientifiques, les cours, les salons et les cafés. Partout, on y discute de science, des savants transmettent leurs savoirs. Les lieux de la science des Lumières sont donc encore plus multiples et éclatés. Évidemment, cela a un impact, qu'il convient de quantifier, sur les lieux d'enseignement « traditionnels » des sciences.

Pour de nombreuses universités européennes, ainsi Oxford, le XVIIIe siècle est un temps de crise. Pour d'autres, ainsi Leyde, c'est au contraire une période de prospérité. D'autres universités qui marchent bien, mais hors-programme, sont celles qui ont été fondées en Amérique au cours du XVIe siècle. Autour de 1700, on ne peut pas réellement dire que la structure institutionnelle des universités et autres formes traditionnelles de transmission du savoir aient beaucoup changé. La différence essentielle est d'ordre confessionnel : les universités catholiques et les universités protestantes ne drainent pas toujours les mêmes publics. Par exemple, les étudiants néerlandais préfèrent souvent partir pour Louvain, dans les Pays-Bas espagnols, afin de trouver une université catholique qui n'existe plus dans leur pays (Frijhoff 1986). Les écoles secondaires étaient structurées entre six et huit classes, laissant l'entrée dans l'enseignement supérieur autour de 17-18 ans.

Une nouveauté institutionnelle : apprendre le métier d'ingénieur d'État

En même temps que cet élargissement, l'historiographie souligne une adaptation de l'offre de formation à la « nouvelle » demande en ingénieurs d'État. Autour de 1700, de par cette demande croissante en technocrates, des liens administratifs directs sont établis pour faire circuler les savoirs théoriques, mais aussi et surtout pour former toute une classe d'ingénieurs d'État. La création de diverses écoles royales spécialisées dans un domaine spécifique de la science est symptomatique des tendances ayant conduit à ces changements. En 1741, l'École des ponts et des chaussées, première école d'ingénieurs, est fondée pour fonder une nouvelle génération d'ingénieurs civils dans des spécialités allant de l'architecture au relevé de plan, en passant par l'hydraulique et l'administration fiscale. En 1748, c'est l'École royale de génie de Mézières qui voit le jour ; cette école visait à former un nouveau type d'officiers grâce à un enseignement alliance théorie et pratique. On répond là finalement à une carence du système à l'époque précédente : les ingénieurs étaient jusque là formés sur le tas, par l'expérience, et n'étaient pas toujours, pour ne pas dire pas souvent, tout de suite opérationnels. Dans ces écoles techniques, des membres de l'Académie royale participent en enseignant les mathématiques et la mécanique, et en rédigeant à la demande du pouvoir des manuels à destination des étudiants. Un grand nombre de techniciens employés par l'État accédèrent à un rôle éminent grâce à ces écoles, et participèrent au même titre que les académiciens à la nouvelle administration scientifique du royaume.

Dans sa thèse *L'Invention de l'ingénieur moderne : l'École des Ponts et chaussées, 1747-1851* (Paris, Presses de l'École nationale des Ponts et chaussées, 1992), Antoine Pincon montre les spécificités scolaires de ces écoles. Ainsi la scolarité des élèves présente-t-elle deux caractéristiques majeures : par l'absence de programmes et de professeurs appointés, par l'importance des concours et des « campagnes » sur le terrain, par la diversité des cursus, l'École des Ponts et chaussées s'apparente davantage à un centre d'apprentissage qu'à une véritable institution scolaire ; d'autre part, le développement de l'émulation entre les élèves, encouragé par un système complexe d'évolution, tend à faire du corps une véritable méritocratie, et peut-être avec une puissance encore supérieure à celle des « armes savantes » (les ingénieurs qui apprennent leur métier en campagne) : il n'y a pas d'examen à la sortie. Entre sa création en 1747 et la Révolution française, le corps des Ponts et chaussées s'est très sensiblement renforcé, aussi bien face au Génie, avec lequel il est en concurrence directe, que face aux architectes, qu'ils concurrencent sur le terrain des commandes privées tout en les marginalisant par rapport à la puissance publique. L'École nationale des Ponts et chaussées, c'est donc l'histoire réussie de création d'un corps technocratique, capable de répondre à des demandes concrètes d'aménagement du territoire par des solutions techniques, voire scientifiques, poussées.

Faut-il élargir le public ?

L'une des problématiques de l'éducation à l'heure des Lumières, c'est celle de l'élargissement, de l'instruction « populaire ». Concrètement, cela pose la question de l'impact des Lumières sur les sociétés dans lesquelles elles sont sensées s'ancrer : la science n'est-elle qu'un îlot, une enclave, dans une société « ignorante » ? L'ambiguïté avec laquelle ce problème est abordé rend vaine toute tentative de ramener à un schéma unitaire et cohérent la pensée pédagogique des Lumières. Ce qui est clair, c'est que ce problème suscite un grand malaise parmi les philosophes de l'époque, car le désir d'étendre à l'ensemble de la population les bénéfices de l'instruction se heurte à la crainte obscure et rarement exprimée ouvertement, que la diffusion des Lumières confère aux classes populaires un rôle et une importance par certains côtés redoutables. En gros, tous défendent une égalité théorique en matière d'éducation, mais personne ne croit possible de l'appliquer à court terme en dehors du cercle étroit de ceux qui possèdent déjà une culture suffisante pour comprendre ensemble leurs droits et devoirs propres (Roche et Ferrone 1999). Ce sont surtout des considérations d'ordre économique, défendues ardemment par les physiocrates, qui permettent de diffuser et d'ancrer l'idée qu'une certaine familiarité avec l'alphabet et avec

les règles du calcul, les bases d'une bonne morale et un petit patrimoine de notions pratiques dans le domaine mécanique ou agricole peuvent permettre d'améliorer concrètement les conditions de production, et donc le niveau de vie des populations. C'est là la deuxième nature des Lumières, celle d'une volonté d'intervenir dans le monde concret autant que dans la sphère des idées. La question, c'est toujours celle de l'application. Grosso modo, les projets prennent surtout corps dans les pays où s'exercent la volonté et l'action de souverains réformateurs.

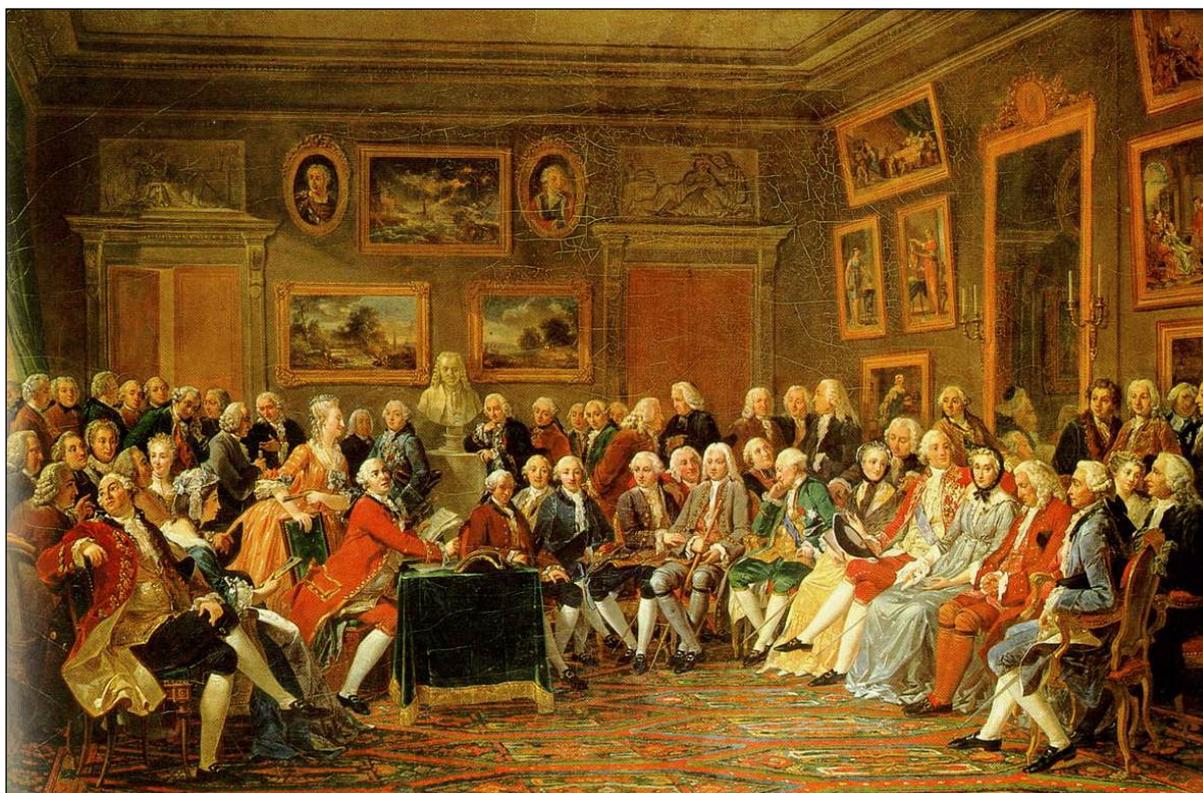
Plus encore qu'un lieu, c'est une modalité d'enseignement qui diffère au XVIII<sup>e</sup> siècle. Ainsi l'exemple d'une science en plein boom au XVIII<sup>e</sup> siècle, à savoir la physique. La physique, telle qu'elle est enseignée au XVIII<sup>e</sup> siècle, est un cours de « philosophie de la nature », de cosmographie, de physique à proprement parler, d'histoire et de géographie physique, de sciences naturelles également. Dans les collèges jésuites, on enseigne une physique systématique, cartésienne, auxquels les jésuites européens se rallient, contre les théories newtoniennes. Les jésuites, très prudents, ne s'attaquent pas aux problèmes de fond de la physique nouvelle, mais proposent une physique très tournée vers l'expérimentation. Les exercices publics, devant les parents, donnent aussi souvent lieu à des expériences. Parfois, dans les collèges, on enseigne un peu comme les savants divertissent dans les salons...

### *Les sciences dans les salons*

#### Savoir et mondanité

Dans la politisation de la sphère publique littéraire et savante, les salons ont joué leur partie, partie d'une importance capitale, car on y voit régner l'art de la discussion savante, dans la rencontre entre gens du monde et gens de lettres, réunis par les mêmes passe-temps et les mêmes réseaux. La science de salon, c'est à la fois une science mondaine et une science ouverte sur le monde, sur un monde en tout cas. La science de salon discute avec les élites politiques, mais aussi commerciales et sociales. Plus qu'à la cour, la bourgeoisie s'y établit avec force au XVIII<sup>e</sup> siècle, présence intéressante parce qu'elle implique des intérêts économiques plus grands que ceux d'une aristocratie capable de s'intéresser « par amour de la science ». Toutefois, la présence d'instruments et autres indices scientifiques dans les grands salons mondains ne permet pas d'établir de manière certaine que ces salons avaient un but savant. Si des expériences publiques s'y font, c'est bien souvent sur fond de culture du spectaculaire et de la civilité, bien loin de l'exactitude scientifique des laboratoires ou des académies (Litti 2005, p. 261-263).

Le salon est un monde difficile à saisir, car c'est un milieu mobile et fugace, fait de rapports plus ou moins fixes, soumis aux caprices des uns et des autres. Le salon, c'est aussi un lieu inclusif ET exclusif, qui pratique par définition l'exclusion distinctive plutôt que l'uniformisation : on ne recherche pas l'homogénéité des membres, mais on cherche clairement à constituer une société dont on a une vision préalable très claire. La société des salons est traversée par des luttes de distinction dont l'enjeu est d'abord le contrôle de la vie mondaine, ensuite celui de la vie intellectuelle. Si l'on y discute de science, c'est cependant un sujet secondaire, dans l'importance qualitative au moins. La science devient un prétexte mondain. Paradoxalement, alors que la mondanité du salon tendrait à effacer les disputes et controverses, elles ne font qu'en modifier la nature : on ne s'affronte plus sur des points scientifiques mais sur des pratiques et statuts sociaux. Entre les différents salons règnent également des formes de guerre, avec rivalités, alliances, paix, conflits, dont il faut apprendre le langage pour les intégrer. Pour les savants, il est quasiment essentiel d'y prendre pied, car c'est un moyen indispensable à qui veut faire carrière : là s'obtiennent pensions, places, succès aux élections académiques (Roche 1993). Autrement dit, l'introduction des scientifiques dans les salons répond aussi à des problématiques internes au monde savant, celle du placement économique et social.



**Anicet Charles Gabriel Lemonnier (1743-1824), « Lecture de la tragédie de l'orphelin de la Chine de Voltaire dans le salon de madame Geoffrin », 1812, huile sur toile, 129.5 × 196 cm, Malmaison, Musée national du château de Malmaison<sup>2</sup>.**

La question des salons pose aussi (et surtout ?) la question de l'élargissement du public des sciences. La science de salon, c'est une science accessible, visuelle. On trouve ainsi des savants « stars », qui font de véritables spectacles de science, entre expérimentation et vulgarisation. Ainsi Jean-Antoine Nollet (1700-1770) incarne-t-il cette nouvelle figure du physicien expérimental des Lumières. Inspiré par les salons anglais, il crée à Paris un espace dédié, mais surtout public, à la physique. Il finance ses expériences en faisant venir du public et en publiant des livres, qu'il vend à la sortie des démonstrations. Il devient notamment le concurrent de Benjamin Franklin sur les expériences autour de l'électricité, et débat avec lui à Paris, au sujet de la force électrique. Nollet est ensuite nommé à l'Académie royale, puis obtient, en 1748, la chaire universitaire de physique expérimentale : ses cours remplissent aisément des amphithéâtres de plus de six cent personnes. Ces fonctions prestigieuses, il les obtient par ses entrées dans les milieux parisiens et à la cour : à la fin du règne de Louis XV, l'électricité est à la mode, et Versailles demande à voir ces expériences dangereuses et spectaculaires.

En fait, il faut percevoir dans cette science de spectacle une manière de démocratiser la science. Démonstrations d'automates, feux d'artifices, usages de machines électriques et de pompes à air, décomposition de l'eau, envol de ballons, expositions de figures anatomiques et d'animaux exotiques sont tous utilisés à des fins de mise en scène scientifique : c'est là un bon moyen de populariser la science.

<sup>2</sup> Dans ce tableau sont représentés la plupart des tenants français des Lumières. À l'arrière-plan, de gauche à droite figurent Gresset, Marivaux, Marmontel, Vien, Thomas, La Condamine, l'abbé Raynal, Rousseau, Rameau, Mlle Clairon, Hénault, le duc de Choiseul, un buste de Voltaire [dont on lit "l'Orphelin de la Chine"], d'Argental, Saint-Lambert, Bouchardon, Soufflot, Danville, le comte de Caylus, Bartolomeo de Felice, Quesnay, Diderot, le baron de l'Aune Turgot, Malesherbes, le maréchal de Richelieu, plus loin : Mauvertuis, Mairan, d'Aguesseau, Clairaut le secrétaire de l'Académie enfin. Au premier rang, de droite à gauche, devant Clairaut : Montesquieu, la comtesse d'Houdetot, Vernet, Fontenelle, Mme Geoffrin, le prince de Conti, la duchesse d'Anville, le duc de Nivernais, Bernis, Crébillon, Piron, Duclos, Helvétius, Vanloo, d'Alembert derrière le bureau, Lekaine en train de lire, plus à gauche Mlle de Lespinasse, Mme du Bocage, Réaumur, Mme de Graffignin, Condillac, tout à gauche Jussieu, devant lui Daubenton, et enfin Buffon.

Assister à ces spectacles est non seulement plus facile, mais aussi beaucoup moins pénible, que de lire un ouvrage très compliqué, qui plus est rédigé en latin. Le spectacle constitue une dynamique majeure des rapports entre les communautés de savoir et les cultures non-scientifiques où s'exercent les influences des rationalités nouvelles, mêlées à un goût persistant pour les « merveilles ». Le développement de l'accès libre aux expériences et d'un réel public scientifique amène quelque part à une autre vision de la science. Dans les villes, différents lieux servent de scènes aux expériences des scientifiques (tavernes, cafés, boutiques d'artisans). Ainsi Francis Hauksbee, à Londres, offre-t-il des cours dans sa boutique de Fleet Street. En 1710, le collectionneur allemand Johann Friedrich von Uffenbach, en visite à Londres, témoigne avec enchantement de ces expériences publiques. Il assiste notamment à des expériences « curieuses et novatrices » sur la lumière. Hauksbee, inventeur d'une machine électrique, permet notamment aux auditeurs de prendre part active aux manipulations expérimentales en pressant eux-mêmes sur les vessies avec leurs doigts ou en soufflant dessus.

Joseph Wright of Derby, *Une expérience sur un oiseau dans une pompe à air* (1768)



L'œuvre représente un savant, figuré selon les stéréotypes du XVIIIe siècle (notamment via le peignoir en soie), reproduisant une des expériences de Robert Boyle avec une pompe à air, dans laquelle un oiseau est privé d'oxygène sous le regard d'une audience variée. Ce groupe montre des réactions diverses, mais la plupart d'entre eux montre plus d'intérêt à l'aspect scientifique qu'au sort de l'oiseau. Le personnage central dirige son regard hors champ, vers le spectateur, comme s'il l'invitait à rejoindre le dénouement de cette expérience.

#### Les salons parisiens sous hypnose : petite histoire du mesmérisme

De cette science de salon et de démonstration naissent des charlatans, des aventuriers itinérants, allant de ville en ville et de cour en cour pour démontrer leurs talents techniques. Arrivé de Vienne à Paris en 1778, avec une réputation déjà faite, Mesmer accueille ses patients à son domicile, rue des Quatre-Frères près du jardin de Soubise, où il soigne par le moyen du magnétisme animal. Les savants et les

médecins de la Faculté hurlent au charlatanisme. En revanche, Mesmer reçoit le meilleur accueil à la ville et à la cour, dont il recherche activement le patronage. Parmi ses patientes, il compte alors la duchesse de Chaulnes, la marquise de Fleury, et même la reine Marie-Antoinette s'intéresse de près à ce personnage, bien qu'il ne semble pas qu'elle l'ait rencontré : le mesmérisme est autant affaire de mondanités et de rumeurs que de théories syncrétiques sur la physique et le magnétisme.

Mesmer se fait connaître à Vienne en soignant des malades par le magnétisme animal, un fluide universel qui agirait par son mouvement de flux/reflux sur les corps matériels et la substance des nerfs. En juin 1777, il échoue à soigner un patient aveugle, et plusieurs confrères l'accusent d'être un imposteur. Discrédité et démoralisé, il part librement de Vienne en janvier 1778 avec une lettre de recommandation du ministère des affaires étrangères à l'ambassadeur d'Autriche à Paris, Mercy-Argenteau.

À Paris, Mesmer espère obtenir cautionnement scientifique des plus hautes autorités : toujours, il s'agit d'une affaire de crédibilité et de reconnaissance. Il rencontre rapidement des curieux, même à une séance de l'Académie des Sciences, où il est invité par Jean-Baptiste Le Roy, directeur de l'ARS, physicien et ami de Benjamin Franklin. Mais l'illusion ne tient pas longtemps : dès le mois de mars, le *Journal encyclopédique* publie une lettre anonyme dans laquelle Mesmer est décrit comme un faiseur de miracles, parfaitement ignorant de la physique. Dès lors, Mesmer oscille entre succès populaire (dans les milieux aristocratiques) et condamnations des grandes institutions savantes. Fin 1778, il s'installe dans le Marais, chez un avocat au Parlement de Paris, où il soigne les malades dans un modeste salon bourgeois. Le succès de Mesmer est alors relatif, mais bien existant.

En juillet 1780, Mesmer publie son *Mémoire sur la découverte du magnétisme animal*, complété par les *Observations sur le magnétisme animal* de son ami Charles-Nicolas Deslon, médecin personnel du comte d'Artois, frère de Louis XVI. Cette parution lui vaut célébrité : en juillet 1780, Mesmer reçoit pas moins de 70 malades dans son salon du Marais. Du beau monde finit par venir, notamment des proches du roi, éminents membres de la cour. Deslon, grand supporter et courtisan bien inséré, lui offre une notoriété inespérée. Les propositions de Mesmer sont publiées dans le *Journal de Paris* en octobre 1780 : désormais, c'est la haute-aristocratie qui se presse chez Mesmer. Marie-Antoinette, non sans s'être renseignée à Vienne, conseille à sa favorite, la duchesse de Chaulnes, qui se meurt d'un cancer, d'aller consulter le magnétiseur.

En 1783, Mesmer fonde à Paris la Société de l'harmonie universelle, dont il tient la présidence, et s'installe à l'hôtel de Coigny, appartenant à l'un de ses riches patients. La Société a alors pour but d'étendre la pratique du magnétisme animal à Paris ; elle recrute l'ensemble de ses membres dans la haute société parisienne, y compris parmi des médecins et chirurgiens. La diffusion du magnétisme animal est dès lors présentée comme un acte de bienfaisance et une mission en faveur de l'humanité. Grâce à cette organisation massifiée, Mesmer gagne désormais beaucoup d'argent, en plus de s'octroyer une place de premier choix dans l'espace public savant et mondain parisien.

En 1784, la Faculté de médecine réitère une condamnation prononcée contre Mesmer et Deslon. L'Académie des sciences et la Société royale de médecine, pour la première fois depuis 1778, suivent cette décision. Les membres de la commission de l'ARS, parmi lesquels Lavoisier, ont voulu marquer le coup d'arrêt du mesmérisme. La condamnation apparaît finalement comme une tribune populaire pour Deslon et Mesmer, et le magnétisme animal se diffuse un peu partout, en province et à l'étranger. À Paris, il perd progressivement ses justifications médicales pour garder sa teneur un peu mystique. Là, la Faculté de médecine de Paris a gagné son combat, dans la mesure où le mesmérisme passe dès lors du côté du charlatanisme, loin de la théorie médicale controversée. En 1785, Mesmer part dans le sud de la France, et ne reviendra plus à Paris avant le début du XIXe siècle.

L'épisode parisien du magnétisme animal et le personnage de Mesmer sont fascinants parce qu'ils combinent sociétés savantes, accréditation des savoirs, engouement aristocratique et populaire pour une « mode » savante, relations avec le pouvoir et aspects monétaires. Au cœur des salons comme des grandes institutions médicales françaises, Mesmer semble, entre 1778 et 1784, l'objet d'une polémique savante qui fait couler beaucoup d'encre ! (Belhoste, dans Belhoste et Edelman 2015).

#### *Les cafés, des lieux de sociabilité scientifique*

Le café est les sciences deviennent à la mode à peu près au même moment, dans les années 1650-60. Dans le Londres des années 1660, les rares cafés deviennent des lieux de rencontre et de partage entre savants : autant que la Royal Society, dont les membres s'y retrouvent aussi de toute manière, les cafés sont certainement les meilleurs espaces de distinction sociale de l'Angleterre de Charles II. C'est donc logiquement que le café devient un lieu de science caractéristique du XVIII<sup>e</sup> siècle, encore plus en Angleterre et dans les Provinces-Unies, éventuellement dans certains cercles parisiens. Dans l'Angleterre de la Restauration, les cafés sont des lieux de rencontre de cercles divers, d'abord à Oxford, puis à Londres. On y trouve des ecclésiastiques de haut-rang, des *gentlemen* de tous types, des marchands, techniciens... Tous ensemble ? Pas tout à fait. Déjà, des cafés étaient « spécialisés » dans telle ou telle discipline scientifique, ainsi le *Garraway's* pour la physique à Londres, le *Child's* pour l'astronomie (Edmond Halley y a par exemple ses habitudes). Aussi, les lieux étaient disposés de manière à reproduire des différences sociales autant que scientifiques. Il est des tables où l'on parle physique, d'autres où l'on parle philosophie (*Cambridge History of Science*, vol. 3, p. 330-340).

Les cafés deviennent également les lieux des disputes savantes. En 1681, c'est au *Garraway's* que Robert Hooke décide de confronter John Flamsteed, alors astronome royal, sur le propos des lentilles de télescopes. Après une démonstration technique à la faveur de Hooke, la dispute se poursuit à la Royal Society, où Hooke présente une machine capable de régler l'affinage des lentilles mécaniquement. À la suite de cet épisode, Flamsteed ne manque évidemment pas de se plaindre du comportement cavalier de Hooke. Un point intéressant au passage : les contemporains jugent le café, en tant que boisson « énergisante », en partie responsable de la ferveur des disputes qui se tiennent dans ces établissements. Un certain nombre d'écrits anglais, surtout au début du XVIII<sup>e</sup> siècle, traitent donc des effets du café sur le comportement humain ! Plus sérieusement, loin des collèges et d'une vision institutionnelle de la science, les cafés ont l'avantage d'être des lieux de liberté beaucoup plus grande. Autrement dit, on y discute plus librement de savoirs et de théories qui n'ont pas nécessairement libre entrée ailleurs, notamment autour de la religion. C'est peut-être aussi cela qui conduit à des disputes plus houleuses, en tout cas moins policées. Pour les mêmes raisons, on retrouve dans les cafés des gens qui n'ont pas accès aux grandes institutions savantes, ainsi les libertins (*Cambridge History of Science*, vol. 3, p. 330-340).

#### La république des Lettres dans toute sa splendeur au XVIII<sup>e</sup> siècle

##### *De la république des lettres à la république des sciences*

Le XVIII<sup>e</sup> siècle correspond à l'apparition d'une distinction entre « République des Lettres » et « l'Empire des sciences », expression qui commence à être employée après 1740. Cette distinction est en fait révélatrice de la séparation entre les sciences de la nature et la philosophie et les belles lettres. En réalité, cette distinction existe déjà avant, avec la multiplication des académies, souvent à la demande des savants représentants des « sciences dures ». Les pensions académiques touchent bien plus ceux-là que les philosophes. C'est donc autour des académies que se développent surtout les sciences naturelles, toujours en lien avec la République des Lettres, dont elles gardent les normes de communication et de postures, et les structures. Or, avec le développement de la philosophie des Lumières, la République des lettres connaît de nouvelles transformations et une sorte d'âge d'or. Ce développement de la République des lettres, en parallèle du développement de la République des sciences, accroît la dichotomie entre les deux.

L'« Empire des sciences » est mentionné dans les fables de La Fontaine en 1693, dans la fable du Renard anglais, ainsi que par Pierre Bayle en 1704. Le terme se répand surtout à partir des années 1740. La prédominance dans la République des lettres classique, de littéraires érudits par rapport aux « scientifiques » s'inverse complètement au XVIII<sup>e</sup> siècle. La situation des sciences est alors quasiment hégémonique. Après la mathématisation de la mécanique, les sciences expérimentales ont connu dès la seconde moitié du XVII<sup>e</sup> siècle une éclosion dans les milieux scientifiques, notamment académiques. Au XVIII<sup>e</sup> siècle, les physiciens et les naturalistes prennent une place à part dans la République des lettres : ils sont marginalisés. Cette marginalisation date du XVII<sup>e</sup> siècle, elle n'est qu'en quelque sorte « actée » au milieu du XVIII<sup>e</sup> siècle. L'avènement d'une « République des Sciences » dans les années 1740, c'est le schisme entre deux institutions, plutôt que quelques individus qui quittent une structure pour en fonder une autre.

Cette séparation entre République des lettres et République des sciences témoigne aussi de recompositions hiérarchiques au sein des sciences. Si avant 1750, les rapports au sein de cet espace sont dominés par les hommes de lettres, la référence au modèle des sciences de la nature s'amplifie progressivement jusqu'à occuper une position centrale dans la culture intellectuelle après 1775. Cette République des sciences correspond quelque part à l'idéologie des Lumières : elle apparaît comme la référence suprême de l'élaboration collective du savoir, et que son autorité se situe encore au-dessus des réalités et des contingences du monde des académies. C'est un idéal plus qu'une réalité. En règle générale, c'est le terme d'Empire des sciences qui sert à désigner à l'époque la sphère des sciences de la nature. Lorsqu'on parle de République des sciences, c'est dans une sorte de miroir de la République des lettres, une République des lettres qui ne concernerait que les représentants des 'sciences dures'. De plus, face à une République des lettres qui se voulait universelle et désintéressée, l'Empire des sciences apparaît plus comme un enjeu de pouvoir et comme un objet de rivalité entre nations. Quelque part, la « République des sciences » est un peu plus en accord avec son temps, dans la mesure où elle rentre parfaitement dans la logique d'étatisation de la science (logique, puisqu'elle en découle).

*Une diffusion élargie du modèle académique au XVIII<sup>e</sup> siècle : les académies de province*

Jusque là, la science française est une science essentiellement parisienne. Le mouvement d'étatisation, par le biais des académies et autres grandes institutions scientifiques, touche surtout la capitale. Même chose en Angleterre, où, si l'on excepte Cambridge et Oxford, la pratique scientifique se fait dans un cercle peu éloigné de la capitale. La science académique, institutionnelle et « officielle » se diffuse-t-elle au-delà de ce centralisme politique ? À l'époque des Lumières, oui. C'est tout l'intérêt de l'ouvrage classique de Daniel Roche sur les académies de province (1978). Pour Daniel Roche, les académies provinciales qui se constituent à partir de la fin du XVII<sup>e</sup> siècle sont intéressantes, en ce qu'elles diffusent et concentrent tout à la fois les savoirs académiques : ce sont des bulles qui reproduisent, voire connectent, le microcosme parisien.

Les académies de province forment un réseau serré, surtout dans les villes du Midi, moins polarisées par Paris (Arles 1669, Nîmes 1682, Toulouse 1695, Lyon 1700, Montpellier 1706, Bordeaux 1713). De 1715 à 1760, on assiste à la création d'une vingtaine de sociétés nouvelles, où dominent les sociétés scientifiques. Elles restent des constitutions urbaines, et rares sont les académies provinciales dans des villes de moins de 10 000 habitants. Souvent, les créations académiques se font sur la base d'associations préexistantes, ainsi les « Jeux floraux » à Toulouse. Ces académies, en tant qu'institutions officielles, s'intègrent à la vie municipale et provinciale : les pouvoirs locaux favorisent leurs activités sous forme de subventions ponctuelles et d'aide en matière de locaux et de moyens matériels. En contrepartie, les sociétés savantes jouent un rôle civique non négligeable, depuis l'invention des devises et maximes destinées aux fêtes urbaines et aux monuments, jusqu'à l'organisation de travaux de plus longue haleine et

d'utilité publique. Ainsi à Montpellier, les États du Languedoc chargent des académiciens locaux de lever la carte de la province. Plus de la moitié des académies fondent des bibliothèques ouvertes au public. Un peu partout, elles amassent dans un but pédagogique des collections diverses, médailles et monnaies, spécimens d'histoire naturelle ou de minéralogie, dans un mouvement de diffusion du savoir qui traduit en même temps les passions de leurs membres, amateurs et détenteurs de curiosités de toutes sortes. Surtout, ces académies sont à l'origine de l'organisation de nombreux cours publics, libres d'accès et gratuits : cours de dessin, d'architecture, sciences physiques avec expérimentation, médecine et chirurgie, contrôle des accouchements, d'histoire naturelle. Les académies de provinces sont intéressantes parce qu'elles contrôlent et diffusent volontairement cette image autour du thème de l'utilité sociale et de la transmission des savoirs. Ce rôle est de toute manière induit par les patentes de formation accordées par le roi. L'idée, c'est aussi de diffuser une vision « contrôlée » des sciences : institutionnaliser le discours culturel et savant, c'est aussi éviter les déviances, maintenir ou créer une cohésion élitaire qui sert les desseins d'une monarchie éclairée.

Qui sont les académiciens de province ? L'analyse sociale ne fait pas apparaître un contre-ordre scientifique qui bouleverserait les hiérarchies établies. La noblesse est très présente, avec 37% des effectifs, mais son poids s'accroît à ne considérer que le « gratin » des sociétés, c'est-à-dire les membres honoraires, secteur qu'elle domine à 80%. Les 20% d'ecclésiastiques confirment le rôle intellectuel du clergé, mais ce taux paraît tout de même relever une certaine laïcisation du milieu. Les roturiers font masse, à 43% : c'est la bourgeoisie des villes qui fait les académies de province. Ces bourgeois sont des hommes de loi et des rentiers, mais aussi des médecins, professeurs, quelques ingénieurs, quelques marchands. À ce titre, la composition des académies provinciales est même un peu plus « traditionnelle » que celle des loges maçonniques, les grandes concurrentes à partir des années 1760, où par exemple les nobles ne représentent que 15% des membres. Il demeure que les académies de provinces sont plus accessibles que les académies des capitales : moins sélectives, elles permettent notamment aux hommes nouveaux des provinces de pénétrer dans le monde de la culture officielle. Les concours font surgir une foule de candidats de petite condition, intellectuels sans emploi, boutiquiers, artisans, et même quelques laboureurs. Le succès de la formule est attesté par les chiffres : 48 prix sont ainsi décernés pour les années 1700-1709, contre 618 pour la décennie 1780-1789. Or, 60% de ces concours concernent les sciences et les arts, avec une préférence pour les sujets à application pratique.

#### Maîtriser le territoire au XVIII<sup>e</sup> siècle

Connaître et maîtriser le territoire est un enjeu important de l'étatisation à l'époque moderne. Les instruments du pouvoir se perfectionnent, donnent lieu à des transformations dans la connaissance des territoires et donc dans leur utilisation/optimisation au service de l'État (et des populations ?). Les États se dotent alors de moyens de gouvernement techniques afin d'accroître leur mainmise sur le pays, les populations et les richesses. L'exercice du pouvoir s'impose progressivement comme une maîtrise des informations, des connaissances descriptives et quantitatives destinées à contrôler et aménager le territoire. Il s'agit de connaître... pour mieux dominer.

#### *Enquêtes et aménagements*

Le développement des États s'accompagne d'une pensée théorique sur la gestion des richesses et de la population. Venue d'Allemagne, cette science utilitariste et caméraliste se propage surtout en France et en Angleterre à partir de la seconde moitié du XVII<sup>e</sup> siècle, puis massivement avec l'économie politique du XVIII<sup>e</sup>. Les nombreuses enquêtes entreprises par Colbert répondent progressivement à un canevas fixé par ses bureaux qui veulent pouvoir comparer les informations et totaliser les résultats. C'est le début en France des formulaires administratifs. En 1736, dans plus de 95% des cas, les arrêts de l'administration des Finances sont des décisions collégiales prises indépendamment du souverain, des procédures

bureaucratiques, masquées derrière un sceau royal, appliquées par des agents administratifs. La connaissance de la population du royaume devient une question centrale pour ceux qui doivent anticiper le montant des prélèvements fiscaux, recruter des soldats ou prévoir des distributions de céréales en cas de disettes. Il manque cependant l'outil administratif qui permettrait d'éviter les approximations des évaluations de la population par « feux » fiscaux. En 1686 Vauban propose à Louvois une *Méthode générale et facile pour le dénombrement des peuples*, acceptée et imprimée : les quinze pages de cette méthode sont un imprimé administratif à usage des gouverneurs et des intendants, un document administratif type, pré-rempli. En Angleterre, les travaux de William Petty à la Royal Society se révèlent fondateurs sur le sujet.

Les dénombrements, les cartes et les descriptions sont progressivement mis sous la forme de tableaux statistiques, qui permettent d'optimiser le fonctionnement de l'administration (principalement fiscale). En France, ces savoirs sont d'abord conservés au Contrôle général pour les intendants, mais connaissent au XVIIIe siècle des publications à destination d'un public lettré intéressé par des connaissances chiffrées sur le royaume. L'économie politique naît sur la base de ces savoirs collectés et devenus statistiques. L'idée, c'est de s'en servir pour mieux gérer, optimiser les rendements de l'économie d'un territoire. Des institutions, principalement des maisons de commerce, sont chargées de mettre en pratique les théories sur la question.

L'objectif de l'État apparaît donc de moins en moins exclusivement centré sur le salut des âmes, et de plus en plus sur l'emploi des ressources (dont les populations) de manière rationnelle et l'accroissement du commerce pour le bien-être de la population (principe même de l'État moderne !). Les exemples les plus criants sont aux Provinces-Unies, avec l'assèchement des territoires et l'augmentation des surfaces agricoles utiles dans l'optique d'une forme (relative) d'autosuffisance alimentaire. Les lacs intérieurs du territoire néerlandais sont asséchés, des polders sont construits, pour un gain de surface de 122 000 ha entre 1540 et 1640, rien que dans l'estuaire de l'Escaut ; on retrouve la même chose, pour un gain de 77 000 ha, dans les territoires de Venise, autour de Padoue et Rovigo. Ces aménagements parfois spectaculaires sont favorisés par la circulation des ingénieurs plus que par les seules innovations techniques. Les travaux pour faciliter la navigation fluviale sont nombreux et importants, évidemment avec l'exemple « phare » du canal du Midi, réalisé par Pierre-Paul Riquet de 1666 à 1681, puis complété en 1686 par un ensemble de ponts et de canaux secondaires.

Les demeures princières et royales monopolisent aussi les techniques au service de la magnificence. Les ingénieurs italiens de la Renaissance ont largement contribué à embellir les demeures princières par leur maîtrise de l'hydraulique, avec la construction de fontaines, cascades, jets et buffets d'eau. À Pratolino, le grand-duc François Ier de Médicis fait aménager au nord de Florence, de 1568 à 1586, une villa qui met en scène sa puissance grâce aux réalisations de l'ingénieur et architecte Bernardo Buontalenti. Au XVIIe siècle, les successeurs de François font réaliser des automates qui prennent place dans des grottes artificielles : les visiteurs sont alors surpris par ces êtres mécaniques, dissimulés à des endroits multiples du parc ducal. Les jardins princiers nécessitent donc des solutions techniques pour l'alimentation en eau et la contribution à une sorte de course à la magnificence et à l'originalité. Partout, des ingénieurs célèbres sont sollicités, notamment lors de la construction de Versailles par Louis XIV, avec la direction des jardins par André Le Nôtre (Spicq, Virol, dans Hilaire-Pérez et al. 2016b).

Il est un événement particulièrement emblématique de ces enquêtes de la fin de l'époque moderne, à savoir l'enquête diligentée par le Régent de France, Philippe d'Orléans, de 1716 à 1718. Cette enquête, bien que restée inachevée, constitue un gisement de documents considérable, qui plus est récemment publié (Demeulenaere-Douyère et Sturdy, 2008). Quand Philippe d'Orléans arrive au pouvoir en 1715, au nom du jeune Louis XV, le royaume de France est dans une situation économique désastreuse. Louis XIV, principal acteur de la ruine du pays, a cependant aussi donné à l'État les moyens de maîtriser son

territoire, tant d'un point de vue institutionnel qu'administratif. L'enquête de 1716-18 n'atteste pas d'une pratique nouvelle, mais elle s'inscrit dans un contexte particulier. D'une part, elle est pensée par le médecin et professeur de chimie du régent, Guillaume Homberg, qui voit en les sciences un outil à mobiliser à des fins économiques et artistiques. Aussi, l'enquête est confiée à l'Académie des Sciences. Le but est de recueillir des informations sur les richesses naturelles de la France, et plus particulièrement sur les ressources minières valorisables. L'enquête est diligentée sous la supervision de deux académiciens, l'abbé Jean-Paul Bignon, membre influent de l'Académie au moment de sa réforme, et René-Antoine Ferchault de Réaumur, très intéressé par les aspects les plus techniques et utilitaristes. L'intervention de Réaumur est capitale : c'est lui qui récolte, compile et critique les données reçues. Il demande aux enquêteurs d'accompagner leurs rapports d'artefacts de toutes sortes, afin d'analyser les matériaux et mécanismes. Cette enquête, si elle n'est pas suivie pour des raisons politiques, est importante sur le plan scientifique. D'abord, parce qu'elle récolte et centralise un ensemble de savoirs. Ensuite, parce que la masse des données récoltées exige des deux académiciens une rigueur inédite dans le traitement des résultats, impliquant notamment des dessins techniques dans des proportions massives et des qualités plus que notables. Réaumur insiste sur cet aspect graphique de l'enquête aussi parce qu'il est engagé par l'Académie pour la préparation des *Descriptions des arts et des métiers*, une somme illustrée des différentes techniques pratiques et concrètes disponibles et employées dans le royaume comme ailleurs. Le dessin technique devient alors la marque de Réaumur à l'Académie des Sciences, jusqu'à sa mort, et une partie considérable de ses planches seront plagiées par Diderot et d'Alembert pour l'édition des volumes illustrés de l'*Encyclopédie* (Demeulenaere-Douyère, dans Hilaire-Pérez et al. 2016a, p. 405-409).

#### *Sciences, techniques et agriculture*

L'économie européenne, du XVIe au XVIIIe siècle, est majoritairement polarisée par l'économie agricole, élevage(s) et labour(s) constituant l'objet principal de l'économie, les gens vivant de la terre constituant logiquement l'essentiel des populations. Plusieurs systèmes agricoles se juxtaposent selon la place accordée à l'élevage et aux cultures spéculatives (grande dans les cas anglais et hollandais, pour les cultures spéculatives, voir le cas emblématique de la tulipe aux Provinces-Unies dans les années 1600-1620, dans Israël 1995) et le degré d'ouverture commerciale (idem). L'agriculture du XVIe siècle est celle des mutations agricoles du XIIe siècle, marquée par les politiques de défrichement et de proto-mécanisation. Dans l'ensemble, elle reste soumise aux fluctuations météorologiques et biologiques : cette économie agricole est fragile, et les années de vaches maigres peuvent se succéder jusqu'à des situations de disette, voire de famine. Du XVIe au XVIIIe siècle, le rôle de l'État tient plus à la protection des secteurs les plus sensibles, les plus sujettes à exportation. Le reste tient de l'aménagement, par les défrichements, ou du contrôle du marché, avec l'établissement des prix du grain en fonction de la quantité et de la qualité des récoltes. Au fil de la période, dans les quatre espaces au programme, l'évolution s'opère en fonction d'une inégale spécialisation des cultures (Moriceau, dans Bély 2010, p. 43-45).

En face de cette réalité agricole, des hommes éduqués, voire des savants, s'adonnent à l'exercice plus littéraire que pratique de l'agronomie. En France, la réédition des œuvres de Caton, Varron, Palladius, Plinius et Columelle relancent l'intérêt pour les sciences de la terre. Le premier effort de vulgarisation correspond, en 1564, à la traduction du *Praedium rusticum* de Charles Estienne, médecin humaniste parisien de l'époque de François I<sup>er</sup> et Henri II. Le livre, paru sous le titre *L'agriculture et la maison rustique*, connaît de nombreuses rééditions tout au long du XVIIe siècle. En 1600, Olivier de Serres double ce premier succès avec son *Théâtre d'agriculture*, fruit de trente années d'activités dans son domaine du Pradel, en Vivarais. Il y présente une doctrine globale de l'agronomie. Les physiocrates du XVIIIe siècle sont les héritiers directs de cette tradition agronomique des deux siècles précédents. Ils tentent de répondre de manière savante à des problèmes concrets, c'est-à-dire les fluctuations des récoltes et les conséquences sociales désastreuses qu'elles ont régulièrement. À l'agronomie s'ajoute au XVIIIe siècle un rapport plus

poussé à la terre et à son étude, d'un point de vue géologique mais aussi plus administratif (un pan de la physiocratie tient des réflexions fiscales et cadastrales). Cette physiocratie théorique ne remplace que partiellement l'agronomie, les agronomes du XVIII<sup>e</sup> siècle ayant un champ d'action assez large, notamment, au moins en France, via les sociétés d'agriculture (Moriceau, dans Bély 2010, p. 43-45).

La première Société d'agriculture française est établie à Rennes, en février 1757. Son programme de 1769 insiste sur les prairies artificielles, la vulgarisation des méthodes plus productives, la liberté du commerce des grains et les défrichements, objectifs qui répondent autant aux volontés physiocratiques qu'agronomiques. À partir de la circulaire du 22 août 1760, le Bureau d'agriculture (au niveau étatique) provoque la création d'une vingtaine de sociétés sur le même modèle, à Tours, Limoges, Paris, Lyon, Orléans, Rouen, Soissons, Bourges, Auch, La Rochelle, Caen ou encore Montauban (toutes sont créées entre 1760 et 1765). Ces sociétés d'agriculture sont un lieu de rencontre entre savants – agronomes et/ou physiocrates – et propriétaires fonciers. On n'y trouve que peu de cultivateurs, a fortiori encore moins dans les grandes sociétés. En dehors des aspects académiques (les sociétés d'agriculture ont des liens intimes avec les académies de provinces), bien des sociétés conçoivent leur rôle de façon pratique et poursuivent une action de développement agricole sur des sujets divers, depuis l'étude des maladies du bétail jusqu'aux questions des engrais. Comme les académies et autres sociétés savantes, ces sociétés publient des mémoires (*Trimestres* de la Société royale d'agriculture) et organisent des concours et prix pour inciter à l'innovation. Elles restent néanmoins majoritairement des sociétés aux travaux théoriques.

Forte de tout cela, l'agriculture connaît tout de même au XVIII<sup>e</sup> siècle de profondes mutations. Aux Provinces-Unies, les importations massives de grains du Nord permettent d'éviter de consacrer de grandes surfaces au blé, comme c'est le cas partout ailleurs en Europe, et d'utiliser ces surfaces pour de l'agriculture maraîchère et florale, d'autant que la croissance urbaine est importante, et donc stimule le commerce. L'agriculture, faute de place, mise sur la productivité. On invente ainsi aux Provinces-Unies de nouveaux types de rotation de culture, en introduisant du trèfle et des navets dans le cycle agricole, permettant alors d'éviter la jachère. D'autre part, les villes fournissent les ordures en grand nombre, et cela sert d'engrais. Le tout permet une révolution agricole à petite échelle. Le développement de l'élevage permet une production fromagère importante, qui fait la réputation du pays dans toute l'Europe. Les agriculteurs peuvent se tourner vers des cultures très rémunératrices, comme les tulipes, provoquant une spéculation autour de la tulipe. D'autres cultures rémunératrices, comme le lin, le chanvre, le colza, le houblon, le tabac, les plantes tinctoriales (pastel et garance), se développent. La teinture et la finition des draps anglais se fait très souvent en Hollande. Cette agriculture prospère offre une certaine aisance aux paysans hollandais (CM Krumenacker). En France, et, dans une moindre mesure, en Italie, les rendements augmentent, notamment pour la céréaliculture, à partir des années 1750. L'extension des superficies emblavées – à la faveur des défrichements – et le recul de la jachère contribuent à augmenter les productions agricoles. Des techniques mécaniques participent également à cette « révolution agricole » du siècle des Lumières, ainsi les herses à dent de fer ou des charrues polysoc (meilleur labourage), inventions d'ailleurs introduites principalement sur les terres artificielles, elles-mêmes gagnées sur la nature au profit d'incroyables prouesses techniques. Attention à l'angélisme cependant : les années 1770-80 sont marquées par plusieurs années de disette, aboutissant notamment à la guerre des Farines et autres révoltes frumentaires (Moriceau, dans Bély 2010, p. 1097-1098).

Ces cas agricoles sont particulièrement intéressants à étudier pour l'Angleterre de la deuxième moitié de la chronologie du programme. L'Angleterre est considérée classiquement comme le lieu de naissance de la révolution industrielle européenne. La transformation du système de production manufacturière anglais se serait faite grâce aux bénéfices de la révolution agricole, qui a provoqué un accroissement considérable de la productivité en libérant des surplus de denrées, de matières premières et de main-

d'œuvre. En réalité, les agronomes et les entrepreneurs anglais tirent leur inspiration de considérations plus anciennes, autour de nouvelles stratégies de production agricole destinées à améliorer les rendements, dès 1600. Chaque fois, il s'agit de considérer que les vastes terres fermières sont plus productives que les petits, que les machines sont également plus productives que les hommes. Clôturer les terres communales et les champs ouverts pour consolider les grandes fermes incitait à innover et ouvrait la voie à une gestion plus efficace de la terre et de la main-d'œuvre. Des inventions techniques tels que les semoirs et les batteuses mécaniques sont alors autant de « moyens d'obtenir de la richesse ». D'autres inventions moins spectaculaires, ainsi le drainage et la rotation des cultures, permettent d'accroître le rendement des sols anglais. Nombre de petites fermes auraient continué à bénéficier d'un rendement et d'innovations comparables à ceux des grandes exploitations managériales consolidées pendant tout le XVIIe et le XVIIIe siècles. Le progrès agricole est alors une réalité acceptée, presque « constatée » (Bray, dans Hilaire-Pérez et al. 2016b).

De 1650 à 1860, l'Angleterre connaît une transformation de sa productivité et de ses technologies agricoles, une « révolution agricole » qu'il semble difficile de dater exactement. Les historiens font remonter l'évolution du régime foncier et du droit à 1500, date à laquelle l'ancien système d'administration commune des terres est remis en question par la propriété privée. Au XVIe siècle, les actes d'enclosure permettent aux investisseurs d'acheter et de consolider de vastes superficies, souvent pour créer des exploitations spécialisées dans la production de laine ou de céréales. Dès 1600, l'Angleterre connaît une floraison de publication sur les techniques et machines agricoles permettant le meilleur enrichissement. Des savants célèbres comme Samuel Hartlib se font les pionniers d'une philosophie physiocratique : il s'agit de faire de l'agriculture un objet d'étude concret, pratique, aux applications directes et sociales. Des éleveurs d'animaux comme Robert Bakewell (1725-1795) et Thomas Coke (1754-1842) publient même des diatribes sur les techniques les plus productives.

Les premières tentatives de bonification des sols en Angleterre datent des années 1600. Le traité de Gervase Markham, *Farewell to Husbandry* (1620), explique comment planter des herbes variées pour améliorer les qualités du sol. Samuel Hartlib fait des recherches sur la luzerne française et les rotations de cultures plus intensives qui se pratiquent alors dans les Flandres. Dans la seconde moitié du XVIIe siècle, Charles Townshend systématise la culture du navet dans les terres d'élevage, de manière à nourrir les troupeaux sur place et garantir l'entretien naturel de la terre. À la fin du XVIIIe siècle, les propriétaires sont à la tête de dispositifs efficaces et durables destinés à accroître la fertilité et la productivité des bonnes terres : rotation des plantes et des terres cultivées, élevage d'animaux « compatibles » avec les plantes cultivées, utilisation rationnelle de l'ensemble des éléments produits sur les exploitations. Un inconvénient majeur cependant : cette rationalité agricole reposait sur une vision systémique de la production, ce qui revient à dire que, dès lors qu'un seul élément manquait, il n'y avait pas de production de tout ! (voir extrait de Gulliver pour comprendre cette critique) (Bray, dans Hilaire-Pérez et al. 2016b).

Dans l'ensemble, seules les vastes exploitations avaient assez de surface pour mettre en place un système de rotation ; seuls les propriétaires aisés pouvaient se permettre des investissements coûteux dans le drainage et l'élevage de bétail. Depuis l'époque Tudor, l'État anglais encourage les grandes fermes par les actes d'enclosure. En 1607, 25% du pays est clôturé, 47% en 1710. Après 1750, le rythme des enclosures s'accélère encore. Cependant, demeure un véritable fossé entre les enthousiasmes des entrepreneurs et des savants et la réalité agricole du pays. La plupart des engins inventés sont très coûteux et complexes pour être utiles. Les premières machines agricoles se cassent facilement et dysfonctionnent régulièrement. En 1770, en Angleterre, le taux de semence moyen de blé était encore de 2 ou 3 boisseaux par acre, avec des rendements dix fois supérieurs (environ 20 boisseaux par acre, soit 1,3 t/ha). La

production céréalière, concentrée sur le blé, empêche des rendements similaires à ce que peuvent produire les champs chinois de la même période, autour de 3 tonnes/ha (Bray, dans Hilaire-Pérez et al. 2016b).

Finalement, à l'époque moderne, les États européens affirment leur pouvoir sur le territoire par la guerre, mais aussi par la connaissance de celui-ci, de sa population et de ses ressources. Souvent sollicités pour accomplir cette domination, les ingénieurs apportent leur maîtrise des techniques, et l'État leur apporte une reconnaissance sociale et une valorisation personnelle du fait de leurs services rendus. L'Europe s'intéresse à ces techniques de maîtrise du territoire surtout à partir de la fin du XVII<sup>e</sup> siècle, alors que normalisation bureaucratique et comptabilité sont devenues des outils de rationalité de gouvernement. Les techniques semblent dès lors devenues... des instruments de gouvernement.

#### Artisans, marchands et savoirs techniques : une « rationalisation » des techniques au XVIII<sup>e</sup>

Londres technique au XVIII<sup>e</sup> siècle, c'est un « portrait » réalisé par Liliane Hilaire-Pérez dans son ouvrage *La pièce et le geste*, à travers un corpus de sources économiques. Ce que montre ce livre, c'est l'émergence, dans un lieu précis (Londres), d'une pensée opératoire nouvelle et d'un langage de l'action organisant explicitement des gestes nécessaires à la réalisation d'objets techniques plus diversifiés destinés à répondre à une demande nouvelle. Deux axes : d'abord, l'auteure montre que la demande de produits complexes fait éclater le cadre des métiers réglés depuis le Moyen Âge ; ensuite, la réponse des producteurs à cette demande s'organise à partir de logiques opératoires plus sophistiquées, impliquant des échanges croisés et une explicitation des opérations, lisible dans les documents comptables, à la fois pour les produits neufs et pour les réparations. Le problème global, c'est celui de la mise en évidence d'une dynamique commerciale porteuse de savoirs technologiques pratiques.

À Londres, au XVIII<sup>e</sup> siècle, se développe par exemple un marché de « bibelots », autour d'une multitude d'objets servant à la décoration, mais aussi d'objets techniques plus élaborés. Ce monde, c'est celui d'objets de luxe, d'accessoires qui sont fabriqués, échangés, sous-traités à d'autres artisans, et qui, par leur diversité, font éclater le marché du travail tel qu'il existait jusque là. La demande d'objets de luxe, de prestige, entraîne tout naturellement une offre diversifiée, et cette demande à son tour entraîne une logique d'adaptation et de diversification des objets proposés à la clientèle. Ces objets, ni totalement uniques, ni répétitifs sont le fruit d'un processus de composition et d'adaptation. Les instruments scientifiques, l'horlogerie, la bijouterie et l'orfèvrerie sont les métiers clés de ce monde du « *toyware* ». Ce que souligne Liliane Hilaire-Pérez, c'est justement l'évolution de ces techniques de décoration et de finition, centrales dans un marché dominé par la culture des apparences, vers une culture mécanicienne où la qualité des assemblages définit des caractères de long terme dans la construction mécanique anglaise. Surtout, pour satisfaire à la demande se développe tout un réseau commercial, où les techniciens purs côtoient marchands et investisseurs. L'auteure met ainsi au jour un réseau de fournisseurs, de sous-traitants, de vendeurs à la fois fabricants et acheteurs de pièces, où les multiples pièces d'assemblage jouent un rôle essentiel. L'habileté du *toyman* dans la gestion de cette complexité et de ce réseau est fondatrice de la notion d'entreprise. Cette entreprise, elle doit être rentable. La technicité n'est qu'une partie du prix : l'objet technique est un ensemble, ne serait-ce que du fait des matériaux employés, plus ou moins coûteux. Les traitements, les matériaux, les opérations de façonnage, apparaissent dans les livres de compte. C'est là l'organisation économique et commerciale d'une activité technique. Les factures, objets comptables par excellence, sont même utilisées par l'auteure comme une manière habile de reproduire le schéma opératoire (technique) de construction et/ou de réparation des objets ! Au-delà donc du cercle des ingénieurs, et de façon très détaillée, l'auteure montre la mise en place de cette gestion de la technique chez les artisans-entrepreneurs. Le XVIII<sup>e</sup> siècle est présenté comme celui d'une « rationalisation » de la technique, à des fins économiques plus que politiques. Surtout, et c'est là le plus intéressant, l'auteure

montre sans le dire que les artisans londoniens n'avaient probablement pas la moindre connaissance des penseurs savants et faisaient de la technologie un peu sans le savoir.

#### Les sciences, l'Europe et le monde : colonisation, exploration et importation des savoirs

La France, l'Angleterre et les Provinces-Unies sont à partir du XVII<sup>e</sup> siècle de grandes puissances coloniales, largement ouvertes sur l'ensemble du monde. Les Provinces-Unies sont surtout présentes dans l'Extrême-Orient, la France et l'Angleterre en Amérique et en Asie. La France des XVII<sup>e</sup> et XVIII<sup>e</sup> siècles est implantée en Amérique (Canada, Louisiane, Guyane), aux Antilles (Saint-Domingue, Martinique), sur les côtes de l'Afrique occidentale, mais aussi dans l'Océan Indien et sur les côtes de l'Inde continentale, ce qui lui permet de bénéficier autour du globe de places d'observation de première importance, du fait de la présence locale de nombreux missionnaires, médecins, ingénieurs, botanistes et autres experts formés en France. À travers le cas français donc, il s'agit ici de questionner les liens entre pratique scientifique et extension européenne à l'échelle mondiale, à travers les travaux du spécialiste de ces questions, François Regourd.

En France, c'est Colbert (1619-1683) qui organise d'une main de fer un réseau dense entre métropole et espaces coloniaux. Il réorganise, comme il l'avait fait avec les institutions scientifiques en métropole, l'administration coloniale, pour la place sous l'autorité directe du ministère de la Marine. En renforçant la bureaucratie de gouvernement et en imposant l'envoi régulier de courriers et de mémoires depuis et vers les colonies, il met en place en quelques années les principaux rouages d'une administration coloniale efficace et centralisée, chargée de missions diverses, depuis les missions d'évangélisation jusqu'aux activités purement militaires. Il s'agit aussi de coordonner, dans les colonies, certaines tâches proprement scientifiques et techniques : favoriser l'implantation locale de vers à soie et de cultures vivrières européennes, encourager les études sur les plantes et maladies tropicales, sur le sucre et les plantes médicinales (cf. *Michèle Mercati pour la captation des plantes médicinales à travers le monde, depuis Rome*). Les bureaux de la Marine servent d'intermédiaires et de centralisateurs, mettant en relation les experts locaux des différentes colonies et les hommes de sciences de l'Académie, de l'Observatoire et des Jardins du roi. Ces derniers sont chargés d'expertiser les observations et les mémoires venus d'outre-mer, mais aussi d'étudier l'ensemble des *naturalia* et *artificilia* importés des colonies. À force, les scientifiques deviennent presque omniprésents dans le travail des missionnaires, explorateurs et autres scientifiques du bout du monde. Les médecins-botanistes sont le plus souvent recommandés par un académicien ou un botaniste du roi. Certains missionnaires bénéficient d'instructions détaillées des astronomes de l'Observatoire royal, permettant par la suite l'établissement de fructueuses correspondances, l'envoi d'échantillons et de spécimens choisis et l'obtention de résultats précieux pour les savants de cabinet restés à leur table de travail parisienne. Ces instructions sont intéressantes. Elles induisent une vision de la science assez hiérarchique, où un scientifique sédentaire envoie des voyageurs pour lui, dans des objectifs divers. De la simple liste de questions à l'épais recueil de directives, ces textes sont censés régir le comportement de ceux à qui ils sont destinés, et expriment la volonté d'enrôler et d'englober un certain nombre d'intermédiaires dans la pratique scientifique, au service d'une science fondée sur la collecte et l'accumulation de données, principalement à Paris.

Les collections d'objets et de spécimens lointains représentent les premières marques sensibles de l'apparition à Paris des savoirs exotiques et coloniaux. Ces curiosités exotiques apparaissent à la cour au XVI<sup>e</sup> siècle, ainsi en témoignent les ouvrages d'André Thevet et de Jean Mocquet. Surtout, les premières exhibitions d'amérindiens, notamment à Paris en 1538, attestent d'un coût de la curiosité humaine. En 1613, c'est le baptême en l'église Saint-Paul d'indiens Tupinambas qui suscite la curiosité des Parisiens. Cette irruption à Paris d'hommes, d'objets ou de récits en provenance du Nouveau Monde, d'Asie ou d'Afrique, se manifeste un peu partout dans les lieux mondains de la ville, à travers les collections privées

comme celles des ordres religieux (objets rapportés par les missionnaires). On y trouve autant de *naturalia* que d'*artificilia* (objets naturels et objets façonnés). Le XVIIe siècle correspond à une période d'inflation de la part de ces objets « exotiques » dans les cabinets parisiens. Apparaissent aussi, chose notable, les jardins publics et privés, où sont collectionnées, chéries même, les plantes médicinales. Ces plantes marquent deux ruptures : on collectionne le vivant, dans des lieux ouverts par définition, de manière raisonnée, dans un but pratique (ce sont des plantes médicinales). Dans cette perspective, on peut considérer les jardins comme des lieux d'interfaces entre cultures coloniales et cultures savantes !

Dans le Paris du XVIIe siècle, c'est la bibliothèque et le cabinet d'Achille II du Harlay (1606-1671), maître des requêtes au Parlement, qui apparaît comme un lieu de renom des objets et savoirs coloniaux. Sa bibliothèque apparaît comme un lieu essentiel de validation d'un ouvrage scientifique et des connaissances qu'il peut apporter. L'accès à cette bibliothèque est donc un argument de rigueur et de prestige, une forme de reconnaissance implicite et instantanée du contenu. C'est ainsi que le décrit le Père Du Tertre, auteur d'une *Histoire des Antilles* parue pour la première fois en 1667 : « Si les curieux reçoivent quelque satisfaction de mon travail, c'est à vous, Monsieur, qu'ils seront particulièrement obligés : car je ne l'eux pas plutôt apporté en France, que vous lui serviez d'Asile et de Père, puisque le désir que j'avais de vous satisfaire m'obligea de mettre en ordre les mémoires et différentes remarques que j'avais faites dans mes voyages (...) ». À l'inverse, un tel ouvrage qui n'aurait pas eu cette chance et ce privilège serait de faire déprécié par la critique, ainsi César de Rochefort qui publie une *Histoire naturelle et morale des îles Antilles de l'Amérique*, à propos de laquelle Du Tertre hurle au plagiat (son livre était en cours de rédaction chez du Harlay), mentionnant également un défaut de reconnaissance de la part de l'Académie royale des sciences.

Ces rouages administratifs et sociaux ne font que se multiplier et se renforcer au fil du XVIIIe siècle. À l'échelle du siècle, on voit Paris devenir la capitale des savoirs coloniaux, où poussent des centres de référence et d'expertise (Académie royale de Chirurgie en 1731, Société royale de Médecin en 1778). Les savoirs médicaux et médicaux sont tout particulièrement ciblés parce qu'ils répondent à une demande coloniale : dans les colonies, la situation sanitaire est beaucoup plus précaire qu'à Paris, des maladies mal connues frappent sans distinction. Côté métropole, on trouve l'étude de ces maladies exotiques fascinante ; côté colonies, on se dit que les Académiciens pourraient bien trouver une manière de combattre ces fléaux. Un autre aspect regardé de près : l'agriculture. La Société d'Agriculture de Paris, fondée en 1761, affiche l'ambition de fédérer autour d'elle toutes les sociétés d'agriculture provinciales, valide et publie des mémoires sur diverses questions d'agronomie tropicale. Des expériences sont menées dans les serres chaudes du Jardin du roi : Buffon y fait ainsi moult expériences au cours du XVIIIe siècle.

Une relation à double sens s'établit au XVIIIe siècle, entre les colons et les scientifiques parisiens. Les premiers tentent de multiplier les contacts à Paris, et de se placer eux-mêmes dans les milieux scientifiques. Certains ont une réelle appétence pour la science, et souhaitent apprendre auprès de ceux qu'ils considèrent, à tort ou à raison, comme les meilleurs. C'est par exemple le cas du botaniste Jean-Baptiste Lignon, qui s'est perfectionné dans la culture des plantes en suivant des cours et des démonstrations dans les Jardins du roi, à la fin du XVIIe siècle. Près d'un siècle plus tard, un autre colon guadeloupéen, Barthélemy Badier, vient passer quatre ans à Paris pour suivre des cours de botanique, de chimie et d'histoire naturelle : il considère que ces cours le rendront plus utile dans les colonies. Retourné dans les Antilles, il devient un fidèle correspondant de la Société royale d'agriculture (Regourd 2008).

L'image d'une « Machine coloniale » récemment proposée par François Regourd est une représentation commode, mise en forme par les historiens, pour illustrer efficacement la forte imbrication que révèlent les archives entre pouvoir politique et institutions savantes autour du fait colonial, dans le cadre de la France d'Ancien Régime : la mise en résonance de ces institutions avec le monde colonial permet alors de saisir d'un coup d'œil la réalité de collaborations régulières, qui furent, pour une large

part, à l'origine de la puissance française du XVIII<sup>e</sup> siècle, tant sur la scène coloniale que sur la scène scientifique. Ce modèle révèle un rôle prééminent de l'État et des institutions savants dans la construction des savoirs de l'époque. L'Angleterre et les Provinces-Unies développent à la même époque des modes de mobilisation des savoirs exotiques beaucoup moins centralisés et étatiques. Idem en Italie, si ce n'est avec une décentralisation encore plus importante du fait même de la nature politique de la Péninsule italienne. Exception française que voilà ?

#### En guise de conclusion : la Révolution française et les sciences

« La république n'a pas besoin de savants ». La formule apocryphe du président du Tribunal révolutionnaire J.-B. Coffinhal-Dubail, au moment de la condamnation à mort de Lavoisier le 8 mai 1794, est à symptomatique d'une image très négative de la Révolution française d'un point de vue scientifique. Est-elle vraie pour autant ?

La Révolution française correspond, à la fois dans la continuité du siècle des Lumières et en rupture avec celui-ci, à une restructuration profonde des savoirs, dont les contemporains eurent une conscience claire. La question, c'est de savoir si la rupture concerne aussi bien l'histoire des techniques que l'histoire des sciences : en réalité, la réponse n'est pas claire. Maniant la métaphore tectonique, l'historien américain Charles Gillispie voit dans la Révolution la manifestation de surface d'un brusque mouvement sismique dû aux tensions accumulées par le lent glissement de la plaque philosophique, porteuse d'un nouveau modèle politique et social. Ce mouvement profond est marqué en parallèle par le passage entre la génération de la science encyclopédique, issue des collèges et de l'Académie royale et avide de classer l'ordre naturel et celle de la science positiviste, formée dans les institutions professionnelles nées du mouvement révolutionnaire. Plus qu'une destruction, c'est donc une mutation de l'appareil scientifique qui prend place à la révolution, en parallèle d'un changement de paradigme, une sorte de triomphe d'une nouvelle idée de progrès, et donc d'une nouvelle vision de la pratique scientifique. En cela, la Révolution française est bien une rupture !

## Les acteurs des sciences et des techniques de l'époque moderne

Longtemps, l'histoire des sciences s'est concentrée sur une minorité d'acteurs, à savoir les « stars » du milieu, ceux qui reviennent souvent dans le défilé des découvertes et inventions. Quel que soit le rôle indiscutable de certaines individualités d'exception, cette conception idéaliste et héroïque de l'histoire repose sur une vision biaisée. La science est en réalité une entreprise collective, qui a mobilisé de nombreux acteurs, qui n'agissent pas toujours sur le devant de la scène. C'est parce qu'ils peuvent s'appuyer sur ces acteurs et autres intermédiaires que les stars du milieu tiennent la place qu'ils s'octroient plus ou moins rapidement. Il n'est pas possible de définir un profil unique pour ceux qui participèrent à cette « entreprise collective ». Alors sans oublier les savants eux-mêmes, les génies qui occupent toute la lumière, il s'agit ici de tenter un « catalogue raisonné » de cette nébuleuse d'individus qu'est la science moderne, le tout en essayant de ne pas oublier les ordres et les hiérarchies qui impactent ce monde.

L'un des enjeux de l'époque, c'est celui de la construction de la « figure du savant », ou plutôt des « figures de savants ». Le savant, c'est celui qui sait, l'érudit. Tout au long de la période moderne, ils sont individualisés, voire héroïsés. Les éloges académiques du XVIII<sup>e</sup> siècle consolident (et génèrent) une figure construite du savant idéal : derrière les noms se cachent en fait une forme d'identité collective, une identité culturelle et sociale commune. La rupture se fait au XVII<sup>e</sup> siècle : jusqu'au début du XVIII<sup>e</sup> siècle, le savant intègre des espaces de sociabilités formels et met à son profit les jeux de patronage ; à partir de la seconde moitié du XVII<sup>e</sup> siècle domine la figure de l'académicien, sur le modèle français. Le savant est aussi l'auteur de travaux publiés, de « sommes » de sa connaissance ; il se construit une carrière, souvent sur un modèle opportuniste. Galilée en est l'exemple parfait, courtisan passant de cours en académies, avant de se proposer au sénat de Venise. Progressivement, les savants se divisent entre sciences utiles et sciences spéculatives, les premiers semblant au moins un temps l'emporter : le savant, idéalement, est utile à la vie de la cité. Entre constructions naturelles et façonnées, ces savants sont donc bien des figures polymorphes et évolutives, au fil de l'époque moderne, ces évolutions s'appuyant sur des caractéristiques intellectuelles, culturelles, sociales, mais aussi politiques et matérielles (ainsi les vêtements et attributs du savant, comme le peignoir en soie au XVIII<sup>e</sup> siècle).

### Être savant à l'époque moderne

#### *Devenir savant*

Tout d'abord, il faut bien avoir conscience que n'est pas savant qui peut. Les hommes de science, davantage encore que les hommes de pure technique, sont des membres d'une certaine élite sociale, qui dispose de moyens matériels et immatériels qui lui permettent d'accéder à la formation mais aussi aux personnes capables d'aider, de placer, de financer. Autrement dit, ce monde des savants de l'époque moderne émerge de milieux sociaux et spatiaux bien spécifiques, principalement urbains, fondamentalement aisés (de la bourgeoisie à la haute noblesse, le clergé concerné par les sciences s'insérant en fait pleinement dans ces catégories). Concrètement, aller au collège et à l'université coûte cher, d'autant plus cher si l'on considère les pratiques de pérégrination estudiantine. Ne serait-ce que du fait de cette sélection par l'argent, il est quasiment impossible qu'un fils de paysan puisse accéder à une telle éducation/formation. Au-delà de ce capital financier, c'est un capital culturel qui fait l'élitisme de cette « classe » des hommes de science : la curiosité, la connaissance et le savoir relèvent aussi d'un état d'esprit, qui n'est pas présent dans toutes les couches de la société, et implique, là encore, une certaine aisance matérielle. Après tout, qui pense à la théorie de la gravitation en se demandant s'il pourra survivre à la dureté de l'hiver ? Au fil de la période, on constate néanmoins une (très légère) tendance à la démocratisation de la position de savant. Mais celle-ci est tellement faible qu'elle en devient discutable.

À cette sélection sociale initiale se surimpose une reproduction sociale importante. Concrètement, les « hommes de science » ne sont qu'une partie, probablement infime, des catégories sociales susvisées. Cela s'explique par différents aspects : l'éducation d'une part, mais aussi le bénéfice des relations familiales (jeune, on se sert des réseaux de ses proches pour être recommandé ici ou là). Ainsi Christian Huygens : son père, Constantin Huygens, est l'ami de Descartes et un correspondant assidu de Mersenne. Petit « focus » sur l'éducation. Au début du XVI<sup>e</sup> siècle, les grands humanistes théorisent une nouvelle forme d'éducation de la jeunesse lettrée. Des gens comme Thomas More ou Rabelais pensent cette éducation selon un nouveau paradigme, celui de l'homme complet et curieux, qui doit savoir un peu de tout, être capable de raisonner avec sa tête, mais aussi son corps (cf. encart).

### **L'éducation humaniste selon Rabelais (extrait de *Pantagruel*, 1534)**

Comment Pantagruel estant à Paris receut lettres de son pere Gargantua, et la copie d'icelles

(...) Maintenant toutes disciplines sont restituées, les langues instaurées, Grecque sans laquelle c'est honte que une personne se die sçavant, Hebraicque, Caldaicque, Latine. Les impressions tant elegantes et correctes en usance, qui ont esté inventées de mon eage par inspiration divine, comme à contrefil l'artillerie par suggestion diabolique. Tout le monde est plein de gens savans, de precepteurs resdoctes, de librairies tresamples, qu'il m'est d'avis que ny au temps de Platon, ny de Ciceron, ny de Papinian, n'estoit telle commodité d'estude qu'on y veoit maintenant. Et ne se faudra plus doresnavant trouver en place ny en compagnie qui ne sera bien employ en l'officine de Minerve. Je voy les brigans, les boureaux, les aventuriers, les palefreniers, de maintenant plus doctes que les docteurs et prescheurs de mon temps. Que diray-je ? Les femmes et filles ont aspiré à ceste louange et manne celeste de bonne doctrine. Tant y a que en l'eage où je suis j'ay esté contrainct de apprendre les lettres Grecques, lesquelles je n'avois continué comme Caton, mais je n'avoys eu loysir de comprendre en mon jeune eage. Et volontiers me delecte à lire les moraulx de Plutarque, les beaulx dialogues de Platon, les monumens de Pausanias, et antiquitez de Atheneus, attendant l'heure qu'il plaira à dieu mon createur me appeler et commander yssir de ceste terre.

Parquoy mon filz je te admoneste que employe ta jeunesse à bien profiter en estude et en vertus. Tu es à Paris, tuas ton precepteur Epistemon dont l'un par vives et vocables instructions, l'autre par louables exemples te peut endoctriner. J'entens et veulx que tu aprenes les langues parfaitement. Premierement la Grecque comme le veult Quintilian. Secondement la Latine. Et puis l'hebraicque pour les saintes lettres, et la Chalaicque et Arabicque pareillement, et que tu formes ton stille quand à la Grecque, à l'imitation de Platon : quand à la latine, à Ciceron. Qu'il n'y ait hystoire que tu ne tiene en memoire presente, à quoy te aydera la Cosmographie de ceulx qui en ont escript. Des arts liberaux, Geometrie, Arismetique et Musicque. Je t'en donnay quelque goust quand tu estoys encores petit en l'eage de cinq à six ans, puisuys la reste, et de Astronomie saiche en tous les canons, laisse moy l'astrologie divinatrice, et l'art de Lullius comme abuz et vanitez. Du droit civil, je veulx que tu saiche par cueur les beaulx textes, et me les confere avecques philosophie. Et quand à la congnoissance des faitz de nature, je eulx que tu te y adonne curieusement, qu'il n'y ayt mer, riviere, ny fontaine, dont tu ne congnoisse les poissons, tous les oyseaulx de l'air, tous les arbres arbustes et fructices des foretz, toutes les herbes de la terre, tous les metaulx chachez au ventre des abysses, les pierreries de tout Orient et midy, rien ne te soit incongneu. Puis soigneusement revisite les livres des mediciens Grecz, Arabes et Latins, sans contenner les Thalmudistes, et Cabalistes, et par frequentes anatomies acquiers toy parfaite congnoissance de l'autre monde, qui est l'homme. Et par lesquelles heures du jour commence à visiter les saintes lettres. Premierement en Grec, le nouveau testament et Epistres des apostres, et puis en Hebreu le vieulx testament. Somme que je voy un abysme de science : car doresnavant que tu deviens homme et te fais grand, il te faudra yssir de ceste tranquillité et repos d'estude : et apprendre la chevalerie, et les armes pour defendre ma maison, et nos amys secourir en tous leurs affaires contre les assaulx des mal faisans. Et veulx que de brief tu essaye combien tu as profité, ce que tu ne pourras mieulx faire, que tenent conclusions en tout sçavoir publiquement envers tous et contre tous, et hantant les gens lettrez, qui sont tant à Paris comme ailleurs.

Mais par ce que selon le saige Salomon, Sapience n'entre point en ame malivole, et science sans conscience n'est que ruine de l'ame. Il te convient servir, aymer et craindre Dieu et en luy mettre toutes tes pensées, et tout ton espoir, et par foy formée de charité estre à luy adjoinct, en sorte que jamais n'en soys desamparé par peché, aye

suspectz les abus du monde, ne metz ton cueur à vanité : car ceste vie est transitoire : mais la parolle de Dieu demeure eternellement. (...)

Ces lettres recueues et leues Pantagruel print nouveau courage et feut enflambé à proffiter plus que jamais en sorte que le voyant estudier et proffiter, eussiez dict que tel estoit son esperit entre les livres, comme est le feu parmy les brandes, tant il avoit infatigable et strident ».

François Rabelais, *Pantagruel...*, ed. Floyd Gray, Paris, Honoré Champion, 1997, ch. 8, p. 105-111.

Tout au long de la période, ce nouveau modèle éducatif infuse une partie de la société, la partie justement potentiellement capable de devenir « savante ». Or, cette éducation humaniste semble à bien des égards une base quasi indispensable, sans laquelle nos hommes et nos femmes savant(e)s n'auraient pas été. Dans le cas des familles de savants, c'est donc presque une évidence que de suivre ce parcours initiatique, jusqu'à l'insertion dans un monde déjà appréhendé et connu.

Les « savants » passent tous par un processus de sélection et de formation. Là aussi, il faut noter qu'avec la multiplication des lieux de science, ce processus tend à s'hétérogénéiser au fil de la période. Concrètement, à la Renaissance il semble difficile d'embrasser la science sans être passé par les bancs de l'université. Au XVIII<sup>e</sup> siècle, des gens comme Lavoisier se sont formés de manière plus informelle, dans des cours ouverts, des lieux de brassage plus large, ceux du « Paris savant » de Bruno Belhoste. Lavoisier est un bon exemple de ces scientifiques et de leur formation. Si sa formation de chimiste/physicien se fait par des biais nouveaux et plus informels, il ne faut pas oublier sa nature de juriste, qu'il s'est forgé sur les bancs de l'université. Or, dans le cas de Lavoisier, c'est justement sa formation de juriste qui lui permet de s'insérer politiquement dans les multiples charges qui le font vivre... et financent ses activités scientifiques.

#### *(Sur)vivre en savant*

##### Patronage et mécénat

Le patronage et le mécénat sont des pratiques anciennes, qui recourent des formes diverses de protection individuelle (ou collective), dont la plus essentielle reste financière. Ces pratiques rappellent une évidence bienvenue : les savants ont besoin de support pour vivre. La science n'est pas un métier à l'époque moderne, et, à l'exception des rares dont la fortune personnelle rend accessoire la recherche d'autres financements (comme Robert Boyle ou René Descartes), il faut bien trouver de quoi survivre. L'une des solutions tient au placement sous protection. Les savants peuvent se mettre au service des familles aristocratiques et y occuper diverses fonctions : ainsi le mathématicien anglais John Wilkins (1614-1672) exerce comme chapelain auprès de plusieurs aristocrates avant d'obtenir un poste à l'université. Quelques fois, la « protection » consiste surtout en un coup de main, par exemple un appui pour l'obtention d'une position. Les princes sont ainsi bien placés pour « aider » à l'obtention de bénéfices ecclésiastiques, qui sont des positions très recherchées des savants, puisqu'elles leur laissent une relative liberté pour travailler (c'est par exemple le cas de Rabelais, protégé de l'évêque Geoffroy d'Etissac, qui quitte le monastère mais garde une forme de protection ecclésiastique, ce qui lui permet de financer sa vie savante. Les postes universitaires sont aussi souvent soumis à une forme de recommandation. Ces « coups de pouce » sont les manifestations les plus courantes, mais aussi les plus discrètes du patronage : ce sont des procédures administratives accélérées, des lettres patentes obtenues sans compensation, des recommandations de tous types. Ces manifestations « discrètes » peuvent faire de n'importe quel officier royal un patron potentiel !

Rarement ces systèmes de protections sont purement désintéressés : il s'agit toujours de rendre service, d'une manière ou d'une autre, au protecteur. Tout de même, ça existe. Au début du XVII<sup>e</sup> siècle, l'algébriste anglais Thomas Harriot (1560-1621) est ainsi pensionné à hauteur de 100 livres annuelles par le richissime Henri Percy, comte de Northumberland, qui lui octroie en plus une maison et des serviteurs. Seulement, ce type de soutien est assez difficilement accessible aux bourses privées : il est plus le fait des États et des princes. François I<sup>er</sup> pensionne totalement des gens comme Léonard de Vinci ou Benvenuto Cellini (sculpteur italien, sorti de prison par François I<sup>er</sup>, il se voit accorder en 1536 un hôtel parisien et tous les moyens techniques pour travailler ; François I<sup>er</sup> lui donne notamment une certaine quantité de bronze pour réaliser une sculpture, que l'artiste utilise à autre chose, ce qui provoque sa disgrâce). Louis XIV paie grassement Huygens à son arrivée en France. Ce qui est intéressant, c'est que le patronage ne semble pas réellement une « option » : celui qui refuse de se placer sous la protection de quelqu'un commet une sorte de suicide social, en bravant les valeurs et pratiques dominantes. Au XVIII<sup>e</sup> siècle, la pratique du patronage commence à décliner, notamment du fait des ventes plus conséquentes d'ouvrages (les auteurs sont mieux rémunérés) et de l'apparition de formes nouvelles de financement comme la souscription. La pratique du patronage donne lieu à des pratiques particulières, comme la dédicace, apposée à l'orée de la plupart des livres scientifiques de l'époque moderne. La dédicace peut même devenir une forme de « lettre de motivation » destinée à se placer sous la protection du dédicataire : la dédicace sert à demander une pension, ou mieux, une protection plus durable.

#### Faire carrière... pour financer ses recherches

« Faire carrière » est une autre manière de « survivre » pour un savant. La plupart du temps, les savants exercent un métier, voire plusieurs, en parallèle. Les charges qu'ils occupent leur fournissent ainsi les revenus nécessaires au défraiement de leurs dépenses quotidiennes (et scientifiques). Ces charges ne sont pas toujours liées à leurs activités scientifiques. Elles sont parfois politiques, d'autres fois plus administratives. La charge par excellence, notamment au début de la période, c'est celle de professeur à l'université : ainsi André Vésale n'hésite-t-il pas longtemps avant d'accepter la chaire d'anatomie à l'université de Padoue. Enseigner en parallèle a l'avantage d'être lié avec l'activité érudite. Même, cette activité d'enseignement peut avoir une influence sur la manière de concevoir l'activité scientifique, par exemple Oronce Finé qui modifie la mise en page de ses ouvrages mathématiques afin de les rendre plus facilement utilisables de ses étudiants du Collège royal. Les bénéfices ecclésiastiques sont une seconde manière de se financer (cf. supra).

Les carrières politiques et administratives sont peut-être la formule la plus couramment utilisée. L'exemple de Lavoisier, fermier général, est l'un des plus spectaculaires, puisqu'il lui permet d'amasser une fortune considérable. Francis Bacon est chancelier de Jacques I<sup>er</sup>, poste qu'avait déjà occupé avant lui l'humaniste Thomas Moore. Un certain nombre de savants exerce des charges diplomatiques, même si ce ne sont pas les plus rémunératrices (cf. infra). Parmi ces charges politiques, les plus « pratiques » sont les charges de cour. Médecin, astrologue du roi, c'est une place en or, qui permet d'allier charges de cour et mécénat, protection politique et conditions idéales d'exercice. Michele Mercati, médecin des papes dans la seconde moitié du XVI<sup>e</sup> siècle, est un très bon exemple de cela (cf. encart).

**Michele Mercati, médecin des papes dans la Rome post-tridentine**

En 1571, ce médecin romain décrit lui-même dans une lettre à un ami naturaliste basé à Bologne combien ses activités sont nombreuses. Mercati est médecin, naturaliste et archiatre (c'est-à-dire médecin princier). Il séjourne plus de vingt ans au Palais apostolique, au service de quatre papes différents. Formé à l'université de Pise, il fait ses premières armes à la cour des Médicis. Il est mentionné pour la première fois à la cour des papes le 1<sup>er</sup> octobre 1570, dans un rôle de la *familia* de Pie V (1566-1572), succédant alors à un médecin florentin qui venait de décéder. Il est alors enregistré comme l'un des dix archiatres (huit médecins et deux chirurgiens), des très proches du pape, membres de la chambre secrète. Ils disposent d'appointments au Palais et jouent un rôle important à l'intérieur du cérémonial de cour. Pie V, en 1570, est affaibli par des affections urinaires périodiques, dont les causes échappent aux médecins de la cour. La présence médicale autour du pape est alors très importante, faisant face à un problème médical inconnu aux conséquences politiques importantes. Le pape s'avère être un patient têtu qui ne croit pas facilement aux rapports des médecins et aux conseils, préférant souvent les mortifications aux traitements thérapeutiques proposés. Autour de lui, les médecins s'opposent sur le diagnostic autant que sur les protocoles thérapeutiques à appliquer. C'est dans ce contexte particulier que Mercati arrive à la cour. Dès 1570, Mercati fréquente aussi le jardin botanique du Vatican, dont il se voit confier la direction en 1571, fonction pour laquelle il se met à chercher un peu partout des plantes réputées pour les vertus thérapeutiques. À partir de ce moment-là, dans le but d'enrichir l'*Hortus*, le médecin commence à déployer ses connaissances personnelles et à mobiliser les multiples réseaux savants, marchands, diplomatiques et religieux que sa position au centre du monde catholique lui permet d'utiliser. La correspondance avec Aldrovandi, un naturaliste bolognaise, est particulièrement intense, autour des plantes elles-mêmes mais aussi de leurs effets sur le corps et ses affections. Mercati prend d'autant plus sa tâche au sérieux que Pie V souhaite agrandir le jardin, dans le cadre d'une politique pontificale qui encourage les études en histoire naturelle, et qui remonte au XVe siècle. C'est d'ailleurs probablement parce qu'il est naturaliste, et pas seulement médecin, que Mercati est embauché par le pape : sa stature de savant est importante ; c'est aussi l'octroi de cette charge qui dut convaincre Mercati d'accepter la fonction d'archiatre, devant une tâche difficile (celle du diagnostic des infections urinaires du pape). À la cour pontificale, Mercati dresse le portrait de la figure du « bon médecin chrétien », brillant observateur, capable de déceler les signes d'une maladie mortelle et prêt à avertir à temps le patient de son état pour lui permettre de sauver son âme. Mercati, c'est un médecin de la Réforme catholique, dans une Rome particulièrement confessionnal�sée. Mercati, c'est aussi un médecin de Rome, au sens le plus large : en 1575-76, il est appelé au secours de la population romaine, quand la cité est largement menacée par une épidémie de peste qui touche l'Italie. La ville entière est mobilisée dans le but d'éviter le carnage. Mercati publie alors un traité sur le thème de la peste, qu'il adapte à l'usage de la population, l'écrivant en italien. Dans son traité, Mercati propose une systématisation des connaissances sur la peste. La partie sur le diagnostic synthétise des choses connues, parfois très anciennes. La partie concernant les remèdes est très novatrice : Mercati y décrit les plantes présentes dans l'*Hortus* pontifical et pouvant servir à soigner la peste. Cet épisode montre donc comment les deux fonctions de Mercati sont utilisées concrètement dans une entreprise de prévention médicale, à destination de la population romaine, contre un danger concret et réel, à savoir la peste. Dans les années 1580, Mercati délaisse peu à peu ses fonctions d'archiatre pour se concentrer sur sa position d'érudit en histoire naturelle. Il est même nommé en 1585 *Simplificista Vaticanus*, chargé de la réorganisation de différents lieux de savoir du Vatican et du rôle des personnes qui les animent. Désormais, son rôle semble se définir de plus en plus à partir de son engagement dans les études naturelles. Il se charge notamment de la réorganisation de la bibliothèque du pape, pour laquelle il fait acheter de nombreux ouvrages. En parallèle, il participe à plusieurs missions diplomatiques, dont il profite pour enrichir ses collections d'objets et d'ouvrages (il est notamment envoyé en Pologne). Il n'abandonne jamais vraiment son activité de médecin, et redevient même médecin du pape en 1592, après l'élection de Clément VIII, qu'il avait connu lors de sa mission en Pologne. L'exemple de Michele Mercati montre l'implantation multiple et complexe des figures médicales à la cour des papes dans la seconde moitié du XVIe siècle. Le médecin est un savant, un technicien même, mais pas que. Avec Mercati, le médecin du pape est aussi naturaliste, érudit de cour, médiateur politique, membre d'ambassades, botaniste. Ces fonctions s'entrecroisent à plusieurs reprises, dans le cadre d'un système d'équilibre interne qui change selon les pontificats tout au long des années passées au Palais Apostolique (la personnalité du pape compte pour beaucoup dans les recompositions auliques). Dans cette dynamique, la médecine occupe toujours une place importante et reste la fonction sociale par laquelle le médecin est reconnu à l'extérieur.

D'après Andretta 2013.

*De l'amateur au professionnel ? Autour d'une évolution chronologique majeure*

La place croissante des sciences dans les sociétés conduit à une professionnalisation progressive de leurs producteurs. Au Moyen Âge, la science est affaire de clercs. Elle le reste en grande part et le nombre des hommes d'Église ne décline que très progressivement. Les universités leur offrent, et de très loin, la grosse part du gâteau. Au fil de l'époque moderne, les religieux tiennent une place moins conséquente, au profit des laïcs. Il ne s'agit plus seulement de reproduire un modèle du scientifique, mais d'attirer les plus talentueux pour les retenir. Pour ces raisons, même s'il est difficile de parler de scientifiques « professionnels » avant le XIXe siècle, l'époque moderne est celle d'un processus de professionnalisation, partielle et timide certes, de la figure du savant.

Au fil de cette « professionnalisation » de la science (et des techniques), c'est l'image du savant en elle-même qui se retrouve bouleversée, du fait d'un statut nouveau, d'une lumière à laquelle leurs prédécesseurs n'étaient pas habitués. L'époque moderne donc, c'est autant l'histoire d'une professionnalisation que d'une « starification » des savants.

*La place des femmes dans l'Europe savante*

Les femmes sont-elles à la marge de la question ? Il faut bien avouer que l'on parle ici d'un monde très masculin, que l'on se place du côté des sphères de pouvoir, du côté des sphères savantes ou encore chez les intermédiaires. Néanmoins, il faut noter qu'elles bénéficient de la démocratisation de la science, en tout cas de l'ouverture au public. Dans l'Europe moderne, les femmes sont des actrices et spectatrices assez présentes de l'histoire des sciences, comme mécènes ou comme « entremetteuses » dans les salons. Même cette émergence se fait difficilement, parce qu'elle implique un bousculement important des codes sociaux, surtout dans un monde d'élites. Quoi qu'il en soit, les dernières années d'études ont mis à jour un monde oublié de l'activité scientifique des femmes, allant de la participation aux travaux des académies à la pratique des arts mécaniques.

Une inflexion chronologique est tout de même à relever. Entre 1500 et 1700, cette participation ne va que croissante. Mais, après 1700, les modifications importantes impulsées dans les milieux scientifiques et l'utilisation des sciences à des fins politiques ne sont pas spécialement favorables aux femmes. En gros, servir la science en tant qu'aristocrate dans les salons passe encore, mais pas question de voir des femmes « ingénieures » d'État. Le passage d'une conception généraliste à une conception disciplinaire et cloisonnée ne leur est pas non plus favorable. L'affranchissement des institutions universitaires, où quelques femmes comme Laura Bassi parviennent à s'imposer de façon marginale, est à partir de la seconde moitié du XVIIIe siècle remplacé par les écoles techniques spécialisées, verrouillées aux femmes : là aussi, fermeture. Autre difficulté : la fin de l'anonymat des publications (bon, en théorie tout du moins) rend encore plus difficile pour une femme l'entrée dans l'espace public comme auteure de sciences. En gros, les Lumières sont une période d'exclusion des femmes, un « nouveau Moyen Âge » en la matière.

Un point intéressant, c'est que la place des femmes dans les milieux scientifiques fait même l'objet d'une querelle mondaine et intellectuelle, à la fin du XVIIe siècle. Cette « Querelle des femmes » amène à la publication de différents traités et œuvres littéraires. La question, c'est de déterminer si oui ou non les femmes sont intellectuellement légitimes comme actrices des sciences. Le plus drôle, c'est que cette querelle arrive à un moment où la multiplication des lieux d'activité scientifique a déjà offert à des femmes des possibilités qui ne leurs étaient pas ouvertes auparavant. Mais c'est justement de ce fait que la querelle se déclenche. À une extrémité du spectre, on trouve des pamphlets comme celui de François Poullain de La Barre, *De l'égalité des deux sexes*, accréditant l'idée selon laquelle l'esprit n'a pas de sexe : pour lui, une femme est capable de réfléchir à un sujet autant qu'un homme, il n'y a donc pas de raison qu'elle soit exclu de la production et de la diffusion des savoirs. À l'autre extrémité, on trouve des satires comme *Les femmes savantes* de Molière, parodiant la prétention des femmes à rivaliser avec les hommes dans le

domaine scientifique. Le discours critique, bien illustré par la pièce de Molière, sépare un monde scientifique masculin « sérieux » d'une science mondaine, frivole, reléguée au rang de distraction, du côté féminin.

Dans un monde qui ne leur est théoriquement pas favorable, les femmes se taillent néanmoins une certaine place sur la scène (et surtout dans les coulisses) de la scène scientifique européenne entre les XVIe et XVIIIe siècles. Cette évolution par rapport à une science médiévale dont elles étaient quasiment totalement absentes (à l'exception de Christine de Pizan peut-être), les femmes participent à l'élaboration et à la propagation des grandes questions intellectuelles de l'époque. Cette place, elles se l'accordent aussi par le biais de la démocratisation des lieux de science : le déplacement spatial et réticulaire de la science leur est favorable. Peut-être aussi de manière plus symbolique, et surtout en Angleterre et en Italie, des femmes sont à la tête de l'État (Isabelle d'Este à Ferrare ; Elisabeth Ière en Angleterre) et à des postes importants. Des femmes jouent aussi un rôle de médiation et de patronage scientifique : il suffit de rappeler que c'est à Christine de Lorraine que Galilée demande intercession en 1615. Cette évolution/introduction est aussi induite par des considérations socio-philosophiques profondes : on pense que c'est par les femmes qu'une « nouvelle société », tournée vers le savoir, peut-être réalisée. Le vif intérêt des femmes pour les choses de l'esprit et pour la littérature est très certainement favorisé par la mission civilisatrice qui leur est dévolue, celle de polir les mœurs, de servir d'arbitre du goût et d'un savoir qui puisse se comprendre clairement sans être passé par les universités. Le lieu exemplaire de cette nouvelle vision des choses, c'est le salon mondain, lieu hétérosocial, où les femmes sont les bienvenues autant que les hommes, où l'esprit se manifeste en dehors (ou presque) de considérations de genre. Mais il ne faut pas oublier que, même dans les salons, c'est surtout en tant que maîtresses de maison, au sens le plus large du terme, que les femmes sont présentes.



**Jacques Louis David, *Portrait d'Antoine Lavoisier et de son épouse*, 1788, huile sur toile (extrait), New York, Metropolitan Museum of Arts**

Alors où sont les femmes ? L'idée, c'est qu'elles sont partout, mais que les historiens ne les ont jusque là pas vu, notamment du fait de la concentration sur les savants en eux-mêmes. Les femmes sont en général de ces intermédiaires invisibles, que l'on ne voit que lorsqu'on y prête attention

volontairement. Difficile, sans passer par une historiographie extrêmement spécialisée, de les exhumer. Il faut bien avoir conscience de cette omniprésence invisible. Cette présence va de la sphère domestique (les femmes sont épouses/compagnes des savants rencontrés tout au long de la période) à la sphère publique (en tant que médiatrices dans les salons mondains). En théorie donc, il suffit de faire un peu plus attention à elles. Pour les femmes qui « sortent du lot », parce qu'il y en a, il faut donc simplement avoir à l'esprit qu'elles sont des exceptions, des témoins de la difficulté à percer en tant que femme dans ce monde essentiellement masculin.

L'une de ces exceptions, c'est Katherine Jones, vicomtesse de Ranelagh (1615-1691), médecin et chimiste anglaise du XVII<sup>e</sup> siècle (ce cas a été étudié par l'historienne Michelle Di Meo, dans une étude parue en 2009). Fille d'un riche propriétaire terrien en Irlande, elle reçoit une éducation où les connaissances médicales et culinaires sont déterminantes, parce que perçues comme indispensables à une future épouse. En 1630, elle est mariée à Arthur Jones, vicomte de Ranelagh (Irlande), qu'elle accompagne à partir de là dans ses voyages à Londres. Là-bas, le couple fréquente un cercle savant, le *Great Tew Circle*, réuni autour du vicomte de Falkland (1610-1643), Lucius Cary. En 1642, Katherine Jones s'installe définitivement à Londres, qui plus est sans son mari qui doit vivre en Irlande de par ses fonctions. Rapidement, elle intègre le cercle de Samuel Hartlib, correspond avec de nombreux savants à travers l'Europe. Son frère, Robert Boyle, la rejoint à la fin de ses voyages européens en 1644 : il profite alors largement des réseaux de sa sœur pour s'intégrer dans les milieux londoniens. En pleine guerre civile, Katherine Jones s'engage auprès du Parlement, contre le roi, puis s'engage dans des projets de réforme de l'éducation. À la Restauration, elle sauve sa peau du royal courroux en faisant fonctionner ses réseaux et appuis parmi les conseillers de Charles II, notamment le Chancelier du roi. En parallèle de tout cela, Katherine mène des travaux en chimie, en médecine et en optique. Elle s'intéresse aussi à la philosophie naturelle et à son application en médecine. Elle préconise ainsi l'utilisation de plantes médicinales combinées à des ingrédients de cuisine basiques pour constituer des « médicaments » chimiques sous forme de solutions liquides et pâteuses. Elle expérimente alors ses remèdes sur les membres de sa famille, ses amis, et même sur certains membres de la famille royale. Adepte de la philosophie baconienne qui associe théorie et expérience, Katherine se fie à la théorie des humeurs de Galien et à ses propres expériences. Elle s'efforce de collecter et de tester elle-même certains remèdes en vogue au sein de l'aristocratie anglaise au XVII<sup>e</sup> siècle, ainsi les yeux de crabe, les perles et autres coraux. D'après les nombreux cas traités, notamment pour la seule année 1667 et le nombre particulièrement élevé de lettres lui demandant conseils, suggère que Katherine avait des connaissances médicales supérieures à la plupart des femmes de la haute société anglaise dans la seconde moitié du XVII<sup>e</sup> siècle. Le cas de Katherine Jones confirme qu'à l'époque moderne, la réputation d'un homme, mais peut-être plus encore d'une femme, de science se construit par le réseau, qu'il soit familial, amical, politique ou scientifique.

### *Les ingénieurs*

L'ingénieur (celui qui invente des engins, capable d'inventer) de l'époque moderne constitue un personnage aux visages multiples, une figure extrêmement difficile à appréhender, parce que fondamentalement multiforme. Grosso modo, le terme « ingénieur » couvre un spectre extrêmement large, depuis Léonard de Vinci (figure du « savant à tout faire » de la Renaissance italienne) jusqu'à l'ingénieur anonyme des ponts et chaussées de la seconde moitié du XVIII<sup>e</sup> siècle. Cette diversité dessine toutefois les contours d'une profession en construction : l'ingénieur est de plus en plus reconnu comme responsable de projets techniques avancés, mobilisant un ensemble de savoir-faire techniques, appuyés sur des savoirs théoriques : l'ingénieur, c'est à la fois le scientifique et le technicien (Hilaire-Pérez 2016a, p.111). Tout au long de la période, les ingénieurs sont employés à trois tâches principales : le génie militaire, la construction d'infrastructures civiles et les activités mécaniciennes. L'une des évolutions

chronologiques majeures autour de la fonction d'ingénieur tient à la spécialisation progressive de ces hommes, avec une inflexion assez marquée au XVIIe siècle (l'ingénieur fait partie de ces personnages qui rentrent au service de l'État, avec un statut protégé, quasiment comme des « fonctionnaires »). L'une des autres évolutions, c'est une certaine tendance à l'acquisition d'un « réalisme » dans les projets proposés.

L'ingénieur bénéficie d'un rang social élevé. Son statut de professionnel est reconnu. Il possède une véritable expertise, un savoir, qui se complexifie, s'enrichit et se transmet. Les ingénieurs compilent leurs savoirs dès le XVe siècle, à la fois dans le but de le mettre à disposition des employeurs potentiels (c'est leur CV) et dans l'idée de transmettre ces savoirs aux autres ingénieurs. L'un des biais majeurs de cette transmission, c'est le dessin technique, qui sert à l'échange de l'information entre pairs, mais aussi à accroître la réputation de l'auteur. Grâce au dessin, l'ingénieur peut attirer disciples et apprentis, mais aussi valoriser son savoir auprès de mécènes potentiels. Ces ingénieurs, dans la première partie de l'époque moderne, sont essentiellement des mercenaires, qui travaillent pour tout le monde et personne à la fois, ainsi Léonard de Vinci qui passe de Florence à Milan, puis Urbino et de nouveau Florence, en quelques années.

#### Ingénieurs militaires

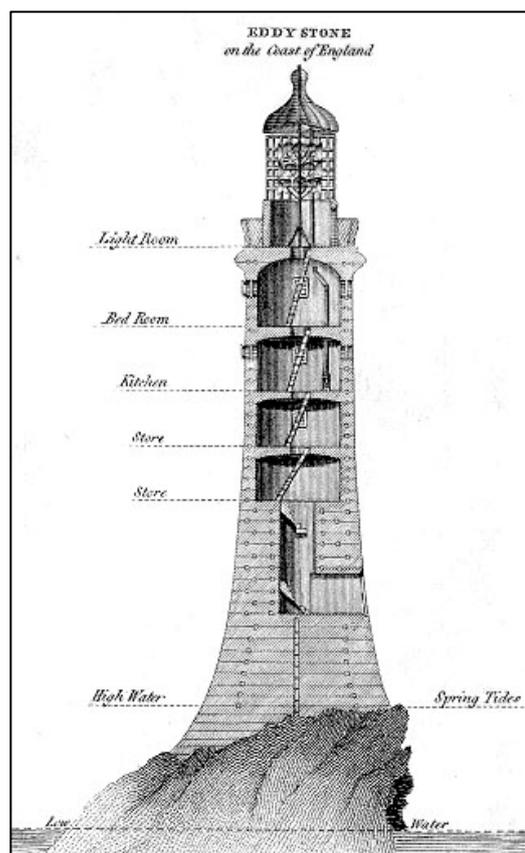
L'ingénieur militaire est une figure majeure de l'époque moderne, qui plus est *caractéristique* de l'époque moderne, parce qu'il naît avec l'artillerie et les besoins en fortifications poussées du XVe siècle et décline au début du XIXe siècle. L'ingénieur militaire apporte à l'armée une plus-value technique destinée à prendre le dessus sur l'adversaire. Cette plus-value prend des formes très larges : l'ingénieur peut être chargé de cartographier le terrain des champs de bataille avant l'heure afin de savoir où placer les soldats et l'artillerie ; il peut aussi être amené à inventer de nouvelles formes de fortifications ou de nouveaux engins d'artillerie ; il est enfin amené à gérer toutes sortes de problèmes « techniques » liés à l'activité militaire et aux aléas de la guerre. L'ingénieur militaire de la Renaissance par excellence, c'est Léonard de Vinci (cf. supra) : justement, il fait tout cela pour les *condottiere* italiens.

Au XVIIe siècle, principalement en France, les ingénieurs militaires connaissent un fort développement de leurs compétences et de leur notoriété, notamment du fait des choix militaires de Louis XIII et Louis XIV (le goût pour la guerre de siège) et de la construction d'un système défensif aux frontières. La différence est quantitative : d'une douzaine d'ingénieurs militaires attachés au roi de France sous Henri IV, on passe à 272 hommes en 1691. 1691, date importante aussi, parce qu'elle correspond à la fondation par Vauban du corps des « Ingénieurs du roi », dont l'accès est sanctionné par un examen d'entrée et la création représente une étape majeure dans la professionnalisation de ces hommes, qui deviennent ingénieurs militaires « de carrière ». Entre 1680 et la fin du XVIIIe siècle, le besoin croissant en ingénieurs militaires et la nécessité de garantir l'indépendance de leur recrutement poussent la plupart des États européens dans cette voie corporatiste. La régulation des carrières permet une homogénéisation du corps et l'assurance d'un recrutement régulier et suffisamment abondant pour satisfaire les besoins. En 1701, les Provinces-Unies fondent un tel corps, en 1713 pour Gênes (*Corpo del genio*), 1734 pour Venise, 1736 pour Naples (*Corpo degli ingegneri militari*). Une exception notable : l'Angleterre, peu marquée par cette mode de l'ingénieur militaire, aussi parce que l'armée anglaise fait encore essentiellement appel à des « mercenaires » étrangers.

## Ingénieurs civils

Les ingénieurs civils accompagnent les grands projets architecturaux et/ou urbanistiques de la période. Ils sont souvent des « appelés » du pouvoir politique pour la mise en œuvre d'un projet pensé en amont de leur action. Ainsi Machiavel fait-il part à Léonard de Vinci en 1507 d'un projet de détournement de l'Arno pour offrir à Florence un accès à la mer : Léonard est chargé d'inventer des engins de chantier assez efficaces pour mener à bien ce projet titanesque (Brioist 2013 ; Boucheron 2011). Le même Léonard de Vinci est l'auteur, pour François I<sup>er</sup> et Louise de Savoie, d'un vaste projet de chantier de la ville de Romorantin, censée à l'issue de celui-ci ressembler aux villes italiennes les plus modernes, avec un projet hydraulique comprenant un canal de liaison entre Rhône et Loire. Les ingénieurs civils sont donc les artisans de projets politiques d'aménagement. Sans eux, au-revoir ces grands projets.

Il faut souligner une exception géographique intéressante avec le cas anglais. L'Angleterre connaît une mutation différente mais importante du métier d'ingénieur. En Angleterre s'opère une distinction très nette entre ingénieries civile et militaire. Les ingénieurs militaires y sont recrutés et formés comme en France : ce sont des ingénieurs d'État. En revanche, la monarchie va laisser les ingénieurs civils avec un statut libéral. Profession libérale qui doit donc remporter des marchés pour la construction de routes, de canaux, d'ouvrages d'art. Or, c'est là la clé de la réussite anglaise : l'innovation passe par une forme de compétition entre ingénieurs. Les ingénieurs se distinguent les uns des autres par l'innovation ! Les ingénieurs civils anglais sont beaucoup en relation avec les milieux académiques ; liens étroits également avec l'artisanat mécanique. D'autres intermédiaires intéressants sont les propriétaires de manufactures : ce sont souvent eux qui ont besoin de nouvelles infrastructures. John Smeaton (1724-1792) est une figure de proue de ce mouvement de l'ingénieur civil anglais qui se distingue par l'innovation. . Fabricant d'instruments scientifiques, Smeaton va se lancer dans l'ingénierie et l'architecture en réunissant des capitaux pour des équipements de chantier et diriger lui-même des chantiers. Membre de la Royal Society, il se sert de son réseau pour réunir des capitaux, avec des sociétés par actions, pour monter des chantiers modernes et ambitieux, vitrines de son savoir faire. Son œuvre la plus célèbre, c'est la réalisation du phare d'Eddystone (cf. illustration).



En 1771, en Angleterre se forme un club professionnel qui réunit des ingénieurs civils anglais avec pour but d'agir comme un lobby, tisser des relations avec des parlementaires, des patrons de manufactures, des grands propriétaires terriens, et obtenir des marchés et devenir maîtres d'œuvre. Conséquence : en Angleterre, on relève une scission complète entre le métier d'ingénieur et celui d'architecte à la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle.

*L'artiste, un savant ?*

Les artistes peuvent être des savants, ainsi Léonard de Vinci. Ce qui est intéressant, c'est lorsque ces deux natures s'entremêlent, ou bien que l'une influence l'autre, voire que l'activité scientifique soit induite par une finalité artistique (ou l'inverse). Ainsi, Léonard de Vinci pratique des dissections et des études anatomiques très poussées, pour, au final, mieux réaliser son travail pictural : il s'agit pour lui d'étudier les corps pour apprendre à mieux les représenter. Ce goût pour l'anatomie est également présent dans les œuvres scientifiques à proprement parler : Vésale, pour illustrer son *De humani fabrica*, fait appel à un élève du Titien pour représenter les corps.

À la Renaissance se multiplient les travaux appelant à une utilisation/application des calculs mathématiques et géométriques à la réalisation d'œuvres artistiques (tant en peinture, en sculpture et en architecture). Cela rejoint l'idée que toute construction humaine doit se faire à l'échelle et à l'image de l'homme. Ainsi les artistes italiens et flamands du XVe siècle utilisent-ils des calculs mathématiques très poussés pour représenter et développer la perspective dans leurs tableaux. L'œuvre la plus connue de cet usage mathématique pour la Renaissance, c'est le tableau de la *Cité idéale*, présent dans les collections du duc d'Urbino dans les années 1480 (cf. infra). Cette utilisation savante à une considération « pratique » est théorisée dès 1435 par Alberti dans *De pictura* : pour Alberti, le peintre ne saurait se définir comme tel sans maîtriser géométrie et mathématiques. Les artistes développent aussi toute une réflexion autour de l'optique et la simulation du réel, et ce tout au long de la période moderne. Au XVIIe siècle, ce sont les peintres flamands qui réactivent ces réflexions, ainsi Van Wittel qui exporte le courant « védutiste » en Italie. Le plus représentatif de ces peintres, c'est Canaletto, qui peint au XVIIIe siècle de nombreuses « vues » des places vénitiennes, puis européennes lors de ses voyages.



**Illustration 7. Anciennement attribué à Piero della Francesca, « La città ideale », vers 1470, tempera sur bois, 67,7 x 239,4 cm, Urbino, Galleria Nazionale delle Marche.**

Les découvertes scientifiques influencent l'art, par exemple la musique. Gioseffo Zarlino (1517-1590) explique ainsi dans *Le istituzioni harmoniche* (1558) que la musique doit obéir à des règles mathématiques : la musique est une science, qui dérive de faits naturels, une mécanique des corps. Par conséquent, le compositeur doit donc être aussi mathématicien. Zarlino n'est cependant pas tout seul à penser ce rapport entre musique et mathématiques. Vincenzo Galilei, à la même époque, dénonce cette approche mécaniciste de la musique, et pense que les mathématiques ne doivent être qu'une aide pour le compositeur. La musique selon Vincenzo Galilei doit être étudiée et pensée pour elle-même, le compositeur devant être libre : la musique, c'est une création sensible. Ce débat autour de la nature mathématique de la musique dure jusqu'à la fin de la période : Rameau et Rousseau s'y frottent encore dans la seconde moitié du XVIIIe siècle.

Des techniciens font de l'art une manière de montrer, de mettre en œuvre (littéralement) leur travail, ainsi avec les automates : Pierre Jacquet-Droz, horloger suisse, fait un tour d'Europe pour faire la démonstration de ses trois automates (l'écrivain, le dessinateur et la musicienne). Or, c'est à la suite de

cette tournée que Jacquet-Droz s'assure une fortune commerciale considérable, vendant à tour de bras horloges, montres et coucous. Il vend même des produits jusqu'en Chine !

L'art enfin peut-être une manière pour les scientifiques d'exprimer leur réflexion disciplinaire. Ce n'est pas, comme avec Léonard, l'artiste qui se fait savant, mais l'inverse. Honoré Fragonard (1732-1799), professeur d'anatomie à l'école vétérinaire de Lyon, se fait ainsi la spécialité de la réalisation d'écorchés anatomiques à taille réelle. Le professeur pousse une réflexion sur la représentation de l'anatomie, avec une connaissance volontairement infime du corps humain. Or, ce sont des vrais cadavres qui finissent en représentation macabre : Fragonard dissèque des cadavres pour ses études, puis les conserve. Il développe pour cela des techniques nouvelles de conservation des corps : le corps conservé devient une figure à montrer.

#### Les « invisibles » des sciences et des techniques

La question de l'identité de la production des savoirs est complexe. La tendance à l'héroïsation des savants a longtemps fait oublier un ensemble d'acteurs qui gravitent autour d'eux. Avant les intermédiaires des sciences (des gens qui ne sont pas nécessairement inclus dans le processus intellectuel de production des savoirs en eux-mêmes), il s'agit ici de parler des « invisibles », très proches des savants, mais qui ne sont le plus souvent pas nommés ni identifiés. Avec les intermédiaires, ce sont eux qui sont apparus avec l'historiographie de ces vingt dernières années !

#### *Assistants et apprentis*

Les assistants et les apprentis sont appelés de différentes manières. Dans le laboratoire de Robert Boyle, ils sont les *operators*, *workmen*, *servants* ou *laborants*. Les assistants de Boyle sont employés sur une base contractuelle, ou bien sont des employés de maison qui donnent également un coup de main au laboratoire de temps en temps. Leurs tâches sont déterminées selon leur niveau de compétences et d'expertise : le plus souvent, ils sont les muscles de la pratique scientifique, ce sont eux qui préparent les expériences, déplacent et réparent les machines. Ces assistants, toujours dans le laboratoire de Boyle sur lequel la documentation est la meilleure, travaillent essentiellement sous la direction du savant lui-même. Ces assistants sont des invisibles, dans la mesure où ils ne disposent d'aucune crédibilité et d'aucun crédit en tant que producteurs du savoir. La plupart du temps, il est d'ailleurs presque impossible de retrouver leur trace...

Le « besoin » en assistants se fait réellement ressentir à la fin du XVII<sup>e</sup> siècle, avec le développement de projets d'envergure comme l'observatoire de Tycho Brahé. Ces lieux de science sont alors des complexes scientifiques, des « laboratoires » au sens humain du terme, c'est-à-dire des équipes de recherche. Pendant longtemps, l'astronomie reste la discipline la plus gourmande en assistants/techniciens.

Assister peut aussi être un mode de formation des savants, sous la forme traditionnelle et alors extrêmement répandue du compagnonnage. L'apprenti suit les traces de son maître jusqu'à être capable de voler de ses propres ailes. Robert Hooke entre ainsi dans les équipes de Boyle en 1664/5, introduit par son ancien maître, Thomas Willis, un autre membre de la Royal Society. Hooke ne semble pas avoir jamais validé son diplôme à Oxford, en dehors de sa maîtrise ès arts (1663). À Oxford cependant, il rencontre un petit groupe de gens brillants qui se retrouveront rapidement à la Royal Society, professeurs et étudiants d'ailleurs (dont Boyle). Auprès de Robert Boyle, Hooke se voit apprendre à améliorer un instrument scientifique nouveau. Hooke a la chance de travailler à l'élaboration de la pompe à air. Cependant, il est très difficile de déterminer le rôle de l'apprenti dans le processus de fabrication et d'amélioration de la pompe à air. Ce qui est certain, c'est que Hooke est alors payé par Boyle au même titre qu'un assistant, et que cette position l'empêche, quoi qu'il arrive, d'avoir des prétentions sur la

parenté de l'instrument. Ce qui est intéressant, c'est que l'apprentissage auprès de Robert Boyle sert à Robert Hooke pour faire ses classes : c'est un premier pas dans le monde des savants pour lui, une manière de se former autant que de s'introduire dans les réseaux.

#### *Graveurs et illustrateurs*

Le savant illustre rarement lui-même ses ouvrages : il fait appel à un intermédiaire, plus ou moins artiste, souvent un graveur, parfois dessinateur. L'illustrateur, c'est celui qui crée des images pour des ouvrages. Cette définition « conventionnelle » du rôle d'illustrateur scientifique recoupe deux difficultés. D'abord, la question du rôle et de la fonction des différents participants dans le processus de la création d'image. Ensuite, l'appréhension (difficile) de la contribution intellectuelle de ces intermédiaires dans le processus de construction des savoirs et d'édition des ouvrages.

Les premiers imprimés scientifiques montrent déjà une grande diversité dans l'illustration. Les images sont alors copiées d'images préexistantes (manuscrites), ce qui atteste déjà d'une grande capacité technique à être précis. Mais l'image est alors encore secondaire, notamment en histoire naturelle et dans les ouvrages anatomiques. Ce sont l'*Herbarum vivae eicones* d'Otto Brunfels (1530), puis *La fabrique humaine* d'André Vésale, qui font la « révolution de l'image ». Dans le cas du second, il n'est pas anodin que ce soit un élève du Titien lui-même qui soit chargé des quelques 400 planches d'illustrations à réaliser pour l'ouvrage : il faut quelqu'un qui sache représenter le corps dans les moindres détails. Rapidement, l'illustrateur est introduit comme un intermédiaire indispensable, un maillon très important de la chaîne de communication scientifique. L'illustrateur, c'est une forme d'interprète du discours scientifique. Dès le début du XVIIe siècle, les noms des individus impliqués dans le processus illustratifs sont souvent inscrits en bas de leur œuvre, suivis d'abréviations qui donnent leur rôle (*pinx.* pour un peintre ; *del.* pour un dessinateur ; *sculp.* ou *sc.* pour un sculpteur). Les techniques utilisées (gravure, lithographie, etc.) commencent aussi à être mentionnées. Ces mentions de ces intermédiaires invisibles restent cependant cantonnées à un certain type d'illustrations, les plus techniques et les plus prestigieuses (dans la plupart des cas, l'illustrateur n'est considéré que comme une petite main obéissante, qui reproduit un modèle préparé par le savant lui-même : dans ces cas, l'expertise de l'illustrateur n'apporte rien à l'image).

Il semble que l'illustrateur ne soit pas le moins bien rémunéré des invisibles, puisque l'illustration en elle-même est un poste de dépenses très important dans le processus d'édition scientifique. Une étude des livres de comptes d'un imprimeur anversois du XVIIe siècle, Plantin-Moretus, montre que le coût de l'illustration représente en moyenne 75% du coût total d'édition ! Les prix varient alors en fonction des techniques utilisées, des détails demandés par le savant ou l'imprimeur, ainsi que des matériaux utilisés pour la matrice. L'un des enjeux tient donc logiquement à la diminution de ce poste trop important de dépenses. L'une des méthodes, c'était de racheter des matrices de seconde main à d'autres imprimeurs : ainsi en 1659, Plantin-Moretus achète environ 3200 matrices gravées (des plantes) à un autre imprimeur d'Anvers. C'est pourquoi les ouvrages montrent souvent des images plus que semblables, parfois pour montrer des choses différentes (c'est encore plus vrai pour les plus petites illustrations).

#### Les intermédiaires des sciences et des techniques

Le rôle des « intermédiaires » dans la mise en place des connexions de toutes sortes fait l'objet d'une attention croissante de la part des chercheurs depuis une trentaine d'années. L'intermédiaire, c'est celui qui intervient, de différentes manières, autour du savant, sans prendre une part directe dans la production des savoirs : protecteurs, mécènes, imprimeurs, entremetteurs... sont autant d'intermédiaires qui font partie de la nébuleuse scientifique. Le premier ouvrage consacré entièrement aux intermédiaires vus dans une perspective d'histoire des sciences ne paraît qu'en 2009, sous la plume de Simon Schaffer : *The Brokered world: go-betweens and global intelligence, 1770-1820* (Sagamore Beach, 2009). L'idée, c'est de s'intéresser à la fabrication, à la communication et à la reconfiguration des savoirs grâce aux activités des

intermédiaires et aux connexions globales que ces derniers ont pu établir. Il s'agit de replacer ces hommes et ces femmes dans une vision systémique et réticulaire de l'histoire des sciences, d'aller au-delà de l'héroïsation de la figure du scientifique. L'intermédiation recoupe des situations extrêmement larges, en fonction du type d'intermédiaire, de l'identité de celui-ci mais aussi de la nature de l'intermédiation. Certains intermédiaires ont fait de ce statut un métier ; pour d'autres, c'est une activité ponctuelle, mais régulière ; pour certains, c'est l'histoire d'une fois, un « service rendu » en quelque sorte. Ici, il s'agit de retracer les parcours de certains de ces intermédiaires à travers des types de fonctions remplies.

#### *Imprimeurs et milieux scientifiques*

L'imprimerie implique non seulement des investissements préalables importants (une presse, ça coûte cher), mais aussi des gens. Un atelier d'imprimerie est dirigé par un éditeur ou un imprimeur, quand ce n'est pas la même personne. Il fonctionne grâce à des équipes, des petites mains, qui fabriquent les caractères mobiles, préparent les plaques. Imprimer aussi demande du papier, qu'il faut produire, acheminer, utiliser, remployer parfois. Là aussi, des gens sont impliqués. Dans la plupart des cas, tout ce petit monde n'est pas scientifique (ce sont des techniciens en revanche). Cependant, ces imprimeurs, par les yeux desquels il s'agit ici de regarder, sont des intermédiaires de la science, et, surtout, des techniciens, des machinistes, des inventeurs même lorsqu'il s'agit de faire évoluer les techniques d'impression de manière à coller aux demandes et besoins éditoriaux.

Au XVI<sup>e</sup> siècle, que ce soit vrai ou non, l'imaginaire collectif consiste à affirmer que l'imprimeur est riche. L'appât d'un gain que l'on imagine facile explique en grande partie l'intensité des activités d'édition et de publication des presses italiennes de la Renaissance. Autour des années 1530, Érasme évalue le bénéfice annuel net d'Andrea Torresani\* à mille ducats, et sa fortune personnelle à cent mille. Plus important encore, dans une société aux couches beaucoup plus imperméables que la notre, rien n'empêchait aux novices de tenter leur chance, car l'industrie typographique avait crû trop vite pour être assujettie aux règlements qui régissaient les métiers au Moyen Âge. Se faire imprimeur, toujours d'après Érasme, était bien plus facile que de devenir boulanger. Cette facilité d'accès explique l'étonnante diversité sociale du monde de l'imprimerie au XVI<sup>e</sup> siècle. Mais c'est aussi un milieu où les ateliers ne résistent pas tous au temps : les ateliers ouvrent et ferment avec un rythme effréné. Ils étaient si petits qu'il est parfois difficile de retrouver leur trace ou leur propriétaire. Mais quelques grandes figures émergent tout de même.

Un imprimeur italien de la fin du XV<sup>e</sup> et du début du XVI<sup>e</sup> siècle est particulièrement important à Venise, notamment pour ce qui est de la diffusion de la culture humaniste : c'est Alde Manuce. Mais plutôt que de développer cette exemple à la marge chronologique du sujet, on peut développer celui de l'un de ses fils, Paul (1512-1574), héritier de l'entreprise familiale. Comme son père l'avait été, Paul est autant humaniste qu'imprimeur et éditeur, et ses travaux ont été longtemps estimés de ses contemporains. De Paul Manuce, il reste entre autres sa correspondance, divisée entre les lettres qu'il a recueillies et publiées lui-même et les lettres d'archives. Dans les premières, le monde de l'imprimerie apparaît assez négativement comme celui du négoce. Manuce humaniste y dénigre beaucoup son activité « pratique », qui selon lui l'empêche de se livrer à l'art de la pensée. Ce qu'il implique par là, c'est que l'activité d'imprimeur est une réalité économique et sociale : un éditeur, a fortiori s'il s'occupe lui-même d'imprimer ses livres, ne peut se dispenser d'être un bon gestionnaire et de respecter un certain équilibre comptable, qui lui permettra au moins de vivre correctement ; réalité sociale, celle de la *buona reputazione* de son affaire, qui se doit au moins de faire honneur à la *fama* de l'illustre père de Paul. Le métier d'imprimeur est aussi une réalité technique, liée aussi à la *buona reputazione* : il ne s'agit pas seulement d'imprimer des livres à la chaîne, de mauvaise qualité, mais d'être reconnu par un travail de qualité, d'élite même. Ainsi dans sa correspondance avec son fils et futur successeur, Paul Manuce insiste longuement

sur le choix des caractères, de la mise en page, la qualité du papier, le format, les éprouves, le choix du titre, les relations avec l'auteur, mais aussi les problèmes posés par les ouvriers, le nombre de presses à utiliser. Dans les lettres aux auteurs, ainsi ces détails techniques apparaissent. Alors que Marc Antoine Natta, rédacteur d'un commentaire des *Lois* de Cicéron, fait appel aux services de Manuce en 1557, Manuce lui renvoie une lettre détaillant longuement les divers choix de caractères possibles, en fonction du résultat matériel et des coûts que chaque choix implique. La taille de l'ouvrage est aussi abordée. Tous ces détails techniques ont donc des conséquences scientifiques (sinon l'auteur ne serait pas impliqué), sociales et économiques. Ce rapport à la chose économique du livre existe dans l'atelier de Manuce pour l'ensemble des clients, même les plus prestigieux : ainsi le pape Pie IV lui demande-t-il d'imprimer (il s'est alors installé à Rome) une série d'exemplaires d'un traité de théologie à bas prix, ce qui le chiffonne un peu (Giroton 2010).

On le voit bien avec l'exemple de Paul Manuce, l'activité d'imprimeur, activité technique, est liée à bien des égards à l'activité scientifique, par l'identité de l'imprimeur d'abord, par le lien entre la matérialité du livre et la 'spiritualité' des savoirs ensuite. Ensuite, l'imprimeur est lié aux pouvoirs politiques, qui lui commandent des éditions d'ouvrages, avec des contraintes (ou des largesses pourquoi pas) économiques, liées elles-mêmes à des questions de public et de réception (un ouvrage bon marché se diffuse plus largement, CQFD). Enfin, et c'est là le dernier point important, le métier d'imprimeur se rattache à une société, ou plutôt à des sociétés imbriquées. L'imprimeur est associé aux sociétés scientifiques et politiques en tant que serviteur. Dès la fin du XVe siècle se développe aussi une sorte de corporation des imprimeurs, qui se connaissent, s'admirent, rivalisent d'innovations et de succès commerciaux. Catherine Kikuchi a récemment montré que les imprimeurs vénitiens formaient une réelle communauté de métier (remplissant les critères de communauté économique, d'identité reconnue par la société et les pouvoirs publics et de vie collective rythmée et établie). À Venise, l'organisation par les pouvoirs publics du métier d'imprimerie comme faisant partie des *arti* déclarés apparaît au XVIe siècle comme un moyen de répondre à une demande de livres de meilleure qualité. Concrètement, fonder une corporation permet de créer une instance ayant juridiction sur tous les imprimeurs et libraires exerçant à Venise. Ainsi, au XVIe siècle, il devient impossible d'exercer le métier d'imprimeur sans avoir obtenu un certificat de compétence, après un examen par des experts, ce qui explique en partie la diminution progressive du nombre d'ateliers. À Venise, ce rapport avec les pouvoirs publics est aussi celui de toute corporation technique. La comparaison avec les verriers n'est pas dénuée de sens. L'imprimerie comme la verrerie sont deux activités liées fortement à l'innovation technique, hautement stratégiques pour l'économie et l'image de Venise. Les verriers de Venise disposent d'une corporation forte, qui empêche largement l'implantation d'étrangers, malgré la volonté étatique de cette implantation (pour l'introduction d'innovations techniques). Au contraire, les imprimeurs, assez peu organisés en tant que corporation (celle-ci n'a d'ailleurs à Venise pas d'existence légale), sont un milieu assez poreux, où les étrangers sont légion. Or, dans le milieu de l'imprimerie vénitienne du premier XVIe siècle, l'innovation technique est la règle, quand le traditionalisme productif est l'exception ! (Kikuchi 2016, p. 139-152). À Venise, cette implantation étrangère, cette circulation des techniques de production de l'imprimerie, est voulue directement par les pouvoirs publics, qui y voient une richesse économique et symbolique. Les imprimeurs, techniciens indispensables à la diffusion des connaissances scientifiques, sont devenus des intermédiaires si importants qu'il s'agit de les attirer !

#### *Artisans et fabricants d'instruments*

L'artisan est intéressant car il est à la frontière des sciences et des techniques : intermédiaire, il peut aussi tout à fait devenir un acteur « direct » des sciences. Historiographiquement, l'artisan est une figure appréciée de la nouvelle historiographie des sciences, parce qu'il permet de faire le pont entre histoire des sciences et histoire des techniques : c'est une « figure hybride » de l'une comme de l'autre. C'est Steven

Shapin qui a pointé ce manque historiographique, avec un ensemble de personnages invisibles comme les techniciens.

La fabrique d'instruments en tant que marché technique spécialisé apparaît au XVII<sup>e</sup> siècle. Les fabricants d'instruments sont en général issus des artisanats métallurgiques, comme les tourneurs ou les graveurs, mais aussi des horlogers. La plupart des instruments fabriqués sont des instruments de navigation et/ou d'astronomie, compas et astrolabes principalement. Au XVII<sup>e</sup> siècle, ce sont les artisans liés à la fabrique du verre qui prennent une importance croissante, avec les instruments nouveaux impliquant des lentilles et des réservoirs à liquides. Ce qui est intéressant, c'est que l'artisan ainsi conçu n'est pas que fabricant d'instruments, il est aussi fabricant d'objets de la vie quotidienne (par exemple, un artisan va fabriquer beaucoup plus de lunettes de vue que de lentilles de télescope !). Pour ces artisans, la fabrique d'instruments n'est donc qu'une activité secondaire. Aussi, ils n'ont la plupart du temps aucun point commun avec les savants : ce sont des artisans passés par l'apprentissage et le compagnonnage, qui viennent de milieux sociaux urbains mais sans grande fortune (c'est la *gentry* anglaise décrite par Liliane Hilaire-Pérez). Parfois, certains d'entre eux percent dans l'activité scientifique, ainsi Francis Hauksbee, fabricant d'instruments pour les activités de la Royal Society, qui en devient membre en 1706 par l'intervention d'Isaac Newton. Au XVIII<sup>e</sup> siècle, ces fabricants d'instruments se spécialisent progressivement, cette activité devenant leur activité principale, au point qu'ils bénéficient d'un statut social un peu plus élevé, notamment dans les milieux londoniens. Sur ce sujet, il faut citer Richard Sorreson, auteur de *Perfect Mechanics : Instrument Makers at the Royal Society of London in the Eighteenth Century* (Boston, 2013).

#### *Pouvoirs princiers et pratique scientifique*

Le prince est un intermédiaire politique un peu particulier : il est à la fois acteur, objet, sujet et à l'origine de l'impulsion d'un certain nombre de politiques scientifiques.

La capacité à être « savant » au sens de capable de produire une réflexion scientifique propre est secondaire pour les princes de l'époque. Un prince scientifique ne serait qu'une exception. Globalement, le programme se scinde en deux parties chronologiques de ce point de vue : à la Renaissance, ce sont des princes lettrés, éventuellement érudits mais surtout « amateurs » ; à l'époque classique/baroque, ce sont de véritables chefs d'États, plus pragmatiques, qui voient surtout en la science une manière de gagner du terrain politiquement (ou symboliquement) sur l'adversaire. Les souverains voient surtout en la science des applications pratiques potentielles, un gain politique et/ou économique. Dans cette optique, les universités leur paraissent peu utiles : leur savoir est trop théorique pour être rapidement exploitable. Le prince est donc l'acteur principal de la constitution d'entités scientifiques nouvelles, dans un but plus ou moins intéressé.

Pour prix de leur protection, les princes demandent aux lettrés leurs conseils. C'est à la cour que naît ainsi la pensée politique moderne. Trois notions essentielles se dégagent de ces « conseils » : raison d'État, souveraineté et contrat, rompant toutes trois avec la conception féodale du pouvoir. Ce sont donc les penseurs, les savants, qui amorcent et achèvent la mutation politique depuis l'État féodal jusqu'à l'État moderne. Mais, au-delà du conseil, les princes attendent des savants, scientifiques et techniciens (surtout de ces derniers d'ailleurs), de les aider à asseoir leur pouvoir et à « briller » dans le concert des États européens. En effet, les princes développent une réelle politique scientifique, qui passe par l'amélioration technique (guerre, marine, cartographie, architecture militaire...) mais aussi par l'utilisation de ces techniques à des fins représentatives : c'est par la maîtrise des techniques que l'on émerveille et que l'on surpasse le voisin. À ce titre, l'utilisation politique des savants correspond à une évolution politique caractéristique de la période, à savoir la curialisation et la sédentarisation du pouvoir royal. Il ne s'agit plus seulement de résider, d'accueillir et de gouverner, mais aussi de dire et d'exprimer la puissance du prince.

C'est dans cette optique que les princes deviennent de réels intermédiaires, financiers et protecteurs des sciences et des techniques.

*Milieus politiques et milieux savants : vers une confusion des genres*

Dès le XVI<sup>e</sup> siècle, mais avec une force bien plus grande à mesure que se renforcent les liens de la république des lettres, les « cercles savants » mêlent science et politique. Chacun peut devenir intermédiaire, protecteur, chacun peut aider à un moment où à un autre un savant dans le besoin. Mieux, les savants eux-mêmes peuvent devenir des intermédiaires et des protecteurs. Tout cela se mélange, en fonction des circonstances : les savants font partie d'un réseau, où leur statut est plus ou moins important à la fois en fonction du moment et de la nature de l'interlocuteur.

Ces liens politico-scientifiques passent tous ou presque par les correspondances. Elles sont aussi un vecteur de l'information, quelle que soit la nature de celle-ci. Certains échanges épistolaires ont un ton personnel, d'autres un caractère nettement plus politique, surtout lorsqu'elles traversent les frontières. Une correspondance érudite agit en relation avec les voies de communication plus officielles. Par elle, on peut apprendre beaucoup du monde dans lequel s'insèrent les savants, et de la manière dont ils s'y insèrent. Ainsi la correspondance entre Gilles Ménage et de Louis Nublé (1603-1686), avocat en Parlement à Grenoble, entre 1644 et 1647. C'est une correspondance érudite et mondaine : Ménage envoie à Nublé des nouvelles de la vie parisienne, Nublé envoie à Ménage des nouvelles du Dauphiné, tient son ami informé de ce qui se passe à Grenoble. En 1645, cette correspondance érudite et amicale prend un tournant plus politique. Lozières, intendant du roi, avait été envoyé dans le Dauphiné pour récupérer des taxes impayées, parfois avec une certaine brutalité. Lors de l'une de ses expéditions fiscales, il s'était heurté à un baron, Monsieur de La Salle, qui avait sonné le tocsin pour créer une émeute à l'arrivée des soldats. Lozières poursuit ledit baron en justice. L'affaire est hautement politique : l'intendant affronte la noblesse du Dauphiné, le rapport de force au parlement est largement défavorable à l'intendant. Dans cette affaire, c'est justement Louis Nublé qui sert de secrétaire à l'intendant harcelé de critiques. En défendant Lozières au Parlement, il se sert de ses relations parisiennes (Ménage donc) pour pistonner Lozières à son tour dans les coulisses. Ces lettres, qui assurent les arrières de l'intendant à Paris, ont un ton différencié selon le public auquel elles sont destinées. Ainsi le 9 juillet 1645 Nublé envoie-t-il trois lettres différentes à Ménage. La première est formelle, destinée à être passée au Chancelier Séguier. La seconde est adressée à Ménage, avec la ferme intention d'être rendue « circulaire » en faveur du placement de Lozières à Paris. La troisième est personnelle, plus intime : l'affaire Lozières n'y est même pas évoquée, Nublé préférant parler poésie avec son ami lettré. Autrement dit, une fois l'affaire politique et l'intermédiation passées, l'amour des lettres et du savoir reprend ses droits !

Pour Richard Maber, il semble que ces trois lettres datées du même jour résument parfaitement la manière dont les réseaux de correspondance érudits peuvent être en corrélation étroite avec l'administration de l'État, tout en gardant leur indépendance. Le public est différencié selon la teneur de l'affaire abordée. De même, l'érudition n'est absolument pas le seul sujet de la correspondance. Enfin, les réseaux d'érudits servent également de réseaux politiques : ainsi le lien avec le chancelier Séguier, mais aussi la capacité de Ménage d'assurer la « reconversion » d'un intendant, qui semble-t-il n'avait rien d'un scientifique (Mabert 2015).

*Les ambassadeurs, des figures omniprésentes et oubliées*

L'ambassadeur est une figure à la fois très ancienne et profondément renouvelée de l'histoire moderne. Il correspond à bien des égards à l'esprit de la question au programme : « voyageur » par nature, il se déplace de cour en cour, exerce des fonctions politiques, mais aussi culturelles, du fait de ses instructions autant que de ses préoccupations naturelles. Il peut rester quelques jours comme plusieurs années, et, dans le cas des ambassadeurs résidents, tisser des liens professionnels et amicaux avec des

membres de la cour et/ou des cercles urbains visités. L'ambassadeur est un passeur culturel, un homme étranger qui apporte potentiellement quelque chose partout où il est envoyé (et ramène d'autres choses dans son propre pays quand il rentre). Il est une manière de « diffuser » les savoirs, que ce soit matériellement (il transporte des livres) ou oralement. Il est aussi une manière de « capter » les savoirs : l'ambassadeur est aussi un espion, envoyé souvent pour étudier les nouveautés de tel ou tel pays dans tel ou tel domaine.

Pour l'historien, cette figure est pratique : l'ambassadeur écrit énormément, avant, pendant (dépêches diplomatiques) et après sa mission (relation d'ambassade). Il est donc un témoin privilégié, même si « guidé » par ses hôtes, de ce qu'il se passe dans les cours et les cercles érudits des pays dans lesquels il y est envoyé. Pour les plus « professionnels » d'entre eux, ils ont même le recul nécessaire au comparatisme : ils savent les points communs et les différences aux différents espaces.

Qui sont les ambassadeurs ? La plupart sont des nobles, membres de la cour qui envoient. Une partie substantielle (environ 1/3 au XVI<sup>e</sup> siècle) sort des rangs du clergé. Quelques uns sont des bourgeois, le plus souvent pour les ambassades les moins prestigieuses. Surtout, une partie au moins d'entre eux a une appétence particulière pour la science, ne serait-ce que du fait de leur éducation (ils ont tous bénéficié d'une certaine formation littéraire, juridique, théologique, etc.). Certains sont même des savants, proches du prince, protégés par des liens de mécénat ou détenteurs de charges prestigieuses (les doyens de facultés, présidents d'université et/ou de collèges, académiciens). Toujours, la nature socio-professionnelle de l'ambassadeur correspond à sa mission la plus importante : aussi, quand un savant est envoyé, on est en droit de poser la question de la mission « scientifique » de l'ambassade.

L'un de ces ambassadeurs, c'est Guillaume Pellicier, évêque de Montpellier, ambassadeur de France à Venise de 1539 à 1542. Guillaume Pellicier grandit près de Montpellier, sous la surveillance de son oncle, l'évêque de Maguelonne. Pellicier fréquente diverses écoles de France et d'Italie, parcourt le vaste cercle des études qui constituaient l'érudition du XVI<sup>e</sup> siècle. Il apprend le latin, le grec, le syriaque et l'hébreu : il passait d'ailleurs pour l'un des meilleurs latinistes de son temps. Cette connaissance de la langue latine, il l'emploie à la réinterprétation des savoirs antiques et à l'histoire naturelle, notamment autour d'une édition des œuvres de Pline l'Ancien. Conseiller de Guillaume Rondelet, l'un des naturalistes les plus connus de l'époque, reconnaît volontiers le rôle majeur de Pellicier dans la tenue de ses travaux sur les animaux (notamment le poisson). Ces travaux, il les finance par le biais de bénéfices ecclésiastiques, obtenus non sans l'appui de son oncle. Après avoir été chanoine, il remplace son oncle à la tête de l'évêché de Maguelonne. À peu près à la même période, il s'attache l'affection de Marguerite d'Angoulême, reine de Navarre et sœur de François I<sup>er</sup>, très intéressée par son érudition. En 1529, il fait partie des prélats chargés d'accompagner Louise de Savoie à la signature du traité de Cambrai (la « paix des Dames »). En 1533, le roi le rencontre lors d'une visite à Montpellier, puis Pellicier suit la cour à Marseille, sommet diplomatique où il peut rencontrer Clément VII, assister au mariage de Catherine de Médicis et du futur Henri II : il s'y assure la fonction d'évêque de Montpellier. Guillaume Pellicier se rend à Rome, où il reste de 1534 à 1537 : il y consacre tout son temps à l'étude de l'antiquité et au commerce des savants italiens. Parfait courtisan, il s'insère dans les bons réseaux, se fait nombre d'amis et de connaissances parmi les milieux intellectuels et politiques italiens. À Rome, il rencontre l'imprimeur vénitien Paul Manuce, qui s'intéresse alors déjà à l'édition des correspondances de Cicéron. En 1538, lorsqu'il s'agit de trouver un nouvel ambassadeur de France à Venise, Pellicier paraît le candidat idéal. Les ambassadeurs à Venise étaient notamment chargés de récolter des manuscrits grecs et latins venus d'Orient, afin de les envoyer à la bibliothèque du Collège royal (alors tenue par Guillaume Budé). Érudite autant que familier des milieux diplomatiques, le choix de Pellicier paraît évident. Le moment est certes difficile (toute l'Europe est aux portes de la guerre et Charles Quint menace d'exploser à tout moment),

mais la « diplomatie » naturelle de cet homme de lettres semble idéale. À Venise, Pellicier retrouve les cercles savants, notamment de langue grec (les savants orientaux réfugiés à Venise par le biais du Stato da Mar), mais aussi son ami imprimeur, Paul Manuce. Il passe son temps entre ses occupations politiques (relations avec le Sénat vénitien) et ses occupations savantes. Ambassadeur (intermédiaire politique), mais aussi savant, il se sert de ses fonctions politiques pour protéger ses amis, notamment Manuce, quand celui-ci a des problèmes judiciaires en 1541. Pellicier écrit alors une lettre à Guillaume du Bellay, gouverneur du Piémont pour François I<sup>er</sup>, et recommande Manuce à Du Bellay, et par extension au roi de France. L'intermédiation fonctionne : en 1542, c'est à François I<sup>er</sup> que s'adresse l'imprimeur et érudit vénitien dans la préface de son second volume des *Correspondances* de Cicéron. Guillaume Pellicier donc, c'est un érudit, qui se sert de ses réseaux politiques pour occuper des fonctions diplomatiques, mais pas n'importe lesquelles : celles qui correspondent à ses activités scientifiques. Voyageur, il est parfaitement inséré dans les cercles savants et les cercles de cour. Intermédiaire en tant qu'ambassadeur, il se sert de ses charges et réseaux politiques pour « rendre service » à des amis érudits, se transformant lui même en une sorte de « patron » scientifique.

#### Des scientifiques aux charlatans : l'exemple des professions médicales

La médecine est un bon exemple pour montrer les paradoxes de la diffusion des sciences et des techniques à l'époque moderne. Les progrès considérables dans la connaissance anatomique et physiologique, tout au long de la période, n'infusent en réalité que peu auprès des populations. Autrement dit, au XVIII<sup>e</sup> siècle, les gens ne sont pas mieux soignés qu'au XV<sup>e</sup> ! Cela amène à rappeler aussi que les savants « héroïsés » ne sont qu'une élite plus ou moins isolée, absolument pas représentative de l'époque et de la société prise dans son ensemble.

*Les médecins* sont formés dans les universités. Leur formation est contrôlée par des universités réputées, mais on forme aussi (surtout) des médecins de très mauvaise qualité. On apprend des textes anciens. La formation repose en fait sur la volonté propre de l'étudiant en médecine de perfectionner ses savoirs. Les médecins doivent être bons pour faire carrière : les clients prestigieux sont exigeants. On est recruté sur la réputation (le CV). D'autres médecins ont des carrières plus fluctuantes, au service des villes par des systèmes de contrat ou d'abonnement. Desserte des hôpitaux ; chargés de l'hygiène publique. Problème des universités moins prestigieuses qui délivrent des grades de médecins avec une formation plus ou moins sérieuse. Au XVII<sup>e</sup> siècle, les États cherchent à fixer un cursus universitaire type. En France, c'est un édit de Louis XIV de 1707 qui fait le taf et règlemente les études de médecine (on demande aux professeurs d'être présents aux cours ; on demande la présence des étudiants, et de faire des études d'au moins trois ans ; on oblige les universités à lier théorie et pratique, notamment par la dissection).

*Les chirurgiens.* La chirurgie a longtemps été dépréciée par rapport à la médecine. Formation fondée sur l'apprentissage. Les découvertes anatomiques du XVI<sup>e</sup> siècle profitent à la médecine en général, pas à la chirurgie en particulier. La prise de conscience de la nécessité d'une formation académique encadrée est très tardive. En France, il faut attendre 1691 pour que l'État sépare la fonction de chirurgien et de barbier. 1745 en Angleterre. Les académies de chirurgie, qui forment des chirurgiens, apparaissent dans la seconde moitié du XVIII<sup>e</sup> siècle (en France, fondation de l'Académie royale de chirurgie en 1748). Métier de chirurgien comme médecins : grande variété de situations. Les grands chirurgiens sont des pontes, qui maîtrisent parfaitement l'anatomie. Dans les campagnes, des chirurgiens font la barbe et quelques opérations enseignées oralement. Sans parler d'outillage ! Le seul pays qui connaît vraiment des avancées, c'est l'Angleterre, avec l'action de John Hunter (1728-1793), qui forme toute une génération de chirurgiens anglais. Hunter va récuser en doute tout le savoir anatomique jusqu'à lui. En 1764, il ouvre une école d'anatomie à Londres et va multiplier les dissections. Il achète également énormément de

spécimens (14 000 spécimens dans l'école à sa mort). Il compile et vérifie pour avoir des données sûres et fiables. Méthodes d'enseignement extrêmement fiables ; formation de médecins et chirurgiens extrêmement brillants. Parmi les élèves de Hunter, l'inventeur de la vaccination.

*Les sages-femmes* (ou matrones). Les sages-femmes ne servent pas à grand chose d'autre qu'à encourager. Elles récitent des formules magiques. Elles coupent le cordon avec n'importe quoi à la fin. « Femmes grosses, un pied dans la fosse ». Prise de conscience au XVIIIe siècle sur la nécessité de les former. Dans l'aristocratie, on va prêter une attention assez forte à la naissance et à son encadrement médical. La sage-femme va être là pour amener du linge, mais surtout des chirurgiens interviennent pour aider à accoucher. Les progrès vont venir d'Angleterre, dans les années 1720-1730, quand les chirurgiens vont organiser des cours d'anatomie à destination des sages-femmes. Professionnalisation du métier de sage-femme. En France, il faut attendre les années 1760 et 1770 (Angélique du Coudray et les cours d'obstétrique). Problème de la diffusion dans les campagnes : les intendants font remonter les problèmes rencontrés dans les campagnes. Les chirurgiens chargent en 1767 Angélique du Coudray de dispenser elle-même ces cours d'obstétrique (*L'art des accouchements dans l'étendue du royaume*). Elle réalise des poupées de chiffon pour représenter le corps féminin et le fonctionnement de la grossesse. Bon exemple de la diffusion et de la transmission du savoir scientifique. 10 000 sages-femmes auraient été formées par Madame du Coudray. Les Provinces-Unies sont l'autre grand espace de formation des sages-femmes, parce que les corps de ville y sont chargés de l'enseignement de l'obstétrique, directement à l'université (formations sans diplômes).

*Les apothicaires*. Corps de métier, formation par l'apprentissage. Connaissance surtout d'ordre botanique ; connaissance des plantes médicinales. Apothicaires en forte concurrence avec les médecins : faute de moyens, on préfère directement aller les voir. Les médecins les taillent parce qu'ils ne veulent pas que les apothicaires fassent des diagnostics. En 1617, création de la Société des Apothicaires de Londres, sous patronage royal. Ces apothicaires ont l'autorisation de pratiquer une médecine du quotidien, de proximité. L'Angleterre est le premier pays d'Europe où la profession d'apothicaire se professionnalise et construit des savoirs scientifiques qui lui sont propres. Figure de Nicholas Culpeper (1616-1654), publication de *The English Physician* en 1652, somme de toutes les connaissances sur les herbes médicinales. Description des herbes, usages et effets. Ouvrage de référence qui permet de légitimer scientifiquement la profession. En France, la professionnalisation des apothicaires est en 1777, avec la création par l'État du collège de Pharmacie de Paris. Suppression du terme d'apothicaire, scission en trois : pharmaciens (avec diplôme), épiciers et droguistes.

Comment est-on soigné à l'époque moderne ? La population ne bénéficie pas tellement des progrès des connaissances sur le fonctionnement du corps humain. Jusqu'à la fin de la période, les médecins n'examinent pas les malades, ou quasiment pas. On a énormément de diagnostics par correspondance. Le seul examen qui se développe pendant la période moderne, c'est la prise de pouls du patient. On ne touche pas le malade, par pudeur. Le médecin diagnostique en analysant les excréments, la sueur et le sang. Les soins du médecin sont peu nombreux. Cf. Molière, dont la satire n'est qu'une réalité. Le premier remède, c'est la diète. La saignée est ordonnée par le médecin, opérée par le chirurgien (les saignées sont faites au pied). Au XVIIIe siècle on limite l'usage de la saignée. L'autre grand remède, c'est la purgation par une seringue et de la flotte dans les voies naturelles (très à la mode chez les aristocrates). Traité de diététique. Savoir médical construit autour de la façon dont on mange et on boit (cf. théorie des humeurs). Les remèdes sont des décoctions de plantes, des tisanes, les boissons fortifiantes (le vin pur), le chocolat et le café. Usage de la quinine (écorce d'arbre américain) pour guérir la fièvre, surtout par les Jésuites. Circulations médicales en Europe pour les eaux saines et thermales. « Recettes » de grand-mère,

prescrites jusqu'à la fin du XVIIIe siècle : les médecins prescrivent des remèdes traditionnels à l'efficacité peu prouvée, comme l'urine de vache, l'« huile des petits chiens », fabriquée à base de bouillon de chien.

Les XVIIe et XVIIIe siècle voient l'apparition de traités de médecine pratique, notamment à l'usage des particuliers. Développement au XVIIIe siècle avec la démocratisation des ouvrages et les progrès de l'alphabétisation. L'idée, c'est de faire de la vulgarisation pour permettre aux gens de se soigner. William Buchan, *Domestic Medicine* en 1769, vendu massivement par colportage. Idée de faire de la médecine quotidienne, facilement « auto-médication ». Vogue des petits ouvrages du docteur Tissot. (Samuel Tissot, *Avis au peuple sur sa santé*, traduit dans toute l'Europe, jusqu'aux années 1930). Obsession de Tissot pour la masturbation, décriée comme « mortelle ».

Il existe une médecine parallèle, active surtout dans les campagnes. Ce sont là des poches de « résistance » aux savoirs scientifiques, dont la médecine est un excellent observatoire. Cette médecine parallèle, est une médecine empirique, fondée sur l'expérience, sans théorie ni observation. Elle est le fait de fabricants de remèdes traditionnels, en premier lieu l'institution ecclésiastique : beaucoup de couvents fabriquent des liqueurs et des élixirs à propriétés médicinales (Eliane Pepi sur les chartreux). Ce sont aussi les guérisseurs de village, des plus sympathiques rebouteux aux plus charlatanesques. Certains coupent les parties génitales (oui, oui) pour guérir le mal de dos : c'est une « mode » un peu particulière relevée dans les environs du Mans dans les années 1770. En 1776, la faculté de médecine va diligenter une enquête sur cette pratique et demander aux pouvoirs publics d'arrêter ces personnages : 500 victimes ! On parle alors de charlatanisme pour désigner ces pratiques médicales non-officielles et non vérifiées. La surveillance se concentre sur les foires et les marchés (marchands d'orviétan). C'est là une médecine traditionnelle qui concerne toutes les couches de la société. Louis XIV gangrené est touché par un guérisseur provençal un peu bizarre. Il ne faut pas oublier l'importance des dévotions à des sains guérisseurs, essentiellement dans l'espace catholique (voir monastère d'Elise Sainte-Reine) : saint Sébastien pour la peste ; saint Laurent pour les brûlures. L'Église post-tridentine va dénoncer ces pratiques, jugées superstitieuses, mais qui continuent hein. Dès le XVIe siècle paraissent des traités pour mettre en garde contre les charlatans. En France, en 1578, Laurent Joubert publie *Les erreurs populaires au fait de la médecine* : il y réfute toutes les superstitions et croyances à destination des gens capables de lutter contre les médecines parallèles. Les Lumières font également toute une série de campagnes de médiatisation de la lutte contre le charlatanisme, en publicisant les affaires. L'exemple le plus célèbre, c'est celui de la condamnation de Mesmer par la Faculté de Médecine en 1784-85.

## Sciences et religion

### En guise d'introduction : une question mal posée

La religion est-elle l'ennemi intime des sciences ? De la fin du XIX<sup>e</sup> siècle aux années 1990, l'historiographie s'est focalisée sur les conflits qui opposent l'Église et les sciences à l'époque moderne. Focale tellement importante que cette opposition est devenue une évidence. Les sciences du progrès et de la lumière font face à une Église obscurantiste et tyrannique, comme s'il était insensé que de remettre en question cette vision extrêmement binaire de la réalité. Une fausse évidence donc : l'opposition entre sciences et religion(s) est un mythe historiographique, symbolisé par le procès de Galilée, qui n'est cependant qu'un épiphénomène, une bulle politique autant que scientifique.

Définir « religion » semble un bon moyen d'éviter de tomber dans des considérations faussées. Le mot est emprunté au latin *religio*, qui désigne une forme de lien à valeur intensive, un lieu avec la divinité. La *religio*, c'est l'attache, éventuellement la dépendance, avec la divinité. C'est à la fois un lien effectif et affectif. *Religio* prend aussi un autre sens chez Cicéron, celui de l'action de recueillir, de re-collecter, laissant l'idée d'un soin méticuleux, d'une certaine ferveur à l'observation, délaissant au moins en partie le lien avec la divinité. Dans ce sens, le mot convient cependant à l'exercice du culte, à l'observance rituelle, qui exigent par nature une pratique littérale et vigilante. La religion, c'est donc alors l'expérience, la manipulation du sacré, un ensemble de pratiques, croyances ou obligations morales. Durant le haut Moyen Âge, *religio*, c'est la discipline monastique, la profession religieuse, l'ordre religieux, ainsi qu'un ensemble de vérités et de devoirs religieux. Plus qu'une appartenance, la religion de Saint Augustin comme de Thomas d'Aquin est une forme de vertu, avec une forte dimension intérieure, des actes de dévotion et des prières. La religion, c'est donc une attitude de piété, une manière d'être. En parallèle, l'appareil des croyances est distingué des autres institutions sociales. Le glissement n'est ensuite que naturel vers l'idée du monastère, de la maison religieuse, et donc de l'institution religieuse (l'Église). Entrer en religion, c'est se faire moine, se donner à l'institution, et ce vocable est utilisé encore largement à l'époque moderne. Au début de l'époque moderne, avec la rupture entre catholiques et protestants, le mot connaît un glissement sémantique pour aller vers l'appartenance confessionnelle : l'Europe se scinde entre religion réformée (religion prétendue réformée chez les catholiques) et religion catholique. Dans les conflits entre confessions, certains refusent même l'appellation « religion » pour qualifier l'adversaire théorique. Mais la religion reste aussi une attitude pieuse, qui n'entre par définition pas en contradiction ou en concurrence avec les autres formes de savoir, d'autant plus que le terme de « science » signifie alors lui aussi une connaissance intérieure, une recherche de savoir, qui n'exclut absolument pas la connaissance de Dieu (c'est d'ailleurs le sens de beaucoup de travaux scientifiques de l'époque).

Depuis une quarantaine d'années, il s'agit de dépasser les oppositions idéologiques pour un examen plus apaisé des relations entre les deux termes. Une des raisons tient à l'évolution des problématiques historiques. La déconfessionnalisation de l'histoire religieuse d'une part, le renouvellement de l'histoire des sciences de l'autre ont facilité ces nouvelles approches. Il s'agit aussi aujourd'hui de ne plus faire seulement une histoire institutionnelle, et de réduire la « religion » aux institutions religieuses (l'Église quoi). Dépasser ce clivage théorique entre sciences et religion passe aussi par une réintroduction des facteurs contextuels. Ainsi John Hedley Brooke a-t-il montré que la manière dont on envisage les rapports entre sciences et religion (conflit, complémentarité ou similitude) est très simplifiée et ne résiste pas à une contextualisation ni de la science, ni de la religion. Les opposer reviendrait à en faire des essences immuables, à les déshistoriciser.

Au début de l'époque moderne, la distinction entre sciences et religion ne coule pas de source, et longtemps la physique reste une composante de la philosophie (très marquée par la théologie). À l'issue du Moyen Âge, la théologie est encore considérée comme la reine des sciences. Cette situation contraste

avec celle de la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle qui voit l'athéisme de certains savants s'afficher dans l'*Encyclopédie*. Le XVIII<sup>e</sup> siècle marque une étape clé dans l'autonomisation respective de ces deux sphères de pensée. Tout au long de l'époque moderne, le conflit entre « savants » et « croyants » se base à la fois sur affaires et autres controverses célèbres (jansénistes contre encyclopédistes au XVIII<sup>e</sup> ; affaire Galilée, procès de Giordano Bruno) et sur une incompatibilité présumée des deux sphères : comment croire en Dieu quand on est scientifique ? Par contraste, le protestantisme, voire le puritanisme anglais (cf. travaux de Peter Harrison), a pu être décrit comme un terrain plus fertile pour l'innovation scientifique, contrairement à une foi catholique conservatrice et réactionnaire. Cette idée est intéressante parce qu'elle suppose que le facteur religieux put servir de catalyseur ou de frein au développement des sciences. Aujourd'hui, les historiens tentent de faire la synthèse des théories. Mais il faut avoir conscience que celles-ci se disputaient trois points de vue : celui du conflit universel, celui de l'intégration et celui de l'éloignement progressif, de l'émancipation.

### Savants et foi religieuse

#### *À la recherche de Dieu*

Le sentiment religieux est une source d'inspiration scientifique, que ce soit dans la remise en question ou dans la recherche de la connexion avec Dieu (cf. étymologie du mot religion). La littérature littérale de la Bible, particulièrement chez les protestants, lui permet d'acquérir une réelle dimension scientifique assez forte. Les faits bibliques deviennent aussi des faits historiques, que l'on peut confronter à l'observation de la nature. Par exemple, la très grande dispersion des animaux dans le monde, alors qu'ils étaient tous rassemblés selon la Bible sur le mont Ararat après le déluge, amène à étudier les phénomènes de migration, à se demander si on ne peut pas passer d'Europe en Amérique du Nord en hiver en profitant du gel de l'Arctique, à se poser des questions sur l'évolution des continents. Ainsi, le flamand Juste Lipse (1547-1606) affirme-t-il que l'Afrique fut reliée à l'Amérique. En fait, afin de comprendre comment la Bible peut s'accorder avec les nouvelles observations, on se livre à d'autres observations, toujours plus nombreuses, et on cherche à classer tout ce qu'on trouve. De là, on cherche des explications par principe logiques, de manière à faire coïncider ce qu'on trouve avec le littéralisme biblique. On s'interroge par exemple sur le rôle et la puissance des tremblements de terre pour expliquer la dispersion et la place actuelle des fossiles, on fait de la statistique démographique pour montrer l'accroissement, de manière à expliquer la possibilité d'un couple unique à l'origine des temps. Cette combinaison de considérations scientifiques, empiriques et religieuses est très forte dans la Royal Society autour du début du XVIII<sup>e</sup> siècle, avec des gens comme Newton. Déjà pour Bacon, l'observation de la nature permet la connaissance de Dieu et le progrès technique et scientifique concourt, avec la religion, au bonheur de l'humanité. Pour ces hommes qui recherchent dans la nature la preuve de l'existence divine, la perception de l'univers comme une horloge bien réglée suppose par nature la présence d'un Grand Horloger, qui ne peut donc être que Dieu. Robert Boyle se présente ainsi comme un prêtre dans le temple de la nature. Les sciences mécaniques sont pour lui utiles à la réfutation du matérialisme et à la lutte contre l'athéisme. Dans les *Boyle Lectures*, il fait compiler une série de conférences annuelles prononcées dans des églises anglicanes de Londres, et dans lesquelles les auteurs promeuvent la compatibilité des sciences avec la religion. À l'origine, même la philosophie cartésienne conçoit l'idée d'un monde désenchanté, parce que tout pouvoir serait réservé à Dieu seul. Descartes insiste sur la création des vérités éternelles afin de ne pas soumettre Dieu à des évidences logiques : si telle chose est ainsi faite, c'est parce que Dieu l'a voulu, un point c'est tout. Chez Descartes, tout mouvement revient à Dieu. Descartes retire tout trace de surnaturel à la nature, et efface toute possibilité d'animisme. Il montre la possibilité d'un rationalisme chrétien, qui veut réserver toute force à Dieu. Mais c'est sans doute Newton qui incarne le mieux ces tensions qui traversent la piété des savants. Insatisfait de la philosophie mécaniste (l'idée d'un grand horloger) de Descartes, il y trouve le danger de rendre Dieu « inutile ». Pour lui, Dieu doit être actif

dans le monde. Il considère ainsi que le monde est composé de principes actifs et passifs : la matière étant inerte et passive, il faut des forces actives mises en branle par Dieu pour créer le mouvement. Pour Newton, un univers mécanique ne peut se maintenir sans la surveillance constante de Dieu, qui utilise des principes actifs comme la gravitation, la fermentation ou le magnétisme. Pour Newton, c'est grâce à Dieu que le monde se maintient en mouvement, sans quoi rien ne serait possible !

L'influence est aussi inversée : les sciences modifient la religion, en tant qu'ensemble doctrinal mais aussi comme une vertu, une manière de penser. Ainsi, la découverte du Nouveau Monde et de populations qui ne connaissent pas l'existence des Écritures amène à repenser l'idée d'universalité parfaite du christianisme. À partir de la deuxième moitié du XVII<sup>e</sup> siècle apparaît le courant de la physico-théologie, qui consiste à rechercher les conséquences théologiques des nouvelles découvertes scientifiques. D'abord, pour nombre de savants, les découvertes scientifiques, notamment autour du mouvement, ne font que renforcer l'idée d'un Dieu qui organise et impulse les mouvements naturels. Dans cette optique, le mathématicien hollandais Bernard Nieuwentyt (1654-1718) connaît un succès considérable avec son livre inspiré de Newton, *l'existence de Dieu démontrée par les merveilles de la nature* (1715), traduit en anglais, en allemand et en français. Cette physico-théologie reste dans le cadre des interprétations permises par les Églises, tout en s'inscrivant dans une conception très savante de la religion. Dans d'autres cas, comme le magnétisme animal, des théories scientifiques peuvent aboutir à de nouvelles formes religieuses. Mesmer affirme l'existence d'un fluide magnétique universel pouvant servir à des fins thérapeutiques. Dans *De l'influence des planètes sur les corps humains* (1766), il développe ses théories sur les fluides magnétiques animaux et la capacité à soigner les maladies en se servant de ces fluides. Condamné par la Faculté de médecine et traité de charlatan, Mesmer est tout de même écouté par une branche de la franc-maçonnerie mystique. Ces spiritualistes pensent que les trances permettent d'entrer en contact avec les anges et les esprits, et certains cherchent à obtenir des guérisons à distance par la prière. Autrement dit, avec le mesmérisme, des théories scientifiques, même controversées, peuvent avoir une influence sur la manière de concevoir la piété d'un certain nombre d'individus, et pas nécessairement dans le sens d'une impiété croissante. Mais tous les savants n'ont pas cette interprétation des sciences comme explication et/ou conséquence du fait religieux.

#### *Les sciences à l'épreuve du libertinage (fin XVII<sup>e</sup> – XVIII<sup>e</sup> siècle)*

Le libertin de l'époque moderne n'est pas tout à fait celui de notre imaginaire collectif actuel. Le libertin, c'est celui qui est libre, à l'origine l'ancien esclave qui a été affranchi. Le mot désigne plusieurs sectes du XVI<sup>e</sup> siècle. Par extension, le libertin désigne une personne qui s'affranchit de toute religion, un libre-penseur, évidemment avec des connotations injurieuses. Le sens du mot évolue au cours du XVII<sup>e</sup> siècle, le libertin se livrant à un épicurisme plus pratique que spéculatif, se caractérisant autant par une propension à la débauche que par l'irréligion. Le libertin, c'est la personne éprise d'indépendance, indisciplinée par nature, qui ne rentre pas dans les cadres institutionnels traditionnels. Le libertinage, c'est une attitude d'affranchissement vis-à-vis de toute sujétion, et en particulier de la sujétion religieuse. Dans ce sens, le libertin n'est pas forcément incroyant : il peut également croire autrement, en dehors de l'institution. Avec ce sens, le déiste est donc libertin. Les « libertins » sont donc à la fois un fourre-tout de l'époque, une manière de qualifier l'homme « libre », et un fourre-tout de l'historiographie italienne, qui a impulsé les études sur la question (citer notamment Sergio Zoli).

Quelle est la part des « libertins » dans l'histoire des sciences ? Le libertin, c'est le curieux, celui qui va aller là où les autres n'osent pas. La curiosité est aussi dotée d'un sens polémique, en signant la faculté propre qui caractérise les esprits forts, les libertins et les sceptiques. Ce qui est intéressant, c'est que la Réforme catholique met en place tout un dispositif idéologique contre le « péché de curiosité », s'agissant de détourner les spéculations curieuses. La notion de curiosité, dont les libertins sont des représentants

émérites, relève d'une construction polémique qui vise à incriminer le désir de connaissance et d'exploration que manifestent justement les libertins érudits du premier XVIII<sup>e</sup> siècle. Mais l'opposition entre libertinage et institutions ecclésiastiques est en fait plus politique encore. Les libertins développent dès le XVII<sup>e</sup> siècle une culture du secret, avec des pratiques de communication codée (usage du cryptogramme). La représentation du monde des libertins, c'est une représentation voilée, cachée, qui accorde un certain prestige au secret. Pour toute institution politique de l'époque, et notamment pour l'Église, cette culture du secret est un problème, parce que les libertins semblent échapper à tout contrôle. Les libertins sont soupçonnés de diffuser parmi eux des connaissances en partie interdites, des livres mis à l'Index. Le libertinage fonctionnerait comme un monde crypto-scientifique, un antimonde de la production et des circulations savantes. Dans le contexte des procès scientifiques et de la censure (cf. infra), prudence et dissimulation deviennent pour certains des vertus indispensables, une question de survie. Cette fermeture endogamique s'attache aussi à une certaine conception de la diffusion des savoirs, parce que les libertins souhaitent majoritairement éviter la diffusion très large des savoirs scientifiques. Cette doctrine du secret et de la double vérité (une vérité publique et une vérité privée) est héritée du Moyen Âge et de l'averroïsme. Dans cette perspective, toute une économie des sciences libertines se développe qui repose sur une épistémologie de la discrétion. Cette discrétion, c'est l'art de discerner, de séparer et de distinguer. La discrétion libertine est fondée sur une pratique de l'ellipse, du silence, de l'omission, de la litote, qui est en fait adaptée à un contexte sociopolitique dangereux. En termes de diffusion des savoirs, cette pratique de la dissimulation répond à un contexte politique, mais engage aussi à un exercice de déchiffrement, faisant des sciences libertines une herméneutique qui vise à produire des preuves naturelles comme des aveux, soit des preuves artificielles, venant d'indices, de raisonnements ou de comparaisons avec d'autres exemples.

Les sciences libertines se fondent en partie sur une vision critique du monde qui les entoure, et en particulier de l'influence du religieux sur les pouvoirs et les sociétés. L'un des domaines de cette pratique critique est assurément l'histoire naturelle des superstitions, qui constitue au tournant des XVII<sup>e</sup> et XVIII<sup>e</sup> siècles un des lieux de critique des religions. Dans sa *Relation de son voyage au Levant* (1701), le naturaliste et médecin Joseph Pitton de Tournefort n'hésite pas à accompagner ses observations naturalistes du récit d'un épisode consacré à l'apparition d'un vampire sur l'île de Mykonos. Avec l'aide du peintre Aubriet, Tournefort accompagne son récit de gravures, de cartes, de dessins de plantes, d'habits... Rédigé sous une forme épistolaire, écrite à son protecteur le comte de Pontchartrain, le récit charrie toute une série de *topoi* communs aux fictions, aux récits de pèlerinage en Terre Sainte ou aux utopies. Le récit de Tournefort reprend toutes les caractéristiques de l'arsenal critique des « libertins érudits » : critique des superstitions et de la crédulité des habitants de l'île, critique des missionnaires jésuites. Le texte est un atlas insulaire et un voyage imaginaire autant que le récit d'un médecin. Sur l'affaire du vampire, c'est le fait que même les « plus honnêtes gens » y croient qui fait dire à Tournefort l'ampleur des superstitions. C'est aussi une critique plus profonde de l'étude des « monstres ». La pensée libertine, fondamentalement sceptique, mais aussi très minoritaire en son temps, y voit le reliquat d'un autre temps et un courant ridicule parce que fantaisiste. Tournefort parle d'imagination inversée, ainsi que de la force de l'esprit collectif.

#### **Un libertin au tournant du XVII<sup>e</sup> siècle : Benoît de Maillet (1656-1738)**

Benoît de Maillet, consul de France en Égypte et inspecteur des Établissements français au Levant, est aussi l'auteur du *Telliamed*, une théorie sur l'histoire de la Terre où il rompt avec la théorie du déluge biblique. Maillet est issu d'une famille de petite noblesse provinciale peu fortunée. Dans les années 1690, il est recommandé à Pontchartrain, le secrétaire d'État de la Marine et de la Maison du roi, qui voit en lui le représentant idéal de la France en Égypte : Benoît par pour l'Orient. Par sa position professionnelle, sociale et institutionnelle, Maillet se situe au carrefour de plusieurs milieux et réseaux, constitués des sphères savantes et académiques autant que de

celle des amateurs, des curieux et des collectionneurs qui composent le public mondain. Grâce à cette situation particulière, il bénéficie de sources d'informations et de matériaux particulièrement divers et hétéroclites pour construire une théorie générale qui renvoie à une pensée rationnelle et cohérente. Maillet n'hésite pas à réaliser un travail composite, éclectique, et c'est ce qui fait son originalité. Amateur à l'écart des académies, Maillet se révèle totalement imprégné des savoirs de son temps. La théorie de la Terre qu'il propose – produit de l'immersion du globe suivie d'un lent retrait de la mer – ouvre vers une vaste réflexion sur l'histoire des êtres vivants puisque les différentes espèces naturelles sont issues de la mer à mesure du dessèchement.

Selon Claudine Cohen, qui a travaillé sur Maillet récemment, la véritable spécificité de l'œuvre de Maillet est de défendre, de manière radicale, une position rationaliste et antireligieuse, qui l'amène à repousser les hypothèses de Descartes et Newton sur une possible cause divine ou transcendante à l'origine de l'univers. Maillet réfute le finalisme et donne une véritable version laïcisée de l'écriture de l'histoire de la Terre et des espèces humaines. Affirmant que l'homme descend d'une espèce marine comme les autres espèces animales, il propose une critique radicale de l'anthropocentrisme. Pour Claudine Cohen, il est le premier à avoir élevé le naturalisme libertin au rang de système scientifique.

L'intégration de Benoît de Maillet dans une démarche libertine (parce que fondamentalement antireligieuse) se perçoit aussi dans les conditions d'écriture, de diffusion et de publication du *Telliamed*, qui s'inscrit au départ dans le giron de la littérature clandestine. Rédigé à la fin des années 1690, il circule dans les milieux savants et académiques, mais aussi des amateurs et des curieux. Il est alors copié, corrigé, complété et discuté. On en dispose aujourd'hui quatorze copies manuscrites, rédigées entre 1705 et 1726, avec de nombreuses annotations de mains différentes. Bernard de Fontenelle, ami et protecteur de Maillet, en corrige ainsi un exemplaire vers 1726 en y introduisant les idées de Leibniz sur les origines de la Terre. L'ouvrage paraît officiellement après la mort de Maillet, sans doute par crainte de la censure, en deux éditions successives (1748 et 1755). Le texte est profondément remanié par l'abbé Jean-Baptiste Le Mascrier au moment de l'édition, qui garde la thèse de fond, mais place de nombreux garde-fous, des commentaires psychologiques sur l'auteur et autres anecdotes. Finalement, entre son écriture dans les années 1690 et sa publication dans les années 1750, le *Telliamed* de Benoît de Maillet montre bien le parcours d'une œuvre libertine à l'aube des Lumières : l'ouvrage est discuté sous version manuscrite, autant dans les milieux « officiels » que dans les milieux officieux. Benoît de Maillet bénéficie d'une protection officielle, notamment du fait de ses fonctions politiques importantes. Surtout, ses théories complètement antireligieuses sont entendues, et même publiées... par un abbé. Voilà donc les paradoxes d'une œuvre libertine au début du XVIIIe siècle.

Claudine Cohen, *Science, libertinage et clandestinité à l'aube des Lumières. Le transformisme de Telliamed*, Paris, Puf, 2011.

### L'intégration des activités savantes au sein de l'Église

#### *Le rôle de l'université*

L'université, dont la majorité des professeurs sont des clercs et la direction officielle se fait depuis Rome, a souvent été présentée comme une institution attentive à la préservation du dogme et à cet égard. Pourtant, il semble bien difficile d'affirmer l'université toute entière comme opposée aux découvertes scientifiques et aux remises en causes méthodologiques et/ou disciplinaires. Le rapport aux sciences est très différent d'une université à l'autre, et, au sein même des universités, d'une faculté à l'autre. Si les facultés de théologie défendent souvent la physique aristotélicienne contre les nouvelles pensées, les autres facultés ne sont pas perméables aux idées nouvelles. Certaines sont même historiquement mues par une relation d'indépendance vis-à-vis de la papauté, ainsi l'université de Padoue. L'université de Padoue est l'une des premières à ouvrir des chaires d'anatomie et de mathématiques, occupées par des savants célèbres comme Vésale ou Galilée. L'un des exemples phares de la dédramatisation du rôle de l'Église dans son rapport à la pratique scientifique touche d'ailleurs l'anatomie et l'université de Padoue. En effet, l'historiographie a longtemps martelé une interdiction présumée des dissections par l'Église, rappelant que les dissections de cadavres avaient lieu la nuit, dans des conditions précaires du fait de l'illégalité. Ce mythe de l'interdiction des dissections est aussi vieux que tenace. Pourtant, les dissections savantes étaient autorisées, dans une certaine mesure quantitative, par l'Église. Le premier exemple connu de dissection

officielle en Italie date de 1286, à Crémone : il s'agissait alors de comprendre la cause de la mort d'une maladie qui faisait rage de manière pandémique dans le nord de la péninsule. Rapidement, la médecine légale s'empare de la pratique de l'autopsie : comprendre comment est survenue la mort (ou tout simplement la blessure, mais là n'est pas la question) peut permettre de résoudre des affaires. Au XV<sup>e</sup> siècle, la pratique de la dissection entre dans les universités, à Bologne d'abord, où il est stipulé dans les statuts de 1405 que seulement 20 élèves étaient autorisés à assister à la dissection d'un cadavre masculin (30 pour un cadavre féminin). La pratique se démocratise rapidement. En 1521, Jacopo Bongario da Carpi, professeur d'anatomie à Bologne, se vante d'avoir montré le placenta d'une femme pendue à presque 500 étudiants, ainsi qu'à de nombreux citoyens. Autrement dit, tout au long du XV<sup>e</sup> siècle, l'université, institution ecclésiastique, introduit des nouvelles pratiques de recherche anatomique dans ses murs, avec au moins un laissez-faire face au public ciblé. Pour les médecins, ces autopsies ont même une portée religieuse importante. Ainsi pour le professeur de médecine Antonio Benivieni (1443-1502), l'un de ces pionniers de l'observation anatomique et de la dissection, la description du corps humain n'est ni plus ni moins une description de l'œuvre de Dieu !

#### *Ecclésiastiques et sciences à l'époque moderne*

De nombreux savants sont eux-mêmes des ecclésiastiques. Parmi les savants cités tout au long du cours, de grandes figures doivent être citées : André Vésale, Guillaume Pellicier, l'abbé Nollet, etc.

Certains prélats encouragent le développement des sciences, comme Wolsey qui crée la première chaire de mathématiques d'Angleterre à Oxford en 1518. Un siècle plus tard, le cardinal Pierre de Bérulle fonde la société de l'Oratoire (1611), concurrente des jésuites. Ses enseignements font bonne place aux sciences et jouent un rôle important dans la diffusion du cartésianisme et du mécanisme dans la seconde moitié du XVII<sup>e</sup> siècle. Des ecclésiastiques de renom ont une politique d'intermédiaires, de protecteurs voire de mécènes, ainsi Mersenne qui monte autour de lui un cercle savant parisien (cf. « *Étatiser les sciences : la naissance des académies* »). À partir du milieu du XVI<sup>e</sup> siècle, les collèges jésuites, institutions « vitrines » de la Réforme catholique, deviennent aussi des hauts lieux de la production et de la transmission des sciences, aussi parce qu'ils sont dotés de moyens humains et financiers considérables. Par exemple, les observatoires sont très souvent financés par les Jésuites ! (cf. « *Laboratoires et observatoires* »).

Les politiques scientifiques encouragées par les hommes d'Église peuvent remonter l'ensemble de l'échelle hiérarchique. Ainsi la cour pontificale se distingue par un processus de renouvellement permanent des politiques scientifiques, principalement du fait du caractère électif des pontifes. Pour cette raison, il serait un peu réducteur que de considérer la Rome post-tridentine comme un espace de haine des sciences. Au contraire, certains papes développent de réelles politiques scientifiques. Benoit XIV, entre 1740 et 1758, s'attache ainsi à développer la pratique scientifique académique, autant à Rome qu'à Bologne, dont il était originaire (il y fait se développer l'*Instituto delle scienze* créé peu avant son pontificat). Surtout, les papes Clément XIV (1769-1774) et Pie VI (1775-1799) furent des rénovateurs de la politique scientifique romaine. Leurs pontificats interviennent au moment crucial où la suppression de l'ordre Jésuite oblige à la recomposition de la politique pontificale de production des sciences et des savoirs. L'autre intérêt de cette période, c'est qu'avec la démocratisation de la pratique du Grand Tour, Rome est d'autant plus perméable aux échanges savants que ces derniers la traversent sans cesse. Mais il se place aussi à un moment de positionnement de la papauté à l'égard des Lumières dans un sens conservateur. L'*Encyclopédie* est mise à l'Index dès 1759 ; dès la première encyclique de son pontificat, Pie VI exprime clairement son hostilité aux idées philosophiques du siècle. Pourtant, les papes s'ancrent dans une politique de favorisation et de renouvellement des sciences à Rome. La politique scientifique des papes du dernier tiers du XVIII<sup>e</sup> siècle se concentre sur les sciences physiques et mathématiques, ainsi que sur les

sciences médicales et chirurgicales. La renaissance des sciences physiques et mathématiques est largement préparée par la réforme de l'université de la Sapienza engagée en 1748 par Benoît XIV. Une chaire de physique expérimentale et une autre de mathématiques mixtes sont alors créées, avec respectivement François Jacquier et Thomas Le Seur, deux religieux qui publient à Genève entre 1739 et 1742 un commentaire raisonné des *Principia* de Newton. Dans les années 1750, un symbole est lâché avec le retrait de l'Index des ouvrages professant l'héliocentrisme copernicien. Après une parenthèse sous le très conservateur Clément XIII (1558-1769), ce processus de réconciliation des sciences et de l'Église catholique est voué à continuer, voire à se renforcer. En 1773, la Compagnie de Jésus est dissoute : le symbole de la Réforme catholique est mort. Se pose alors la question du remplacement des institutions jésuites, notamment les institutions éducatives. Un document, intitulé *Plan d'université pour le collège romain*, permet de se rendre compte des profonds changements que la curie comptait imposer. La commission de religieux et de cardinaux entend alors transformer le collège romain en une nouvelle université. Trois chaires sont instaurées pour enseigner la physique expérimentale, l'histoire naturelle et les mathématiques.

### Les sciences et l'Église catholique en conflit(s)

#### *La Réforme catholique et ses conséquences*

Voir « Une Europe marquée par les ruptures confessionnelles (1520-1620) ».

#### *L'émancipation des sciences*

La piété de la plupart des savants ne les empêche pas de repenser les rapports entre sciences et religion. Un certain nombre d'entre eux milite d'ailleurs, surtout à partir du XVII<sup>e</sup> siècle, pour une séparation de la philosophie naturelle et de la théologie. Ce message d'indépendance est surtout porté par Francis Bacon, qui affirme dans *De la promotion des savoirs* que sciences et religion doivent demeurer totalement distinctes. Il rejette la scolastique (enseignée par l'université, la scolastique aristotélicienne devient une sorte de symbole des « sciences d'Église ») apprise à Cambridge pour une philosophie naturelle fondée sur une approche empiriste de la connaissance. Pour lui, sciences et théologie ont des domaines et des méthodes différents. Les sciences partent de l'observation attentive de la nature afin d'en déterminer des lois générales, sans recourir à un raisonnement déductif, supposant une multiplication d'expériences que l'on doit analyser et commenter. La théologie se fonde sur l'explication de l'Écriture, non sur la nature. Même si elles poursuivent au même but, la compréhension et l'approche de Dieu, les méthodes trop différentes impliquent pour Bacon un cloisonnement strict. Pour Descartes, quelques décennies plus tard, les vérités éternelles sont aussi une manière de départir le chercheur de la question théologique. Dieu aurait ainsi créé les vérités scientifiques que les savants poursuivent, plutôt qu'il ne les subirait.

À partir de ces théorisations de la séparation, et surtout au XVIII<sup>e</sup> siècle, de plus en plus de savants considèrent que les explications surnaturelles n'ont plus leur place dans leur pratique scientifique, et ce quelle que soient leurs croyances personnelles. Cette séparation progressive repose également sur la multiplication des lieux de production et de diffusion des savoirs, le plus souvent en dehors des institutions traditionnelles. Malgré leur diversité (en Angleterre et aux Provinces-Unies la théologie conserve une place prépondérante), les Lumières apparaissent comme un tournant dans le processus d'autonomisation des sciences. Mues par une volonté d'émancipation de la sphère religieuse, elles se fondent sur le rejet de toute vérité révélée et non démontrée par l'expérience et la raison, promouvant la libre-pensée et l'esprit critique. La communauté scientifique se dote d'institutions propres, d'une méthodologie (cf. Bacon supra) et d'une épistémologie. Les nouvelles institutions affirment clairement leur volonté de ne pas entrer dans les débats sans fin de la compatibilité des sciences avec la théologie. Ainsi la charte de la Royal Society de 1662 impose-t-elle aux *fellows* de laisser leurs opinions politiques et religieuses en dehors des discussions scientifiques. Seules quelques institutions historiquement ancrées dans cette vision de la production des savoirs, comme l'université de Padoue, parviennent à suivre le

mouvement. Les Lumières reposent aussi sur l'idée de progrès, et d'une vision bouleversée de la croyance religieuse, beaucoup plus proche d'un déisme solitaire que de l'adhésion à un dogme établi. Souvent, il devient difficile de distinguer cette forme de déisme de l'athéisme pur et dur. Cette nouvelle conception de la foi religieuse se construit en totale et frontale opposition avec l'Église. En 1749, la faculté de théologie de l'université de Paris accuse Buffon d'impiété pour avoir exclu l'intervention divine de son système. Pour éviter une condamnation, il doit publier une rétractation et réfuter certains passages de son *Histoire naturelle*.

#### Sciences et protestantisme

Voir aussi « Une Europe marquée par les ruptures confessionnelles (1520-1620) ».

##### *Le protestantisme, un moteur scientifique ?*

Y aurait-il une tradition protestante de la science ? Dans les années 1930, Robert Merton estime qu'il y a des affinités naturelles entre le puritanisme et le développement des sciences. Pour lui, quasi tous les membres de la société scientifique anglaise seraient puritains ou proches du puritanisme. Pour Merton, c'est le résultat d'une synergie entre les valeurs ascétiques du puritanisme et les valeurs de la science moderne. Dans les deux cas, on recherche l'influence de Dieu, dans son comportement, dans sa réussite et dans le monde. La recherche scientifique serait donc porteuse d'une valeur religieuse, et serait même une obligation religieuse. C'est ce qui expliquerait l'investissement tout à fait particulier des puritains dans le domaine des sciences. Cette idée de particularité puritaine pourrait ne pas tenir la distance par la comparaison avec les jésuites, mais on retrouve chez ces derniers des valeurs communes aux puritains, notamment une sanctification du travail et de l'enseignement, ainsi que l'idée de mettre la connaissance au service de la société.

Les idées de Merton sont aujourd'hui contestées. Thomas Kuhn a montré qu'à l'origine, l'opposition au copernicanisme avait été très forte chez les protestants, peut-être même plus forte que chez les catholiques. Luther a rejeté très tôt les théories de Copernic. L'un des arguments en faveur d'une plus grande souplesse du protestantisme est institutionnel. Plus divisées, les Églises protestantes sont plus démunies pour s'opposer aux innovations scientifiques. Il n'existe pas dans le monde protestant d'institution aussi puissante que l'Inquisition ou la Congrégation de l'Index. La plupart du temps, les institutions religieuses protestantes ne peuvent pas faire beaucoup plus qu'exclure le savant de la communauté des croyants. Giordano Bruno, qui s'était converti au luthéranisme, avait ainsi été excommunié en 1588. Michel Servet, connu pour ses travaux sur la circulation sanguine, est condamné au bûcher à Genève en 1553. Surtout, l'attachement très fort à une lecture littérale de la Bible a pu constituer un frein au développement de la science dans les milieux protestants. La controverse entre John Wilkins, qui cherche à concilier calvinisme et sciences et à populariser les travaux de Galilée en Angleterre, et Alexander Roos au sujet de ses travaux astronomiques témoigne des difficultés qui persistent pour se détacher de l'aristotélisme, encore dans les années 1640.

##### *Une affaire de compétition(s)*

La division de la chrétienté en deux aires confessionnelles et politiques distinctes a eu des conséquences majeures sur la perception de l'autre espace. S'instaure *de facto* une forme de compétition entre catholiques et protestants. Les universités protestantes sont ainsi très enclines à mépriser Aristote, trop lié à l'enseignement catholique. Elles ont tendance à introduire de nouvelles méthodes discursives et à changer de manière de raisonner. Par opposition politico-confessionnelle, les mondes protestants vont donc en partie développer une culture d'opposition par rapport aux savoirs « catholiques ». La différence confessionnelle aux Provinces-Unies est accrue par l'impact de la guerre contre l'Espagne catholique. Une nouvelle culture, « protestante », se forme en opposition à une culture dite « catholique ». À Leyde, cet

esprit de compétition est très marqué dans la composition des enseignements décidés dès la fondation de l'université (1575). Il est décidé que l'université ne prodiguerait pas que des cours de droit et de théologie, mais aussi des études humanistes, mathématiques, de médecine et d'histoire naturelle. Guillaume de Nassau refuse la tutelle de l'Église, et l'université de Leyde devient l'une des très rares universités européennes à être placée sous une tutelle temporelle. La multiplication des collèges jésuites se fait en parallèle, dans un réel et avoué esprit de compétition. Évidemment, cette affaire de compétition est aussi très fortement marquée par le contexte de guerres confessionnelles : il s'agit aussi d'être techniquement plus forts que les catholiques pour ne pas perdre la face.

**Bibliographie**

- Andretta, Elisa, Nicoud, Marilyn (dir.), *Être médecin à la cour (Italie, France, Espagne, XIIIe-XVIIIe siècle)*, Florence, Sismel, 2013.
- , *Roma medica: anatomie d'un système médical au XVIe siècle*, Rome, École Française de Rome, 2011.
- Argaud, Evelyne, « Les enjeux des représentations des langues savantes et vulgaires en France et en Europe aux XVIe et XVIIe siècles. Affirmer des prééminences et construire une hiérarchisation », *Documents pour l'histoire du français langue étrangère ou seconde*, 2009, 43, (en ligne).
- Ash, Eric H., *Power, Knowledge and Expertise in Elizabethan England*, Baltimore et Londres, The Johns Hopkins University Press, 2004.
- Balayé, Simone, *La Bibliothèque Nationale des origines à 1800*, Genève, Droz, 1988.
- Baudet, Jean, *De l'outil à la machine : histoire des techniques jusqu'en 1800*, Paris, Vuibert, 2003.
- Belhoste, Bruno, *Histoire de la science moderne*, Paris, Armand Colin, 2016.
- , *Paris savant. Parcours et rencontres au temps des Lumières*, Paris, Armand Colin, 2011.
- , « Mesmer et la diffusion du magnétisme animal à Paris (1778-1803) », dans B. Belhoste, N. Edelman, (dir.), *Mesmer et le mesmérisme. Le magnétisme animal en contexte*, Paris, Omniscience, 2015.
- Bély, Lucien, *Dictionnaire de la France d'Ancien Régime*, Paris, Presses universitaires de France, 2010.
- Beretta, Marco, « Between the Workshop and the Laboratory : Lavoisier's Network of Instrument Makers », *Osiris*, n°29, p. 197-214.
- Blay, Michel (dir.), *L'Europe des sciences : constitution d'un espace scientifique*, Paris, Seuil, 2001.
- , *La naissance de la science classique au XVIIe siècle*, Paris, Nathan, 1999.
- Bots, Hans, « Le rôle des périodiques néerlandais pour la diffusion du livre (1684-1747) », dans C. Berkvens-Stevelinck, H. Bots, P. G. Hoftijzer et O. S. Lankhorst (ed.), *Le magasin de l'univers : the Dutch Republic as the centre of the european book trade*, Leyde, Brill, 1992.
- Brioist, Pascal, « Les savoirs scientifiques », *Revue d'histoire moderne et contemporaine*, 49, 2002/5, p. 52-80.
- , *Léonard de Vinci, homme de guerre*, Paris, Alma, 2013.
- , « Sciences, techniques et société en Angleterre », dans J.-P. Poussou (dir.), *Les sociétés urbaines au XVIIIe siècle. France, Angleterre, Espagne*, Paris, Presses de l'Université Paris-Sorbonne, 2007, p. 243-276.
- , « Les livres de machines entre France et Angleterre (1560-1680) », dans Jean-Philippe Genet et François-Joseph Ruggiu (dir.), *Les idées passent-elles la Manche? Savoirs, représentations, pratiques (France-Angleterre, Xe-XXe siècles)*, Paris, Presses de l'Université Paris-Sorbonne, 2007, p. 145-160.
- Compagnon, Antoine, Corvol, Pierre, Scheid, John, *Le collège de France. Cinq siècles de libre recherche*, Paris, Gallimard, Collège de France, 2015.
- Cook, Harold J., *Matters of Exchange. Commerce, Medicine and Science in the Dutch Golden Age*, New Haven and London, Yale University Press, 2007.
- Danson, Edwin, *Drawing the Line : how Mason and Dixon surveyed the most famous border in America*, Wiley, Hoboken, 2016.
- Darnton, Robert, *L'aventure de l'Encyclopédie. Un best-seller au siècle des Lumières*, Paris, Perrin, 1976.
- Demeulenaere-Douyère, Christiane, Sturdy, David, *L'enquête du Régent, 1715-1718. Sciences, techniques et politiques dans la France préindustrielle*, Turnhout, Brepols, 2008.
- Denys, Catherine, Paresys, Isabelle, *Les anciens Pays-Bas à l'époque moderne : 1404-1815 (Belgique, France du Nord, Pays-Bas)*, Paris, Ellipses, 2007.
- Dumaitre, Paule, « Autour d'Ambroise Paré : ses adversaires, ses ennemis », *Histoire des sciences médicales*, 32, 1998/2, p. 203-210.

- , « Autour d'Ambroise Paré : ses élèves, ses amis », *Histoire des sciences médicales*, 30, 1996/3, p. 351-357.
- Frijhoff, Willem, « Université et marché de l'emploi dans la République des Provinces-Unies », dans Jacques Revel et Dominique Julia, *Les universités européennes du XVI<sup>e</sup> au XVIII<sup>e</sup> siècle. Histoire sociale des populations étudiantes*, Paris, 1986, vol. 1, p. 205-240.
- Gingerich, Owen, *Le livre que nul n'avait lu : à la poursuite du De revolutionibus de Copernic*, Paris, Dunod, 2008.
- Grillot, Solange, « Picard observateur », dans Guy Picolet (dir.), *Jean Picard et les débuts de l'astronomie de précision au XVII<sup>e</sup> siècle*, Paris, CNRS Éditions, 1987, p. 143-156.
- Harkness, Deborah E., *The Jewel House. Elizabethan London and the Scientific Revolution*, New Haven et Londres, Yale University Press, 2007.
- Hilaire-Pérez, Liliane (dir.), *L'Europe des sciences et des techniques : un dialogue des savoirs (XV<sup>e</sup> – XVIII<sup>e</sup> siècle)*, Paris, Presses universitaires de Rennes, 2016a.
- , Majstorac-Kobiljski, A., Carnino, G. (dir.), *Histoire des techniques : mondes, sociétés, cultures (XVI<sup>e</sup>-XVIII<sup>e</sup> siècles)*, Paris, Presses universitaires de France, « Nouvelle Clio », 2016b.
- , *La pièce et le geste. Artisans, marchands et savoir technique à Londres au XVIII<sup>e</sup> siècle*, Paris, Albin Michel, 2013.
- , *L'invention technique au siècle des Lumières*, Paris, Albin Michel, 2000.
- Huard, Georges, « Les planches de l'*Encyclopédie* et celles de la *Descriptions des Arts et Métiers* de l'Académie des sciences », *Revue d'histoire des sciences et de leurs applications*, 1951/3, 4, p. 238-249.
- Israël, Jonathan, *The Dutch Republic. Its Rise, Greatness and Fall (1477-1806)*, Oxford, Oxford UP, 1995.
- Klein, Boris, *De la Transmission des savoirs au sein des universités à l'époque moderne*, mémoire de D.E.A sous la direction d'Olivier Christin, Université Lumière Lyon II, 2004.
- Koyré, Alexandre (ed.), Copernic, Nicolas, *Des Révolutions des orbés célestes*, Paris, F. Alcan, 1934.
- Kuhn, Thomas, *La révolution copernicienne*, Paris, Fayard, 1973.
- Lanoë, Catherine, *La poudre et le fard : une histoire des cosmétiques de la Renaissance aux Lumières*, Seyssel, Champ Vallon, 2008.
- , « Images, masques et visages. Production et consommation des cosmétiques à Paris sous l'Ancien Régime », *Revue d'histoire moderne et contemporaine*, 2008/1, 55, p. 7-27.
- Lightman, Bernard (ed.), *A Companion to the History of Science*, Chichester, Wiley Blackwell, 2016.
- Litti, Antoine, *Le monde des salons. Sociabilité et mondanité à Paris au XVIII<sup>e</sup> siècle*, Paris, Fayard, 2005.
- Maber, Richard, « Les réseaux de communication érudits et les pouvoirs de l'État en France au XVIII<sup>e</sup> siècle : indépendance et interpénétration », *Dix-septième siècle*, 2015, 266, p. 17-29.
- Mackie, J. D., *The Earlier Tudors. 1485-1558*, dans *The Oxford History of England*, ed. George Clark, Oxford, Clarendon Press, 1988.
- Mayeur, Jean-Marie, Pietri, Charles, Vauchez, André, Venard, Marc, *Histoire du Christianisme. 8 : le temps des confessions*, Paris, Desclée, 1992.
- Mazauric, Simone, *Histoire des sciences à l'époque moderne*, Paris, Armand Colin, 2009.
- Montègre, Gilles, « Politiques et pratiques de la science en cour de Rome au temps des Lumières. Le renouveau méconnu des pontificats pio-clémentins (1769-1799) », *Bulletin du Centre de Recherche du château de Versailles. Sociétés de cour en Europe, XVI<sup>e</sup>-XIX<sup>e</sup> siècle*, 2011, (en ligne).
- Park, Katherine, Daston, Lorraine (ed.), *The Cambridge History of Science. 3. Early Modern Science*, Cambridge, Cambridge University Press, 2008.
- Pestre, Dominique, « Pour une histoire sociale et culturelle des sciences. Nouvelles définitions, nouveaux objets, nouvelles pratiques », *Annales. Histoire, Sciences Sociales*, 50, 1995/3, p. 487-522.

- Py, Gilbert, *L'idée d'Europe au siècle des Lumières*, Paris, Vuibert, 2004.
- Regourd, François, « Capitale savante, capitale coloniale : sciences et savoirs coloniaux à Paris aux XVIIe et XVIIIe siècles », *Revue d'histoire moderne et contemporaine*, 2008/2, 55, p. 121-151.
- Reppel, Eric, « Minorités et circulations techniques : la confection des armures à Tours (XVe-XVIIe siècles) », *Documents pour l'histoire des techniques. Nouvelle série*, 15, 2008, p. 24-31.
- Roche, Daniel, *La France des Lumières*, Paris, Fayard, 1993.
- , Ferrone, Vincenzo (dir.), *Le monde des Lumières*, Paris, Fayard, 1999.
- Romano, Antonella, Boutier, Jean, Marin, Brigitte (ed.), *Naples, Rome, Florence : une histoire comparée des milieux intellectuels italiens (XVIIe-XVIIIe siècles)*, Rome, Ecole Française de Rome, 2005.
- , *La Contre-Réforme mathématique : constitution et diffusion d'une culture mathématique jésuite à la Renaissance (1540-1640)*, Rome, Ecole Française de Rome, 1999.
- , *Rome et la science moderne : entre Renaissance et Lumières*, Rome, Ecole Française de Rome, 2008.
- , Van Damme, Stéphane, « Sciences et villes-mondes, XVIe – XVIIIe siècles », *Revue d'histoire moderne et contemporaine*, 2008/2, 55, p. 7-18.
- Schandeler, Jean-Pierre, « République des sciences ou fractures de la République des lettres ? », *Dix-huitième siècle*, 40, 2008/1, p. 315-332.
- Sharpe, James A., *Early modern England : a social history (1550-1760)*, London, Hodder, 2008.
- Sigrist, René, « La République des sciences : essai d'analyse sémantique », *Dix-huitième siècle*, 40, 2008/1, p. 333-357.
- Tits-Deuiaide, Marie-Jeanne, « Les savants, la société et l'État : à propos du « renouvellement » de l'Académie royale des sciences (1699) », *Journal des savants*, 1, 1998/1, p. 79-114.
- Van Bunge, Wiep (ed.), *The Early Enlightenment in the Dutch Republic (1650-1750)*, Leyde, Brill, 2003.
- Van Damme, S. (dir.), *Histoire des sciences et des savoirs. 1 : de la Renaissance aux Lumières*, Paris, Belin, 2015.
- Vérin, H., *La gloire des ingénieurs. L'intelligence technique du XVIe au XVIIIe siècle*, Paris, Albin Michel, 1993.
- Vons, Jacqueline, *Le médecin, les institutions, le roi. Médecine et politique aux XVIe-XVIIe siècles*, Paris, Cour de France.fr, 2012, (en ligne).
- Waquet, Françoise, *L'ordre matériel du savoir. Comment les savants travaillent (XVIe-XXIe siècles)*, Paris, CNRS Editions, 2015.

**Personnages et auteurs de sources à connaître****XVIe siècle**

Léonard de Vinci***	Christoph Clavius**
Nicolo Tartaglia**	Ambroise Paré**
André Vésale***	Guillaume Pellicier
Oronce Finé	Robert Bellarmin*
John Dee	William Cecil
Giovanni Botero	François Rabelais*
Guidobaldo dal Monte	Giordano Bruno*
Nicolas Copernic **	Michele Mercati*
Jérôme Cardan	

**XVIIe siècle**

Francis Bacon***	René Descartes***
Galilée***	Blaise Pascal*
Richelieu	Colbert
Christian Huygens***	Pierre Gassendi*
Marin Mersenne*	Robert Boyle*
Henry Oldenburg**	Simon Stevin*
Robert Bellarmin*	Leibniz
Pierre Bayle*	Gilles Ménage*

**XVIIIe siècle**

Isaac Newton***	Voltaire**
Fontenelle**	Lavoisier**
Emilie du Châtelet*	Ch. Oberkampf
Denis Diderot*	D'Alembert*
Jean-Antoine Nollet	Pierre Demours
Maupertuis*	

**Savants et techniciens**

Isaac Newton***	Lavoisier**
Emilie du Châtelet*	Christian Huygens***
René Descartes***	Francis Bacon***
Galilée***	Pierre Gassendi*
Robert Boyle*	Simon Stevin*
Christoph Clavius**	Léonard de Vinci***
Nicolo Tartaglia**	André Vésale***
Ambroise Paré**	Giordano Bruno*
Nicolas Copernic **	François Rabelais*
Denis Diderot*	D'Alembert*
Maupertuis*	Leibniz
Jean-Antoine Nollet	Michele Mercati*

**Intermédiaires et patrons**

William Cecil	Robert Bellarmin*
Richelieu	Colbert
Fontenelle**	Katherine Jones

**Grands épistoliers et salonniers**

Marin Mersenne*	Henry Oldenburg**
Gilles Ménage*	Pierre Bayle*

**Préfaciers**

Pierre Demours	Voltaire**
----------------	------------

**Table des personnes**

Ambroise Paré**	150	Laura Bassi	162
André Vésale***	150	Lavoisier**	163
Blaise Pascal*	151	Léonard de Vinci***	163
Christian Huygens***	151	Marin Mersenne*	164
Christophorus Clavius**	152	Maupertuis*	165
Denis Diderot*	152	Michele Mercati*	165
Emilie du Châtelet*	153	Nicolas Copernic**	166
Fontenelle**	153	Nicolo Tartaglia**	167
Francis Bacon***	154	Oronce Finé	167
François Rabelais*	154	Pierre Bayle*	168
Galilée***	155	Pierre Demours	168
Gilles Ménage*	157	Pierre Gassendi*	169
Giordano Bruno*	157	René Descartes***	169
Guillaume Pellicier	158	Robert Bellarmin*	170
Henry Oldenburg**	159	Robert Boyle*	170
Honoré Fabri	159	Robert Hooke	171
Isaac Newton***	159	Simon Stevin*	171
D'Alembert*	160	Voltaire**	172
Jérôme Cardan	161		
Katherine Jones	161		

### Ambroise Paré\*\*

Ambroise Paré (1510-1590) est un chirurgien français, médecin ordinaire du roi. Il naît près de Laval, dans une famille d'agriculteurs et d'artisans. Son instruction est confiée à un chapelain, qui fait de lui son domestique. Entré au service du comte de Laval, il devient apprenti barbier, puis est initié à la médecine chez un chirurgien d'Angers. Ambroise Paré arrive à Paris en 1529 ; il est engagé en tant qu'aide chirurgien barbier à l'Hôtel Dieu où il est confronté à toutes sortes d'affections. Il enrichit son savoir en étudiant les cadavres et les malades et devient maître chirurgien en 1536. Il se marie deux fois et a neuf enfants, dont trois lui survivent. Presque immédiatement, il devient chirurgien de guerre, suit les armées du roi de France pendant la guerre de Provence. Il devient l'un des chirurgiens ordinaires d'Henri II qui l'envoie, en 1552, apporter son aide à Metz assiégé par Charles Quint. Le chirurgien est fait prisonnier l'année suivante au siège de Hesdin, mais il soigne l'un des vainqueurs qui le renvoie à Paris. Ambroise Paré soigne, avec André Vésale, en 1559, Henri II blessé par un éclat de lance lors d'un tournoi, qu'ils ne peuvent guérir. En 1562, il est nommé premier chirurgien du roi Charles IX par la régente, Catherine de Médicis. Henri III, à son avènement, lui conserve le titre. Il lui dédie ses *Œuvres*.

Toute sa vie, Ambroise Paré casse les codes en se mettant en avant, alors qu'il n'est 'que' chirurgien, métier manuel, contre les médecins. Cette attitude parfois provocatrice lui vaut une certaine réputation, mais aussi l'inimitié de la faculté de médecine de Paris, notamment dans une affaire avec le doyen Pierre Gourmelen dans les années 1570 (cf. synthèse). La faculté de médecine demeure opposée aux publications du chirurgien, que son doyen considère contraires aux mœurs traditionnelles, demande à ce qu'elles soient brûlées en place publique. Grâce à son expérience acquise sur le terrain, Ambroise Paré a pu perfectionner ou élaborer des techniques de soin moins traumatisantes pour le blessé. Il met au point des manières de soigner les blessures créées par les nouvelles formes d'armes, comme l'artillerie. Ainsi, la ligature des artères après amputation et l'utilisation d'emplâtres froids remplacent respectivement la cautérisation et le recours à l'huile bouillante. Il s'intéresse aussi à l'élaboration de prothèses ou la guérison des fractures.

### André Vésale\*\*\*

André Vésale (1514-1564) est médecin, venu des Pays-Bas espagnols (né à Bruxelles). Son père est le médecin de Charles Quint. André étudie à Paris, Louvain et Padoue avec les meilleurs professeurs de médecine de l'époque. Il enseigne à Louvain à la fin de ses études, où il réintroduit la pratique de l'anatomie. Il devient ensuite professeur de chirurgie et d'anatomie à Padoue, et prend l'habitude de pratiquer les dissections lui-même. Les corps se font souvent rares, jusqu'à ce que Contarini, juge à la Cour criminelle de Padoue, intéressé par ses travaux, lui fournisse les corps des criminels exécutés. Ce sont à grâce à ses nombreuses dissections qu'il accumule le savoir nécessaire à la critique de Galien. En 1543, il publie le *De humani corporis fabrica (La fabrique humaine)*, dans lequel les illustrations sont légion, avec de grandes planches anatomiques. Dans le corps du texte, il critique le travail de Galien, dont il fait ressortir les incohérences. Vésale passe sa vie entre Padoue et Paris, où son ancien professeur Jacques Dubois devient son principal adversaire. De 1543 à 1555, il occupe le poste de médecin de l'empereur Charles Quint, son protecteur. Il applique ses connaissances à la chirurgie sur les champs de bataille. En 1544, lors d'un voyage de démonstrations à Pise, Come Ier de Toscane tente de le recruter. Après l'abdication de Charles Quint, il devient le médecin de Philippe II et de sa cour. Il est vu de son temps comme un des meilleurs médecins du monde. En 1559, il est appelé en urgence à Paris pour soigner la blessure d'Henri II, sans succès.

### Blaise Pascal\*

Blaise Pascal (1623-1662) vient de la famille d'un conseiller à la cour des aides de Clermont. Pascal ne va pas à l'école : il est instruit par son père, et fréquente très jeune le cercle de Mersenne. S'intéressant aux mathématiques, il écrit à 16 ans un *Traité des coniques*. A 19 ans, il met au point une machine à calculer, la « pascaline », destinée à faciliter le travail de son père. En 1649, il obtient un privilège royal punissant la contrefaçon de sa machine d'une forte amende. Dans le même temps, il s'intéresse à la question du vide, puis approfondit les recherches de Torricelli (l'inventeur du baromètre à mercure) sur la densité des fluides. En 1648, il affirme ses théories sur la pesanteur. Avec ces expériences, Pascal remet en cause les savoirs de l'Église, tout en argumentant de nouvelles démarches scientifiques. Pascal affirme dans la préface de son *Traité du vide* (1651) que la physique est une science d'expérience et d'hypothèse. En 1654, Pascal vit une « nuit mystique », expérience qui le convainc de s'éloigner de la vie mondaine, mais pas de sa vie de savant. En 1658, il lance un concours sur la cycloïde, proposant un prix pour la résolution de la quadrature du cercle : le concours connaît un grand succès et révèle l'intérêt de la communauté savante. En proposant ce concours, Pascal alimente les échanges à l'échelle européenne : John Wallis, Christopher Wren et Christian Huygens font partie des compétiteurs. À la fin des années 1650, la santé fragile de Blaise Pascal se dégrade. Il meurt en 1662 à 39 ans.

### Christian Huygens\*\*\*

Né à La Haye, Christiaan Huygens est issu d'une famille très importante étroitement liée à la Maison d'Orange. Il reçoit une excellente éducation à laquelle participe activement son père Constantin Huygens qui est en relation épistolaire avec des individus comme René Descartes ou Marin Mersenne dans le cas de la France. Ainsi, dès l'âge de 20 ans Christiaan Huygens peut se consacrer entièrement à la science.

Sa carrière se divise en 3 grandes étapes : à la Haye chez son père de 1650 à 1666, puis de 1666 à 1681 à la Bibliothèque du roi de France à Paris où il participe aux travaux de l'Académie royale des sciences, et enfin vers La Haye où finit de rédiger son *Traité de la lumière* entre 1681 à 1695. Il visite à plusieurs reprises les villes de Paris et de Londres où se trouvent de nombreux scientifiques.

Dès 1655, il avait publié un petit traité remarquable sur la quadrature du cercle, et il était le premier à avoir observé un satellite de Saturne (Titan), grâce à la lunette construite à La Haye. Mais le milieu parisien lui apprend beaucoup (cf. premier voyage à Paris). Il vit longuement Gassendi, l'astronome Ismaël Boulliau, le mathématicien Gilles Personne de Roberval. Il repartit en étant informé sur les travaux de Girard Desargues, de Pascal et de Fermat, notamment sur les problèmes récents relatifs aux jeux de hasard. Mais c'est lors de sa visite à Paris en 1663 qu'il s'insère durablement dans la République des lettres où il en profite pour renforcer ses contacts avec les réseaux de savants parisiens.

C'est en grand seigneur de la science que Huygens fut accueilli à Paris le 21 avril 1666 pour participer à la fondation de l'Académie royale, conformément à la politique de Colbert qui souhaitait s'appuyer sur les meilleurs scientifiques français et européens. Doté de la pension la plus élevée à l'Académie royale des sciences, il était le seul à être logé à la Bibliothèque du roi, avec un appartement comportant un laboratoire particulier. La France n'eut pas à regretter ces libéralités exceptionnelles. L'Académie lui dut la contribution la plus efficace à l'orientation et à l'organisation méthodique de ses travaux, et c'est à Paris que Huygens élabora ses œuvres les plus marquantes entre 1667 et 1683.

Il contribua ainsi au perfectionnement des instruments d'observation et l'invention des dispositifs micrométriques nécessaires à l'astronomie de précision. Peu après avoir définitivement au point l'horloge à pendule, son *Traité des horloges* (*Horologium oscillatorium* dédié au roi de France) paraît en 1673 sous la devise *Experientia ac ratio* et, en contact avec les techniciens, Huygens ne cesse de perfectionner les mécanismes d'échappement transférant aux ressorts spiraux les propriétés d'isochronisme du pendule

cycloïdal. Deux ans plus tard, il invente les montres à ressort spiral réglant. Il publie les règles du choc élastique et, prenant une place éminente dans les discussions sur la cause de la pesanteur, il donne corps à la fiction cartésienne des tourbillons par la réalité de la force centrifuge. Il fait construire de nouvelles machines pneumatiques et multiplie avec Denis Papin les expériences sous le vide. Il informe ses collègues français des travaux effectués en Angleterre, de James Gregory sur les quadratures circulaires et hyperboliques, de Newton sur les couleurs. La théorie de la lumière le retient cependant d'une autre manière que Newton, parce qu'il est le premier à expérimenter la double réfraction du spath d'Islande et que ce phénomène lui interdit de se confier à l'indice de réfraction avant d'avoir élucidé ce dont cet indice est le signe. Il découvre, en 1677, le principe des ondes enveloppes fondé sur la vitesse de propagation et rédige la plus grande partie de son *Traité sur la Lumière*. Il retourne aux Provinces-Unies en 1681 pour raison de santé, il se trouve à La Haye lorsque Colbert meurt en 1683, la révocation de l'Édit de Nantes en 1685 l'empêche de revenir à Paris. Hormis un séjour à Londres en 1689, Huygens ne quitta plus les Provinces Unies jusqu'à sa mort à La Haye en 1695.

Christian Huygens a constitué une véritable physique mathématique, c'est lors de son long séjour parisien (1667-1683) que son œuvre scientifique est la plus féconde. Christiaan Huygens attache beaucoup d'importance aux implications techniques de ses découvertes, notamment dans le cas de la construction des horloges où il fallait donner une forme cycloïdale aux lames courbes entre lesquelles doit osciller un pendule pour rendre la période des oscillations théoriquement indépendante de leur amplitude. Cette préoccupation se ressent notamment à travers sa correspondance avec les autres membres de la République des lettres, notamment à propos du fonctionnement des horloges lorsqu'il échange avec l'Anglais Robert Moray entre janvier et avril 1666.

#### **Christophorus Clavius\*\***

Christopher Clavius (1537-1612) est un mathématicien jésuite allemand, dont on ne sait pas grand chose des débuts. Il naît dans une région du Saint-Empire restée catholique, entourée de principautés protestantes. En 1555, Clavius est admis chez les Jésuites à Rome ; en 1556, il est envoyé à l'université de Coïmbra, au Portugal. Il s'y spécialise en mathématiques. En 1560, il retourne à Rome, où il décide de travailler à l'astronomie. Il devient membre 'plein' de l'ordre en 1575, et commence à enseigner les maths au Collège romain, qu'il ne quitte presque plus jusque 1612 (sauf pour un voyage de deux ans à Naples). Dans ses ouvrages, il s'oppose au système copernicien en réaffirmant le système ptoléméen. Il rencontre Galilée en 1587, et n'aura de cesse que de s'opposer à lui, jusqu'à sa mort. Il fait partie des plus fervents « soldats » de la Réforme catholique et de la Compagnie de Jésus.

#### **Denis Diderot\***

Denis Diderot (1713-1784) est un philosophe et encyclopédiste français, extrêmement renommé de son vivant. Il naît à Langres en octobre 1713, dans une famille bourgeoise industrielle. Après d'excellentes études chez les Jésuites, il vient à Paris en 1728-29, où il continue ses études. On sait qu'il est maître ès arts en 1732, qu'il apprend l'anglais et les mathématiques. En 1742, il publie une traduction de l'*Histoire de la Grèce* de Temple Stanyan, et se lie avec Rousseau. La traduction ponctue le début de sa carrière, bon moyen de vivre quand, comme lui, on ne dispose ni de pension, ni de mécène. Il publie à la fin des années 1740 ses propres œuvres philosophiques, avec les *Pensées philosophiques* (1748). À partir de 1747, il est affairé avec d'Alembert, depuis Londres, à mener à bien le projet de l'*Encyclopédie*. Après avoir publié sa *Lettre sur les aveugles*, où il s'affirme athée et matérialiste, il est jeté en prison à Vincennes (juin 1749), où il reçoit la visite de Rousseau, ce qui prêche encore à polémique, et où il reste jusqu'au mois de novembre. Les années 1750 sont celles de l'*Encyclopédie*, des condamnations et des polémiques. À la fin des années 1750, d'Alembert quitte le navire, laissant Diderot seul dans l'entreprise. En 1765, avec la publication du dernier volume, Diderot se libère de l'*Encyclopédie*, reprenant sa carrière propre à temps

plein. Entre 1773 et 1775, Diderot voyage, séjourne à La Haye et à la cour de Catherine II (Suède). Rentré à Paris en 1776, il publie plusieurs œuvres historiques, avant de décliner physiquement. En juillet 1780, Diderot s'éteint dans son sommeil.

### Emilie du Châtelet\*

Femme de lettres et de sciences, et mathématicienne française, née le 17 décembre 1706 à Paris, morte le 10 septembre 1749 à Lunéville. Le 12 juin 1725, Gabrielle Émilie Le Tonnelier de Breteuil épouse le marquis Florent Claude du Châtelet, gouverneur de Semur-en-Auxois, dont elle aura trois enfants : Françoise-Gabrielle Pauline (1726-1754), Louis-Marie Florent (1727-1793) et Victor-Esprit (1734-mort en bas âge). Le marquis se tourne ensuite vers la carrière militaire et ne voit plus sa femme que de loin en loin. En 1730, Madame du Châtelet regagne Paris où elle retrouve les étourdissements de la vie mondaine. Elle a plusieurs amants avant de se lier avec Voltaire en 1733. Elle tire ce personnage au caractère excessif de divers mauvais pas, tant sur le plan politique que sur le plan personnel, notamment après la publication des *Lettres philosophiques* en 1734. Voltaire quitte la ville cette même année afin d'éviter un mandat d'arrêt et trouve refuge chez Madame du Châtelet au château de Cirey, alors en Lorraine (auj. Haute-Marne). Dans ce refuge, tous deux poursuivent leurs écrits et discussions philosophiques et scientifiques. En 1738, Madame du Châtelet et Voltaire sont en lice pour un prix offert par l'Académie des sciences. Il s'agit de rédiger un essai sur la nature du feu. Le prix revient à l'Allemand Leonhard Euler, mais cela n'empêche pas pour autant la publication en 1744, aux frais de l'Académie, de la *Dissertation sur la nature et la propagation du feu* de Madame du Châtelet. Elle écrit par ailleurs divers traités scientifiques et de nombreux ouvrages sur la religion et la philosophie (*Discours sur le bonheur*, vers 1746), publiés à titre posthume.

Voltaire et Madame du Châtelet continuent de vivre ensemble, malgré une liaison de celle-ci avec le poète Jean-François de Saint-Lambert. Lorsqu'elle meurt à la cour de Stanislas Leszczyński, duc de Lorraine, en donnant naissance à un enfant, Voltaire, Jean-François de Saint-Lambert et son mari sont à son chevet. De 1745 jusqu'à sa mort, elle aura travaillé sans arrêt à la traduction des *Principia Mathematica* d'Isaac Newton. Partiellement publiée en 1756 sous la direction du mathématicien français Alexis Claude Clairaut (1713-1765), cette traduction comporte une préface rédigée par Voltaire. L'ouvrage complet, publié en 1759, demeurera longtemps la seule traduction française des *Principia*.

### Fontenelle\*\*

Bernard de Fontenelle (1657-1757) marque le croisement de la littérature et des sciences, quelque part dans une œuvre qui se veut vulgarisatrice. En l'annexant à la littérature, Fontenelle veut que la science devienne assimilable à l'honnête homme qui a le droit d'être initié, mais aussi le devoir de s'ouvrir aux disciplines nouvelles. Homme des Lumières dont il est même l'un des précurseurs, il annonce la vision du monde sous le prisme du progrès.

Fontenelle vient d'une famille rouennaise de robins (parlementaires). Il est le neveu de Pierre et Thomas Corneille ; Thomas l'engage en 1677 comme collaborateur au *Mercure Galant*. Fontenelle tente d'écrire du théâtre, sans succès, avant de publier quelques œuvres romanesques aux sujets politiques et utopiques dans les années 1680. En 1691, il est élu membre de l'Académie française, avant d'être reçu à l'Académie des Sciences en 1697. En 1699, au moment de la fondation de l'ARS, il en devient le secrétaire perpétuel et l'auteur principal de l'*Histoire de l'Académie Royale des Sciences*. En 1715, il publie les *Éloges des académiciens*, soixante-dix portraits élogieux consacrés à la mémoire d'académiciens décédés. Il fait également publier, en 1743, ses *Réflexions sur l'argument de M. Pascal et de M. Locke concernant la possibilité d'une vie à venir*. L'un des leitmotivs de son œuvre, c'est l'existence de Dieu et un ton antireligieux très fort.

### Francis Bacon\*\*\*

Francis Bacon (1561-1626) est le fils de Sir Nicholas Bacon qui était lord-gardien du Sceau d'Élisabeth Ière, proche du comte d'Essex, favori de la reine. Francis Bacon naît donc dans une famille qui a déjà fourni à la Couronne anglaise quelques grands serviteurs mais qui n'appartient pas à la noblesse terrienne. Francis Bacon fut élève de Trinity College (Cambridge) et étudia le droit à Gray's Inn (Londres). Il séjourna en France de 1576 à 1578 (ou 1579) auprès de l'ambassadeur de la reine Élisabeth à Paris. Il devint membre du Parlement en 1584. En 1593, il s'opposa à la Chambre des Communes aux exigences fiscales du gouvernement, chose que la reine ne lui pardonna pas. En 1597, il écrit un premier petit volume contenant « des Essais moraux et politiques ». De 1603 à 1607, il se croit définitivement écarté des charges politiques, il entreprend donc d'écrire l'essai *Du progrès et de la promotion des savoirs* publié en 1605. Il est cependant fait chevalier en 1603 et revient en grâce en 1607 du fait de sa prise de position énergique en faveur de l'union étroite entre l'Angleterre et l'Écosse. Il est nommé solliciteur général de la Couronne, puis promu attorney général. Francis Bacon est partisan d'un pouvoir monarchique fort qui dispose de tous moyens nécessaires pour réaliser les réformes qu'il juge indispensable, il prône une collaboration harmonieuse entre la monarchie, le parlement et le peuple. Avocat et juriste de profession, Francis Bacon devient garde des sceaux en 1617 sous Jacques Ier, puis *lord chancellor* en 1618 grâce au duc de Buckingham, favori du roi. Parallèlement, il devient baron de Verulam en 1618 et vicomte de Saint-Albans en 1620/1. Mais il tombe en disgrâce en 1621 après avoir été soupçonné de corruption dans le cadre de ses fonctions judiciaires. Grand promoteur de la science, Francis Bacon meurt en 1626 à 56 ans, moins d'une semaine après avoir tenté par temps de neige une expérience de durcissement et de conservation de la viande par le froid.

Francis Bacon n'est pas un homme science à proprement parler, son œuvre est fragmentée et dispersée. C'est une œuvre philosophique dont le plus gros a été élaborée entre 1621 et 1626 : il s'agit de l'*Instauratio Magna* qui devait être la synthèse encyclopédique de la totalité du savoir et poser le fondement d'une nouvelle méthode d'acquisition des connaissances. Cet ouvrage est resté à l'état d'ébauche dont la plus importante est le *Novum Organum* qui met l'accent sur l'expérience comme point de départ de toute la connaissance et revendique une démarche inductive de la science fondée sur l'expérience. Il estime que cette méthode permet d'aboutir à la réalisation d'œuvres utiles à la vie humaine. C'est cet ouvrage qui a contribué à populariser l'étude des sciences de la nature. Figure aussi la *Nouvelle Atlantide* qui, inachevée, présente une société utopique où la science est à la fois recherchée par les citoyens et constitue la condition de la paix entre les hommes. L'œuvre de Francis Bacon a eu une grande postérité en donnant rapidement naissance à baconistes, c'est-à-dire des adeptes de Francis Bacon, notamment au sein de la Royal Society.

### François Rabelais\*

François Rabelais (1483-1553) est l'une des figures les plus fortes de l'humanisme français, savant polymathe, moine, polémiste et subversif. Sa vie comme son œuvre ne rentrent dans aucune case : Rabelais peut être employé au traitement de bien des sujets. Son père était avocat royal dans les pays de la Loire, à un moment où la Touraine était encore capitale politique du royaume. En 1510, il entre chez les Cordeliers près d'Angers ; en 1521, il devient officiellement moine. Hellénisant, on lui retire ses livres de grec lorsqu'il arrive dans son nouveau monastère de Fontenay-le-Comte, ce qui le pousse à changer de monastère. En 1524, il entre chez les bénédictins de Maillezais et sous la protection de l'évêque Geoffroy d'Estissac, qui va le financer et le protéger pendant de longues années.

Rabelais, au début des années 1530, quitte l'habit de moine (en gardant son bénéfice ecclésiastique) pour s'inscrire à la faculté de médecine de Montpellier. En novembre 1532, il est nommé médecin à l'hôtel-Dieu de Lyon, où il rencontre un milieu d'imprimeurs extrêmement dynamique. La même année, il

publie des éditions savantes d'Hippocrate et de Galien, ainsi que *Pantagruel*, son premier roman, livre populaire et facétieux. Ces deux activités en apparence totalement opposées ne le sont pas dans la tête de Rabelais : pour lui, le rire est une thérapie.

En 1534, il s'embarque pour Rome dans la suite de l'évêque Jean du Bellay, qui y part en ambassade à la suite de l'entrevue de Marseille entre le pape et le roi de France, en tant que médecin. À Rome, il rencontre des milieux savants venus de toute l'Europe, notamment Guillaume Pellicier, évêque de Montpellier. Il se fait observateur politique, en même temps qu'il donne une suite à *Pantagruel* : ce sera *Gargantua*. A son retour en France (1537), Rabelais se consacre entièrement à la médecine. Il est reçu docteur en médecine à Lyon en 1537. En 1539, il retourne en Italie, dans la suite de Guillaume du Bellay, le frère du précédent, envoyé par François Ier comme gouverneur du Piémont. Il réactive ses liens avec Guillaume Pellicier, alors ambassadeur de France à Venise, pour obtenir des manuscrits anciens.

La fin de la vie de Rabelais est marquée par les condamnations et la censure. En 1543 et en 1544, *Pantagruel* puis *Gargantua* sont censurés ; en 1546, le *Tiers livre* est aussitôt dénoncé pour hérésie. Rabelais se réfugie alors à Metz, dans les terres du Saint-Empire, avant de retourner à Rome sous la protection de Jean du Bellay (1547). En 1551, Jean du Bellay lui confère les bénéfices des cures de Meudon et de Saint-Christophe-du-Jambet, bénéfices qui lui permettent de finir sa vie : il meurt à Paris en 1553.

### Galilée\*\*\*

Galileo Galilei (1564-1642) est né à Pise dans une famille modeste issue d'une ancienne noblesse florentine dont les ressources avaient subi de sérieux revers. Il fit ses premières études auprès de son père, qui était un musicologue averti, et manifesta de bonne heure, outre son goût pour la musique et le dessin, une habileté manuelle remarquable dans la construction d'instruments. Sa famille s'étant établie à Florence en 1574, il fit ses classes au monastère de Santa Maria de Vallombrosa où il faillit rester comme novice. Son père le reprit en 1579, à cause des soins que nécessitait une grave ophtalmie, et le dirigea vers la profession médicale. Entré avec cette intention à l'université de Pise en 1581, il supporta fort mal l'enseignement à base de discussions livresques, qui y était proposé et se tourna résolument vers les mathématiques, sous l'influence d'un maître sans grand savoir, mais bon pédagogue. Il quitta Pise en 1585 sans aucun diplôme, mais riche d'une culture répondant à l'idéal humaniste. Il s'était nourri des dialogues de Platon et avait médité sur l'isochronisme des oscillations du pendule.

À Florence, où il était revenu, Galilée poursuivit des recherches sur le centre de gravité de certains solides, ainsi que sur la balance hydrostatique d'Archimède, et se fit connaître par des exercices littéraires et des conférences publiques, notamment sur Dante, le Tasse et l'Arioste. C'est à l'absence de structures universitaires précises dans l'enseignement des mathématiques qu'il dut de pouvoir poser sa candidature de professeur dans diverses universités et d'obtenir en définitive une chaire à Pise, en 1589, sur la recommandation du mathématicien et mécanicien Guidobaldo del Monte.

Son dernier séjour dans sa ville natale ne dura que trois ans, car les conflits avec le milieu de l'Université ne tardèrent pas à l'obliger à partir ; c'est alors qu'il commença à faire œuvre originale, rédigeant un premier traité de mécanique où, malgré la permanence de conceptions traditionnelles, sont introduites des idées nouvelles et fondamentales pour la science future.

Informé, en juin 1609, par le Français Jacques Baudouère, des propriétés d'un instrument d'optique récemment apparu aux Pays-Bas, Galilée s'appliqua aussitôt à le construire à partir des données sommaires qui lui étaient communiquées : association de deux lentilles, l'une convergente, l'autre divergente. Il ne tarda pas à obtenir un résultat supérieur à celui des artisans hollandais, avec un grossissement linéaire de 30. Dès le 21 août, il fit de sa longue-vue une présentation spectaculaire à quelques patriciens de Venise, bien qu'il ignorât le fonctionnement exact de l'instrument et les aberrations

diverses qui l'affectent avec l'augmentation du grossissement. À l'automne, tandis que Kepler venait de publier les deux premières de ses célèbres lois cinématiques du mouvement des planètes, il entreprit d'utiliser l'appareil pour explorer le ciel. C'est avec une rapidité surprenante qu'il réunit en quelques mois la matière d'un petit ouvrage appelé à un immense retentissement. Publié le 12 mars 1610, le *Sidereus Nuncius* (*Le Messager céleste*) apporte, en une centaine de pages, de quoi révolutionner l'astronomie commune.

Malgré les efforts faits à Venise pour le retenir, malgré les avis de quelques amis soucieux de sa liberté intellectuelle, Galilée suivit la voie ouverte par sa propre diplomatie et s'installa à Florence, en septembre 1610, avec le titre de premier mathématicien et philosophe du grand-duc. À la fin de 1615, il se rendit à Rome pour essayer de conjurer une décision fâcheuse, il y parla ouvertement en faveur des arguments convergents que permettaient ses observations en faveur des théories coperniciennes, mais, malgré son talent, il n'obtint pas la conviction ferme d'un nombre suffisant de personnes influentes. Le 3 mars 1616, l'œuvre de Copernic fut mise à l'Index. Son prestige et ses relations avaient évité que Galilée fût mentionné dans les attendus du décret, mais on l'informa officiellement de la nécessité de s'abstenir désormais de toute discussion concernant le système du monde.

De retour à Florence, il tint compte de l'événement et aborda d'autres sujets de recherche, notamment le problème de la détermination des longitudes en mer, tandis que, l'une après l'autre, ses deux filles entraient en religion. L'année suivante, en 1624, Galilée se rendit à Rome pour exposer à Urbain VIII l'intérêt qu'il y aurait à publier un ouvrage où les thèses relatives au système du monde seraient présentées contradictoirement. Le projet ne déplut pas. Il fut seulement précisé à l'auteur qu'il devait être objectif, c'est-à-dire n'avantager aucune des théories en présence. Au fur et à mesure de la réalisation de son dessein, Galilée eut à mener des négociations difficiles, mais le quiproquo provenant de ce qu'il ne comprenait pas l'objectivité de la même manière que les autorités romaines se poursuivit jusqu'à la publication, en février 1632, de son célèbre *Dialogue sur les deux grands systèmes du monde* (*Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo, tolemaico e copernicano*).

Écrit en langue vulgaire, et dans un style alerte, souvent ironique et mordant, qui fait rendre à son genre littéraire tous ses effets, l'ouvrage prenait parti, et, bien que certaines de ses assertions, notamment l'interprétation du phénomène des marées comme preuve positive du mouvement de la Terre, soient erronées, il avait dans l'ensemble une vigueur démonstrative considérable. Urbain VIII pouvait s'y reconnaître sous les traits de Simplicio, l'aristotélicien trop soucieux de défendre la tradition, et Galilée perdit les puissants appuis dont il avait bénéficié jusque-là. D'où l'organisation et la tenue de son procès à partir de la fin de l'année 1632. Condamné le 22 juin 1633, Galilée ne connaîtra jusqu'à sa mort que des résidences surveillées, mais, d'une part, il fera l'admiration d'un nombre toujours croissant d'esprits à travers l'Europe, par la dignité et la noblesse de son attitude, d'autre part, la surveillance n'ira jamais jusqu'à interdire son travail. C'est la recrudescence de ses maux physiques, accompagnée à la fin de 1637 de la perte complète de la vue, qui fut pour lui le principal obstacle.

Grâce au gallicanisme, le décret du Saint-Office ne fut pas enregistré en France où, sous le couvert des franchises des parlements, les ouvrages de Galilée passèrent assez librement. Ils y trouvèrent de puissants protecteurs, tel le célèbre religieux minime Mersenne, qui surent avec précaution assurer la diffusion de leur message scientifique. Lorsqu'en 1638 Galilée couronna son œuvre en publiant à Leyde ses *Discorsi* (*Discours et démonstrations mathématiques concernant deux nouvelles sciences touchant la mécanique et les mouvements locaux*), c'est par Paris que passe son manuscrit, en y laissant une influence profonde.

Il n'a pas inventé la lunette, mais il a considérablement amélioré cet instrument par voie empirique, et croyant, malgré l'absence de théorie de l'appareil, à la réalité de ce que l'on voit à travers, il n'a pas hésité à le tourner vers les cieux. Ce qu'il a vu demeure encore aujourd'hui un modèle d'observation

critique et méritait de bouleverser les conceptions de son temps. Il a fait confiance aux suggestions de l'observation pour conjuguer l'analyse et les contrôles expérimentaux rudimentaires en ce qui concerne l'oscillation du pendule, la chute des corps, la trajectoire des projectiles, et, s'il n'a rien laissé de définitif pour la nouvelle science de la mécanique qui devait devenir le prototype de toutes les autres, il a suffisamment mis en valeur des thèmes, porté l'attention sur les phénomènes fondamentaux, ébauché des lois, pour que les principales œuvres scientifiques de la fin de son siècle soient impensables sans référence à lui. Lui qui avait lancé l'idée que la langue mathématique permet de lire le grand livre de la nature, il n'a pas participé au perfectionnement de cette langue qui, par l'algèbre, s'accomplissait en son temps, mais il a écrit sur les suites et sur les sommes infinies, sur les infiniment petits, des pages magistrales où une mathématique entièrement nouvelle se dessinait.

### Gilles Ménage\*

Avocat de formation, Gilles Ménage (1613-1692) commence sa carrière au Parlement de Poitiers, puis de Paris. Mais l'avocature ne le sied guère : il préfère les lettres. Il s'occupe donc, dans les années 1630, d'obtenir un bénéfice ecclésiastique, dont le revenu lui permet de se livrer aux études de grammaire et de lettres. Prieur, il entre dans les milieux ecclésiastiques parisiens, notamment celui du futur cardinal, Jean-François de Gondî. Sans jamais être prêtre, il devient abbé : ses confortables revenus ecclésiastiques lui permettent dès lors de donner tout son temps aux études et à la vie de salon. C'est un abbé fort savant, mais un peu trop mondain (péteux même), ce qui lui vaudra notamment d'être source d'inspiration pour le personnage de Vladius dans les *Femmes savantes* de Molière. Les femmes justement, c'est l'un des péchés favoris de Gilles Ménage : c'est par elles qu'il s'insère dans les milieux parisiens.

Très tôt renommé pour son érudition et redouté pour son esprit, il est devenu un personnage important. La *Requête des dictionnaires* (ou Le Parnasse alarmé), satire en vers burlesques qui, imprimée en 1649, court sous le manteau depuis plus de dix ans, lui a fermé pour toujours les portes de l'Académie française ; mais le monde des gens de lettres se rend aux soirées qu'il donne régulièrement le mercredi — d'où leur nom de mercuriales. Le vrai mérite de Gilles Ménage, c'est sa qualité de philologue : ses *Origines de la langue française* montrent une curiosité et une perspicacité inédites, ouvrant notamment la discipline de la philologie comparée. En 1672, Ménage publie ses *Observations sur la langue française* : il n'y néglige aucun des aspects de la grammaire, et ses doubles qualités d'érudit et d'homme du monde lui permettent d'y manifester à la fois une connaissance précise du passé de la langue et une connaissance sûre de l'usage présent.

Les querelles que provoque ou que s'attire cet homme en vue, par son tempérament de polémiste et ses travers, font beaucoup de bruit : la dispute de Vadius (en qui Ménage aura l'esprit de ne pas se reconnaître) et de Trissotin n'est qu'un écho des innombrables démêlés qui l'opposent à ses confrères. Chacun de ses ouvrages est le signal d'une nouvelle polémique : la *Requête*, avec toute l'Académie ; les *Observations*, avec le père Bouhours. De 1655 à 1660, l'Avis à Ménage sur une églogue intitulée Christine de Gilles Boileau, puis un pamphlet bien plus virulent de l'abbé Cotin, La Ménagerie, précipitent la division — pour des motifs politiques autant que pour des rivalités et des inimitiés d'auteurs — du monde littéraire en deux clans. Ménage se retrouve, face à Chapelain, du côté des pensionnés de Fouquet et des salons précieux. La chute du surintendant, à qui Ménage restera fidèle dans sa disgrâce, et le déclin de la préciosité explique en partie la caricature qu'on a pu faire de lui.

### Giordano Bruno\*

Giordano Bruno (1548-1600) est un symbole, celui d'une « victime » de la Réforme catholique et du cardinal Bellarmin. Né à Nola, il entre au couvent dominicain de Naples en 1565, en sort définitivement en 1576 à la suite de deux procès. En 1579, il est à Genève, où il se convertit au calvinisme. Il enseigne ensuite à Toulouse, puis à Paris, où Henri III crée pour lui une chaire extraordinaire à la Sorbonne. En

1584, il accompagne l'ambassadeur du roi de France en Angleterre, où il rencontre la reine Élisabeth et débat avec les docteurs d'Oxford. Il repasse par Paris en 1586, il ère ensuite dans les terres impériales pendant sept ans. Il est à Venise en 1591, invité pour enseigner la géométrie : son mécène d'alors, le patricien vénitien Zuane Mocenigo, le dénonce à l'Inquisition et le livre (mai 1592). Bruno passe les dernières années de sa vie dans les cahots de l'Inquisition romaine, soumis à la torture, jusqu'à sa condamnation à mort en février 1600. Le 17 février, on lui arrache la langue, avant de le brûler vif au Campo dei Fiori.

Dès 1584 (*Le Banquet des cendres*), Bruno adhère, contre la cosmologie d'Aristote, à la cosmologie de Copernic (1543), à l'héliocentrisme : double mouvement des planètes sur elles-mêmes et autour du Soleil, au centre. Mais il va plus loin : il veut renoncer à l'idée de centre : pour lui, chaque étoile est un soleil semblable au nôtre, et comme il établit que le monde est infini, il n'y a aucune limite au nombre de systèmes. Bruno est le premier à postuler, contre la doctrine de l'Église de l'époque, la « pluralité de mondes habités » dans son ouvrage *De l'Infinito universo et Mondi*. Il postule que les étoiles sont des soleils, plus petits car éloignés, et que ceux-ci peuvent abriter d'autres créatures à l'image de Dieu. C'est en partie ce qui l'amène devant l'Inquisition...

### Guillaume Pellicier

Guillaume Pellicier (1494-1568) grandit près de Montpellier, sous la surveillance de son oncle, l'évêque de Maguelonne. Pellicier fréquente diverses écoles de France et d'Italie, parcourt le vaste cercle des études qui constituaient l'érudition du XVI<sup>e</sup> siècle. Il apprend le latin, le grec, le syriaque et l'hébreu : il passait d'ailleurs pour l'un des meilleurs latinistes de son temps. Cette connaissance de la langue latine, il l'emploie à la réinterprétation des savoirs antiques et à l'histoire naturelle, notamment autour d'une édition des œuvres de Pline l'Ancien. Conseiller de Guillaume Rondelet, l'un des naturalistes les plus connus de l'époque, reconnaît volontiers le rôle majeur de Pellicier dans la tenue de ses travaux sur les animaux (notamment le poisson). Ces travaux, il les finance par le biais de bénéfices ecclésiastiques, obtenus non sans l'appui de son oncle. Après avoir été chanoine, il remplace son oncle à la tête de l'évêché de Maguelonne. À peu près à la même période, il s'attache l'affection de Marguerite d'Angoulême, reine de Navarre et sœur de François I<sup>er</sup>, très intéressée par son érudition. En 1529, il fait partie des prélats chargés d'accompagner Louise de Savoie à la signature du traité de Cambrai (la « paix des Dames »). En 1533, le roi le rencontre lors d'une visite à Montpellier, puis Pellicier suit la cour à Marseille, sommet diplomatique où il peut rencontrer Clément VII, assister au mariage de Catherine de Médicis et du futur Henri II : il s'y assure la fonction d'évêque de Montpellier. Guillaume Pellicier se rend à Rome, où il reste de 1534 à 1537 : il y consacre tout son temps à l'étude de l'antiquité et au commerce des savants italiens. Parfait courtisan, il s'insère dans les bons réseaux, se fait nombre d'amis et de connaissances parmi les milieux intellectuels et politiques italiens. À Rome, il rencontre l'imprimeur vénitien Paul Manuce, qui s'intéresse alors déjà à l'édition des correspondances de Cicéron.

En 1538, lorsqu'il s'agit de trouver un nouvel ambassadeur de France à Venise, Pellicier paraît le candidat idéal. Les ambassadeurs à Venise étaient notamment chargés de récolter des manuscrits grecs et latins venus d'Orient, afin de les envoyer à la bibliothèque du Collège royal (alors tenue par Guillaume Budé). Érudit autant que familier des milieux diplomatiques, le choix de Pellicier paraît évident. Le moment est certes difficile (toute l'Europe est aux portes de la guerre et Charles Quint menace d'exploser à tout moment), mais la « diplomatie » naturelle de cet homme de lettres semble idéale. À Venise, Pellicier retrouve les cercles savants, notamment de langue grec (les savants orientaux réfugiés à Venise par le biais du Stato da Mar), mais aussi son ami imprimeur, Paul Manuce. Il passe son temps entre ses occupations politiques (relations avec le Sénat vénitien) et ses occupations savantes. Ambassadeur (intermédiaire politique), mais aussi savant, il se sert de ses fonctions politiques pour protéger ses amis, notamment

Manuce, quand celui-ci a des problèmes judiciaires en 1541. Pellicier écrit alors une lettre à Guillaume du Bellay, gouverneur du Piémont pour François I<sup>er</sup>, et recommande Manuce à Du Bellay, et par extension au roi de France. L'intermédiation fonctionne : en 1542, c'est à François I<sup>er</sup> que s'adresse l'imprimeur et érudit vénitien dans la préface de son second volume des *Correspondances* de Cicéron. Guillaume Pellicier donc, c'est un érudit, qui se sert de ses réseaux politiques pour occuper des fonctions diplomatiques, mais pas n'importe lesquelles : celles qui correspondent à ses activités scientifiques. Voyageur, il est parfaitement inséré dans les cercles savants et les cercles de cour. Intermédiaire en tant qu'ambassadeur, il se sert de ses charges et réseaux politiques pour « rendre service » à des amis érudits, se transformant lui-même en une sorte de « patron » scientifique.

### **Henry Oldenburg\*\***

Henry Oldenburg (1616-1677) est un diplomate et homme de science d'origine allemande, premier secrétaire de la Royal Society, connu pour avoir établi un vaste réseau de coopération et d'échanges entre savants européens au XVII<sup>e</sup> siècle. Le cœur de sa carrière tient à son rôle de secrétaire de la Royal Society – où il est administrateur, éditeur et 'entrepreneur' intellectuel -, mais il est aussi très connu par ses activités épistolaires. Il est à l'initiative de nombreux travaux scientifiques ; il est également traducteur.

Né en Allemagne, il fait des études de théologie et apprend l'anglais, le français et l'italien. Une mission diplomatique auprès d'Oliver Cromwell le conduit en Angleterre : il décide alors de s'installer à Londres. En 1662, il devient l'un des premiers membres de la Royal Society, dont il est nommé secrétaire. Ses réseaux servent alors à connecter les savants d'Europe entière, dont Rasmus Bartholin, Robert Boyle, Comenius, Samuel de Fermat, Thomas Hobbes, Robert Hooke, Huygens, Leibniz, Spinoza, Melchisédech Thévenot ou encore Isaac Vossius. En 1667, cette intense correspondance avec l'étranger lui vaut même un passage dans la tour de Londres. Sur lui, citer Marie Boas Hall, auteure d'une biographie qui fait aujourd'hui référence en 2002.

### **Honoré Fabri**

Honoré Fabri (1607-1688) fut théologien jésuite français, mathématicien, physicien et polémiste. Professeur de philosophie dans un collège jésuite à Arles en 1636, où ses cours attirent de nombreux élèves, il est ensuite nommé à partir de 1638 préfet des classes au Collège royal d'Aix-en-Provence, où il enseigne en précurseur la circulation du sang, avant d'avoir eu connaissance des travaux de William Harvey. Il devient à Arles le chef de file d'un groupe de scientifiques et l'ami fidèle de Pierre Gassendi, avec lequel il échangera une importante correspondance. Il publie à cette époque son cours de physique en six volumes, traitant de l'optique, de l'aimant, du mouvement de la terre, du flux et du reflux de la mer, de l'astronomie, de la botanique et de la géométrie. En 1657, il est élu membre correspondant de l'Accademia del Cimento de Florence. Il a étudié les anneaux de Saturne en 1660 et ouvert une controverse de cinq ans avec Huygens. Fabri ne croit pas que Saturne possède des anneaux mais deux satellites massifs et sombre près de la planète et de deux autres petits satellites brillant plus loin. Après cinq années de discussion, il admet son erreur, s'excuse auprès de Huygens et adopte sa théorie. Au début des années 1670, à Rome, il est emprisonné, accusé d'être cartésien. Grâce à Ricci et au grand-duc de Toscane Léopold II, il est rapidement libéré.

### **Isaac Newton\*\*\***

Mathématicien, physicien et astronome anglais. Fils de propriétaires terriens, le jeune Isaac ne montre aucun intérêt pour le travail de la terre, et entre à l'université de Cambridge en 1661, d'où il sort avec un *master of arts* en 1668. L'année suivante, il est nommé professeur à l'université de Cambridge, succédant à son maître Barrow. Il devient membre de la Royal Society en 1672, et entretient déjà une correspondance fournie avec l'ensemble des scientifiques et savants de son temps. Associé étranger de

l'Académie des sciences de Paris en 1699, président de la Royal Society de 1703 à sa mort, il est ennobli par la reine en 1705. La fin de sa vie est marquée par de vives controverses, dont celles avec Leibniz : l'une sur des questions de philosophie et de théologie, par Samuel Clarke interposé, l'autre sur la priorité quant à l'invention du calcul infinitésimal ou différentiel. Il est intransigeant et impitoyable dans cette dispute, n'hésitant pas à rédiger lui-même, tout en le prétendant œuvre impartiale de la Royal Society, le *Commercium epistolicum*, et à modifier quelques passages des *Principia* sur la deuxième édition pour renforcer sa revendication de priorité.

L'œuvre newtonienne prend racine dans ce qui fut son *annus mirabilis*, en 1665-1666. Il est alors exilé hors de Londres, où la peste fait rage. En mathématiques, en optique et en astronomie, il développe ses premières grandes théories. C'est d'abord la lumière qui l'intéresse (il construit le premier télescope en 1668) : il décrit la dispersion de la lumière blanche par le prisme et la théorie des couleurs. Au même moment, il mûrit quelques réflexions sur la mécanique et les mathématiques (notamment le développement du calcul intégral). Newton demeure célèbre pour sa « découverte » de la gravité : il eut, selon son propre récit, l'idée de la gravitation universelle en voyant tomber une pomme et en pensant que, de même, la Lune tombe sur la Terre mais en est empêchée en même temps par son mouvement propre (d'inertie). Il continue ensuite ses recherches autour des mouvements des corps. Toute l'œuvre scientifique de Newton se présente comme l'explicitation et la continuation directe de ces idées, qui allaient renouveler les mathématiques et créer la mécanique rationnelle, l'optique physique et l'astronomie mathématique. Dans les *Principia* (ou *Principes mathématiques de la philosophie naturelle*, achevés en 1686), Newton présente sa théorie du mouvement des corps et son système monde. Fort de sa position de patron des sciences britanniques à partir de 1703, il connaît une diffusion assez grande. Après sa mort, ses théories sont adoptées largement, donnant lieu à un courant scientifique durable : le newtonisme.

### D'Alembert\*

Jean Le Rond d'Alembert (1717-1783) est mathématicien et philosophe, codirecteur avec Denis Diderot\* de l'*Encyclopédie*. Abandonné par sa mère, le jeune Jean bénéficie tout de même d'une bonne éducation, offerte par des subsides paternels. En pension de quatre à douze ans, puis élève au collège des Quatre-Nations de 1730 à 1735, il reçut de maîtres malebranchistes une éducation janséniste et cartésienne. Bachelier ès arts, il suivit des cours de droit puis de médecine avant de se consacrer définitivement aux mathématiques. Ses premiers travaux le firent remarquer de Clairaut et il entra à l'Académie des sciences comme « associé astronome adjoint » à vingt-quatre ans. Il gagne plusieurs prix en Europe, ses travaux de mathématiques se vendent bien. Sa jeune célébrité lui ouvrit les salons parisiens et il devint un habitué de ceux de Mme Geoffrin, de Mme du Deffand, puis de celui de Julie de Lespinasse, avec laquelle il vécut à partir de 1764 : ce salon où se retrouvaient les « philosophes » était fréquenté notamment par Turgot, Condorcet et des savants étrangers de passage, tels que Hume.

Engagé en 1745 avec Diderot par le libraire Le Breton pour traduire la *Cyclopaedia* de Chambers, d'Alembert s'était lié d'amitié avec Condillac et avec Rousseau, mais il rompit plus tard avec ce dernier. Promu codirecteur « pour la partie mathématique » de l'ouvrage devenu l'*Encyclopédie*, il se trouva amené à participer activement aux débats d'idées de son temps, à tel point qu'il apparut assez rapidement comme le chef de file du « parti philosophique », avec l'appui vigilant de Voltaire, auquel le lia une étroite amitié et avec qui il entretint une volumineuse correspondance. Cible privilégiée des adversaires de l'*Encyclopédie*, d'Alembert entretint par ailleurs des rapports étroits – surtout épistolaires – avec les « souverains éclairés » Frédéric de Prusse et Catherine de Russie. Il refusa toutefois d'entrer à leur service, et déclina la présidence de l'Académie de Berlin que lui offrait Frédéric, la fonction de précepteur de son fils que lui proposait Catherine. Méfiant à l'égard du pouvoir de l'aristocratie, mal vu par la Cour, il est tout de même membre de l'Académie française à partir de 1754 (il en devient le secrétaire perpétuel en 1772). Il y donna

de nombreux éloges historiques, qui constituent une véritable histoire de l'Académie française de 1679 à 1687. Traducteur de Tacite, il donna aussi d'autres contributions littéraires de moindre importance.

### Jérôme Cardan

Girolamo Cardano (1501-1576) (en français Jérôme Cardan) est un naturaliste milanais. Docteur en médecine en 1526, il pratique son art presque aussitôt à Saccolongo, près de Padoue, où il reste près de six ans. En 1529 puis en 1532, il essaie de se faire admettre comme professeur à l'université de Milan, mais le Collège des médecins s'y oppose, arguant de sa bâtardise, et surtout jaloux de sa réputation. En 1534, il est admis comme médecin auprès du chapitre de Saint-Ambroise. Sa renommée ne fait que croître, surtout quand des familles importantes – comme celle du cardinal Borromée – ont pu apprécier ses services. En 1536, on lui offre une chaire de médecine à l'université de Padoue, mais il la refuse pour raison financière. Il refuse aussi d'entrer au service du pape Paul III et du lieutenant général de François Ier, Charles de Cossé. En 1543, il accepte une chaire à l'université de Pavie, puis enseigne à celle de Padoue, mais par intermittence, jusqu'en 1551. Il refuse de nouvelles offres du pape et du roi de Danemark, mais accepte en 1552 de se rendre en Écosse, où il guérit de l'asthme le puissant archevêque d'Édimbourg, John Hamilton, et où il soigne des personnages importants. De retour à Milan, avec une réputation encore accrue et la bourse bien garnie, il décline les offres les plus flatteuses pour se consacrer à son enseignement. On le retrouve en 1559 à Pavie, où il demeure jusqu'en 1562. Mais en 1560, il connaît la pire détresse de sa vie : Giovanni Battista, son fils aîné, son préféré, est exécuté à la suite du meurtre de son épouse, une femme de mauvaise réputation. Outre un poème funèbre, ce drame inspire à Cardan un essai d'anthropologie criminelle, le *De utilitate ex adversis capienda* (Bâle, 1561). Il va quitter définitivement Milan, où il s'était réinstallé, fuyant les persécutions de ses ennemis et les calomnies les plus diverses.

Grâce à la protection du cardinal Borromée, il se fixe à Bologne, où il enseigne la médecine à partir de novembre 1562. Mais la conduite dissolue de son second fils, Aldo, lui cause les pires ennuis ; en 1566, il est même contraint de le dénoncer au tribunal, provoquant ainsi son expulsion du territoire bolonais. Accusé lui-même d'hérésie par le légat pontifical, le cardinal Giovanni Morrone, à la suite de certains écrits – tels un horoscope du Christ et un éloge de Néron –, il doit démissionner. En octobre 1570, il est traduit devant l'Inquisition et, malgré les témoignages de ses disciples, il est condamné à verser une caution de mille huit cents écus d'or ; il séjourne quelques mois en prison et est consigné quatre-vingt-six jours à son domicile. Mis en demeure d'abjurer, le 28 février 1571, il se soumet sans réticence aux exigences de la Sagra Congregazione, qui lui interdit de publier désormais quoi que ce soit. Sur les conseils de Morrone, il part pour Rome en septembre 1571, accompagné de son plus fidèle disciple, Rodolfo Silvestri, pour se placer sous la protection immédiate du pape. Il obtient en 1573 du nouveau pontife, Grégoire XIII, une pension qu'il avait réclamée en vain jusque-là, détruit (paraît-il) cent vingt de ses œuvres, est reçu en septembre 1575 par le Collège des médecins de Rome et commence à rédiger sa fameuse autobiographie. Il meurt à Rome le 20 septembre 1576, laissant en manuscrits une partie importante de son œuvre.

### Katherine Jones

Médecin et chimiste anglaise du XVII<sup>e</sup> siècle, Katherine Jones (1615-1691) naît en Irlande en 1615, où elle reçut une éducation conforme aux filles de l'aristocratie anglaise. Son père Richard Boyle (1566-1643), riche propriétaire terrien en Irlande, veilla lui-même à l'éducation de chacun ses enfants. L'éducation qu'elle reçut durant son enfance passée à Cork (Irlande) est déterminante pour comprendre son intérêt futur pour la chimie et la médecine car dans la haute société anglaise du XVII<sup>e</sup> siècle, les connaissances médicales et culinaires sont perçues comme indispensables pour qu'une épouse puisse assurer ses tâches domestiques.

Son mariage en 1630 avec Sir Arthur Jones, vicomte Ranelagh l'amena à accompagner souvent son mari dans ses voyages à Londres où elle retrouva son ami d'enfance Lucius Cary, vicomte de Falkland (1610-1643) qui entretenait un cercle d'intellectuels assez large, le Great Tew Circle, au sein duquel il introduit la vicomtesse de Ranelagh. Katherine Jones déménagea définitivement à Londres en 1642 où elle vit séparée de son mari, devenu capitaine des armées parlementaires. C'est à partir de ce moment qu'elle commence à s'affirmer en Angleterre comme une autorité dans les domaines de la médecine et de la chimie. De 1642 à 1660, Katherine Jones intègre le cercle de Hartlib où elle est très influente ; elle correspond avec de nombreux membres de ce cercle qui transmettent les lettres échangées avec la vicomtesse à leurs correspondants internationaux, d'où sa renommée à l'échelle de l'Europe. Katherine Jones se crée par ailleurs son propre réseau intellectuel dont fait partie son frère Robert Boyle qui la rejoint à la fin de son Grand Tour en 1644. Pour caractériser l'influence de sa sœur, R. Boyle parle du « collègue invisible » à partir 1646/7 à propos des nombreux correspondants de celles-ci qui sont disséminés dans toute l'Angleterre. Katherine Jones exerça une forte influence politique grâce à ses positions prises en faveur du Parlement contre le roi lors de la guerre civile (1642-1649). Au cours des années 1650, elle s'engage dans des projets de réforme de l'éducation, ainsi que dans des travaux en chimie, en médecine et en optique.

En dépit de la restauration de la monarchie en 1660, Katherine Jones n'est pas inquiétée car elle bénéficie de nombreux appuis parmi les conseillers de Charles II. Parmi eux, on peut citer Edward Hyde qui devient Lord Chancellor, tandis que deux des frères de la vicomtesse ont des responsabilités importantes en Irlande. Il ne faut bien entendu pas oublier les appuis dont elle dispose parmi les fondateurs de la Royal Society, en premier lieu son frère Robert Boyle dont la réputation de chimiste est incontestée, mais aussi Henry Oldenburg, secrétaire de la Royal Society qui fut tuteur de l'un de ses fils. Etant par ailleurs une femme de science, Katherine Jones a peut-être bénéficié de la sympathie de Charles II qui aimait s'entourer de savants lors de son exil aux Provinces Unies dans les années 1650. De 1685 à 1691, Katherine Jones perd une partie de son influence politique en raison du remplacement d'une partie de ses amis *whig* et protestants au profit de catholiques par Jacques II au sein de l'appareil d'Etat. Elle a toutefois des relations parmi les proches de Jacques II, puis de Guillaume III d'Orange-Nassau à partir de 1688. Elle meurt le 23 décembre 1691 peu après son frère avec qui elle vivait depuis 1668.

### Laura Bassi

En 1732, Laura Bassi (1711-1778) devient la deuxième femme à recevoir un diplôme universitaire. En 1776, elle est la première à se voir offrir une chaire universitaire en Europe. Bassi, par son parcours autant que par sa pensée, est l'une des plus intéressantes femmes naturalistes de l'époque moderne. Elle est surtout unique parce qu'elle réussit à s'insérer dans les milieux académiques et institutionnels, théoriquement fermés aux femmes.

L'une des forces de Laura Bassi est son intégration primitive dans le courant newtonien\*, dès ses études. Elle correspond avec Newton durant ses jeunes années, sous la forme de poèmes, à propos de ce qui deviendra les *Principia*. En 1749, elle présente une dissertation sur le problème de la gravité. En 1757, elle publie un article sur la force hydraulique dans les *Commentaires de l'Institut de Bologne pour les Sciences et les Arts*. En 1763, elle réitère ses théories devant ses « collègues » de l'Institut de Bologne. La collaboration avec son mari, Giuseppe Veratti\*, lui permet de faire de Bologne un centre pour l'expérimentation électrique, recevant des universitaires célèbres comme l'abbé Nollet.

C'est en se plaçant sous la protection de personnages influents et d'hommes d'État que Laura Bassi se taille une réputation. Prospero Lambertini (1678-1758), archevêque de Bologne de 1731 à 1740, lance la première partie de sa carrière. Sauf qu'il devient pape, sous le nom de Benoît XIV, en 1740. Pape, il favorise l'Institut de Bologne, et intervient quand des académiciens essaient d'exclure Laura Bassi. Les

relations entre Bassi et Benoit XIV passaient par des intermédiaires, notamment Scarselli, secrétaire de l'ambassadeur de Bologne à Rome. C'est par Scarselli que Laura Bassi demande fréquemment l'intervention du pape.

La décision d'offrir à Laura Bassi une chaire de physique expérimentale en 1776 était le produit de nombreux débats et discussion de la part des membres votants de l'Institut. La mort de Balbi avait laissé la chaire vacante, mais Veratti, son assistant, semblait son successeur légitime. Les candidatures du sénateur Aldrovandi, de l'académicien Lorenzo Bonacorsi furent acceptées. Celle de Bassi restait en question. Finalement, grâce aux pressions exercées par ses soutiens, c'est Bassi qui fut nommée, et Veratti conserva son poste d'assistant.

### **Lavoisier\*\***

Antoine Lavoisier (1743-1794) est à l'horizon chronologique du programme. Quand il commence ses travaux, durant les années 1770, la chimie, comme la physique, a connu de profondes mutations disciplinaires, notamment autour du détachement de la chimie. De nombreux mécanistes européens y ont travaillé. L'évolution scientifique suit la même trajectoire que pour les autres disciplines : c'est un détachement des principes aristotéliens, vers le règne de l'observation, de l'expérimentation et de l'instrumentation. Lavoisier, juriste de formation, a assisté de nombreuses fois aux cours parisiens de l'abbé Nollet et à ceux de chimie de l'apothicaire Guillaume-François Rouelle : Lavoisier fait partie des premières générations d'hommes formés dans ces milieux ouverts, en dehors des universités. Très tôt (1768), Lavoisier est élu à l'Académie des Sciences, à la place d'adjoint chimiste. Riche par sa proximité avec les milieux de fermiers de l'impôt (il devient lui-même fermier en 1768), le financement de ses recherches est tout trouvé. Au cours des années 1770, il est même nommé par Turgot régisseur de l' Arsenal : il s'y installe, avec une vaste bibliothèque et un laboratoire très richement doté en instruments de toutes sortes.

Lavoisier, c'est un cumulard. C'est même le champion des cumulards. Ses fonctions politiques le conduisent à fréquenter les milieux libéraux et physiocratiques. Sous l'influence des physiocrates, il s'intéresse à l'agriculture et acquiert en 1778 un vaste domaine à Freschines, dans la Beauce, et s'emploie à y améliorer le rendement agricole. Proche de Necker, il s'intéresse aussi aux questions d'hygiène publique. En 1785, il est élu pour un an directeur de l'Académie des sciences. Il remplit cette fonction avec son efficacité habituelle, traite de nombreux dossiers, dont la préparation de l'expédition de La Pérouse. Dans la tourmente de l'affaire « Mesmer », Lavoisier tient bon. À Paris, il gère autant la translation de l'hôpital de l'Hôtel Dieu qu'un projet de création d'abattoirs hors de la capitale. Il fait également construire un mur autour de Paris, destiné à limiter les fraudes portant sur les droits d'entrée des marchandises dans Paris (là, il est au max de sa côte d'impopularité). En 1788, il entre au conseil de la Banque d'escompte. A la Révolution, Lavoisier tente de prendre le parti de la bourgeoisie émancipatrice. Mais son passé de Fermier général le poursuit : c'est lui qui l'amène sur l'échafaud, le 8 mai 1794.

### **Léonard de Vinci\*\*\***

Léonard de Vinci est un personnage fascinant pour la question au programme : artiste, ingénieur, il fréquente diverses cours italiennes et française, réalisant des travaux de toutes sortes pour les différents princes qu'il est amené à servir. Léonard de Vinci est clairement un homme de son temps, au moins autant qu'un génie scientifique et technique. Né à Vinci, à une trentaine de kilomètres de Florence, et fils naturel d'un père notaire, tout indique que Léonard eut une éducation soignée (grammaire et calcul en particulier), avant d'entrer vers 1467 ou 1469 dans l'atelier de Verrocchio auquel il dut sa formation « polytechnique » : peinture, sculpture, travaux de décoration. En 1481, après avoir quitté son maître, il part pour Milan où Ludovic le More lui a commandé un monument équestre géant. C'est à Milan que Léonard de Vinci s'épanouit : il y trouve un cadre favorable, ainsi qu'un prince demandeur de ses travaux. Grâce à

ses peintures et fresques, il se rend célèbre dans tout l'Occident. En 1500, Léonard se rend à Mantoue, où il dessine le portrait d'Isabelle d'Este, qui tentera en vain d'obtenir d'autres œuvres, à Venise, où il ne fait qu'un bref séjour, et à Florence, où – sauf une parenthèse au service de César Borgia en 1502 – il va rester jusqu'en 1506. Son activité d'alors se partage entre des travaux de peinture et des travaux d'ingénieur militaire dans le val d'Arno et à Piombino. À partir de 1506, il partage son temps entre Milan où il est cette fois au service des Français, plus spécialement de Charles d'Amboise, et Florence, où l'appellent d'anciens engagements envers la seigneurie puis des procès d'héritage avec ses frères. En 1513, Milan est reconquise par la coalition anti-française, Léonard quitte la cité. À Rome, où il loge au Belvédère, Léonard se trouve dans la clientèle de Giuliano de Medicis, frère de Léon X. Il se consacre à des travaux de mathématique et d'optique. Mais Giuliano meurt en 1515, et Léonard, impatient de quitter Rome où règnent Raphaël et Michel-Ange, accepte, à la fin de 1516, l'invitation de François Ier, vainqueur à Marignan et arbitre de l'Italie. En 1517, il réside à Amboise, au manoir de Cloux, et il est nommé « premier peintre, ingénieur et architecte du roi ». Il reprend des projets de canalisation et d'architecture pour Romorantin, donne des décors pour la fête de cour du printemps 1516. Il a apporté ses tableaux et ses cahiers de notes qui seront en totalité légués à Francesco Melzi, son élève et compagnon fidèle.

La « science » de Léonard a généralement déçu les philosophes qui mettent, comme il se doit, l'accent sur la systématisation des observations ; elle a ébloui ceux qui sont sensibles à la capacité d'appréhender méthodiquement les phénomènes et d'isoler leurs caractères. Il n'y a aucun doute, l'activité intellectuelle de Léonard est plus conforme à l'orientation aristotélicienne qui part de la saisie successive des objets particuliers qu'à l'orientation platonicienne attachée à l'unité première. L'effort « scientifique » de Léonard se développe selon deux grandes directions : l'une proprement physique, tendant à fonder les principes généraux de statique et de dynamique qui permettent de comprendre tout un ordre de phénomènes relevant en définitive de la pesanteur et du mouvement.

La technique, avec toutes les implications possibles dans toutes les directions, est sans nul doute le domaine propre de Léonard. Il n'est pas de domaine de l'industrie où il ne soit intervenu avec un projet de machine. En dehors des machines inventées et réalisées ou non, Léonard a porté une attention particulière aux instruments de mesure, tels que hygromètre, podomètre, ou compas parabolique.

### Marin Mersenne\*

Marin Mersenne (1588-1648) est l'une des figures les plus influentes de la révolution scientifique du XVII<sup>e</sup> siècle, au sein de laquelle, sans être proprement homme de science, il a joué un rôle considérable de témoin et d'animateur. Né à Oizé, près de La Flèche, il fit ses études au collège jésuite de cette ville, un peu avant Descartes, de huit ans plus jeune que lui ; il entra dans l'ordre des Minimes en 1611, enseigna la philosophie à Nevers et, en 1619, rejoignit Paris, où, jusqu'à sa mort, sa cellule du couvent de la place Royale (actuelle place des Vosges), fut l'un des centres de l'activité philosophique et scientifique européenne. Depuis Paris, Mersenne correspond avec Galilée, Descartes, Christiaan Huygens, Fermat, Torricelli, Gassendi, Hobbes, Crusius. Traducteur et éditeur, de manière paraphrastique, des *Mécaniques* de Galilée (en 1634, au lendemain du procès de Rome) et des *Nouvelles Pensées* de Galilée (en 1639, un an après la parution à Leyde des *Discorsi*), il a aussi fait imprimer à Paris la première édition des *Méditations* de Descartes et rassemblé les Objections que celui-ci lui demandait d'y joindre. Mersenne est lui même l'auteur de plusieurs traités sur la musique et l'harmonie.

Mersenne est l'archétype de l'amateur éclairé ayant un rôle d'intermédiaire des sciences au XVII<sup>e</sup> siècle. Grand ami de Descartes, on trouve chez lui une critique virulente des fausses sciences (alchimie, sorcellerie) et des penseurs naturalistes de la Renaissance, ceux qui croient à l'astrologie et à l'Ame du monde (les « panpsychistes » et les animistes) : Pomponazzi, Cardan, Paracelse. Contre la confusion de la Nature et de l'Esprit, la scolastique avec sa physique dépassée est désormais impuissante, seul le

mécanisme permet une distinction nette en même temps qu'une défense efficace contre les libertins. Mersenne participe à l'introduction du méthodisme cartésien, ainsi qu'à la réunion à Paris de milieux savants, qui débouchent indirectement, en 1666, sur la création de l'Académie des Sciences.

### Maupertuis\*

Pierre Louis Moreau de Maupertuis (1698-1759) est mathématicien, d'origine bourgeoise. Il fait ses premières armes à Paris, dans le cercle de La Motte-Houdard, ce qui lui permet d'être reçu à 25 ans comme adjoint géomètre à l'Académie des Sciences. Ses voyages en Angleterre et à Bâle lui font connaître les grands mathématiciens de son temps et l'amènent à adopter les théories de Newton. Il publie sur le problème des courbes algébriques rectifiables sur la surface d'une sphère, ainsi qu'un mémoire sur les lois de l'attraction. Responsable de l'expédition envoyée en Laponie pour la mesure d'un arc de méridien près du cercle polaire, il soutient un long débat contre les Cassini sur l'aplatissement de la Terre aux pôles, conséquence logique des principes newtoniens (1730-1737). Élu à l'Académie de Berlin (1740) et à l'Académie française (1743), il présente en 1744 un important mémoire sur le principe de moindre action (définie comme le produit de la masse par l'espace parcouru et la vitesse), soulevant contre lui les partisans de la dynamique de Leibniz.

De retour à Berlin en 1745, il se voit confier la présidence de l'Académie des Sciences, s'installe en Prusse et épouse une protégée de la reine de Prusse. Il revient alors à ses travaux sur le mouvement, et s'engage avec Koenig, disciple de Leibniz, dans une controverse. Il se brouille avec Voltaire. À cause de la guerre de Sept Ans, il se voit bloqué à Paris, puis tombe malade et meurt à Bâle (1759).

### Michele Mercati\*

En 1571, ce médecin romain décrit lui-même dans une lettre à un ami naturaliste basé à Bologne combien ses activités sont nombreuses. Mercati est médecin, naturaliste et archiatre (c'est-à-dire médecin princier). Il séjourne plus de vingt ans au Palais apostolique, au service de quatre papes différents. Formé à l'université de Pise, il fait ses premières armes à la cour des Médicis. Il est mentionné pour la première fois à la cour des papes le 1<sup>er</sup> octobre 1570, dans un rôle de la *familia* de Pie V (1566-1572), succédant alors à un médecin florentin qui venait de décéder. Il est alors enregistré comme l'un des dix archiatres (huit médecins et deux chirurgiens), des très proches du pape, membres de la chambre secrète. Ils disposent d'appointments au Palais et jouent un rôle important à l'intérieur du cérémonial de cour. Pie V, en 1570, est affaibli par des affections urinaires périodiques, dont les causes échappent aux médecins de la cour. La présence médicale autour du pape est alors très importante, faisant face à un problème médical inconnu aux conséquences politiques importantes. Le pape s'avère être un patient têtu qui ne croit pas facilement aux rapports des médecins et aux conseils, préférant souvent les mortifications aux traitements thérapeutiques proposés. Autour de lui, les médecins s'opposent sur le diagnostic autant que sur les protocoles thérapeutiques à appliquer. C'est dans ce contexte particulier que Mercati arrive à la cour. Dès 1570, Mercati fréquente aussi le jardin botanique du Vatican, dont il se voit confier la direction en 1571, fonction pour laquelle il se met à chercher un peu partout des plantes réputées pour les vertus thérapeutiques. À partir de ce moment-là, dans le but d'enrichir l'*hortus*, le médecin commence à déployer ses connaissances personnelles et à mobiliser les multiples réseaux savants, marchands, diplomatiques et religieux que sa position au centre du monde catholique lui permet d'utiliser. La correspondance avec Aldrovandi, un naturaliste bolonais, est particulièrement intense, autour des plantes elles-mêmes mais aussi de leurs effets sur le corps et ses affections. Mercati prend d'autant plus sa tâche au sérieux que Pie V souhaite agrandir le jardin, dans le cadre d'une politique pontificale qui encourage les études en histoire naturelle, et qui remonte au XVe siècle. C'est d'ailleurs probablement parce qu'il est naturaliste, et pas seulement médecin, que Mercati est embauché par le pape : sa stature de savant est importante ; c'est aussi l'octroi de cette charge qui dut convaincre Mercati d'accepter la fonction d'archiatre, devant une

tâche difficile (celle du diagnostic des infections urinaires du pape). À la cour pontificale, Mercati dresse le portrait de la figure du « bon médecin chrétien », brillant observateur, capable de déceler les signes d'une maladie mortelle et prêt à avertir à temps le patient de son état pour lui permettre de sauver son âme. Mercati, c'est un médecin de la Réforme catholique, dans une Rome particulièrement confessionnalisée. Mercati, c'est aussi un médecin de Rome, au sens le plus large : en 1575-76, il est appelé au secours de la population romain, quand la cité est largement menacée par une épidémie de peste qui touche l'Italie. La ville entière est mobilisée dans le but d'éviter le carnage. Mercati publie alors un traité sur le thème de la peste, qu'il adapte à l'usage de la population, l'écrivant en italien. Dans son traité, Mercati propose une systématisation des connaissances sur la peste. La partie sur le diagnostic synthétise des choses connues, parfois très anciennes. La partie concernant les remèdes est très novatrice : Mercati y décrit les plantes présentes dans l'*Hortus* pontifical et pouvant servir à soigner la peste. Cet épisode montre donc comment les deux fonctions de Mercati sont utilisées concrètement dans une entreprise de prévention médicale, à destination de la population romaine, contre un danger concret et réel, à savoir la peste. Dans les années 1580, Mercati délaisse peu à peu ses fonctions d'archiatre pour se concentrer sur sa position d'érudit en histoire naturelle. Il est même nommé en 1585 *Simplicista Vaticanus*, chargé de la réorganisation de différents lieux de savoir du Vatican et du rôle des personnes qui les animent. Désormais, son rôle semble se définir de plus en plus à partir de son engagement dans les études naturelles. Il se charge notamment de la réorganisation de la bibliothèque du pape, pour laquelle il fait acheter de nombreux ouvrages. En parallèle, il participe à plusieurs missions diplomatiques, dont il profite pour enrichir ses collections d'objets et d'ouvrages (il est notamment envoyé en Pologne). Il n'abandonne jamais vraiment son activité de médecin, et redevient même médecin du pape en 1592, après l'élection de Clément VIII, qu'il avait connu lors de sa mission en Pologne. L'exemple de Michele Mercati montre l'implantation multiple et complexe des figures médicales à la cour des papes dans la seconde moitié du XVI<sup>e</sup> siècle. Le médecin est un savant, un technicien même, mais pas que. Avec Mercati, le médecin du pape est aussi naturaliste, érudit de cour, médiateur politique, membre d'ambassades, botaniste. Ces fonctions s'entrecroisent à plusieurs reprises, dans le cadre d'un système d'équilibre interne qui change selon les pontificats tout au long des années passées au Palais Apostolique (la personnalité du pape compte pour beaucoup dans les recompositions auliques). Dans cette dynamique, la médecine occupe toujours une place importante et reste la fonction sociale par laquelle le médecin est reconnu à l'extérieur.

### Nicolas Copernic\*\*

Astronome polonais, il effectue l'ensemble de ses travaux scientifiques en Italie, où il réside pour ses études dans les années 1490 (Université de Bologne). À Bologne, bien qu'étudiant en droit canon, il se passionne rapidement pour l'astronomie, rencontre l'astronome Domenico Maria Novara (m. 1504), qui devient son maître. En tout cas, sa première observation astronomique se situe à Bologne : le 9 mars 1497, la Lune occulte l'étoile Aldébaran vers onze heures du soir. Dans son *De revolutionibus*, Copernic utilisera cette observation pour estimer la parallaxe lunaire. Copernic part pour Rome en 1500, lorsque le pape Alexandre VI organise son jubilé. Il y est professeur de mathématiques, et observe une éclipse partielle de Lune. Pendant plusieurs années ensuite, Copernic passe du temps en Pologne : il y exerce diverses fonctions administratives et diplomatiques, ainsi que médicales. Au début des années 1520, il travaille à l'astronomie, préparant son ouvrage le plus célèbre, le *De Revolutionibus*.

La question de la publication du *De Revolutionibus* est intéressante : Copernic ne veut pas provoquer les philosophes et les théologiens par la publication de ses théories. En 1539, Rheticus (1514-1574) arrive à Frombork et publie dès 1540 un résumé des thèses coperniciennes, la *Narratio prima*. Rheticus fit une copie du manuscrit complet, avec l'accord de Copernic, puis demande à l'électeur de Saxe l'autorisation de publication pour le *De Revolutionibus* de Copernic. L'autorisation n'arrive pas. Rheticus recule : nommé professeur à Wittenberg, il ne prend pas le risque. C'est finalement à Nuremberg que le disciple de

Copernic trouve un imprimeur. En juin 1542, Copernic rédige la préface au pape Paul III : l'ouvrage passe sous presse. Il meurt quelques mois plus tard.

### Niccolo Tartaglia\*\*

Niccolo Tartaglia (1499-1557) est mathématicien, initiateur des premiers traités de ballistique. Né à Brescia, il est blessé en 1512, pendant les guerres d'Italie, et reste mutilé à la mâchoire. En 1534, il s'établit à Venise comme professeur de mathématiques. En 1537, il publie le traité d'artillerie *Nova Scientia*, une étude sur la chute des corps qui lui vaut d'être remarqué par Jérôme Cardan. S'en suivent des querelles entre les deux hommes, ainsi qu'entre Tartaglia et L. Ferrari, l'élève de Cardan.

### Oronce Finé

Oronce Finé (1494-1555) a occupé pendant près de vingt cinq ans la chaire de mathématiques du Collège royal, créée pour lui par François I<sup>er</sup> en 1531. Mais Oronce Finé avait commencé sa carrière en travaillant pour des imprimeurs, et il était aussi un dessinateur, un graveur et un fabricant d'instruments astronomiques. Oronce Finé est donc à la fois scientifique et technicien !

Fils d'un médecin de Briançon, Oronce Finé fait ses études à Paris au cours des années 1510. Dès 1515, il collabore avec des imprimeurs et des libraires, autant comme éditeur et correcteur que comme annotateur ou illustrateur. Au début de la carrière d'imprimeur d'Oronce Finé, l'édition mathématique se résume à quelques planches ponctuelles, pour répondre aux besoins plus que modestes de l'université ou des collèges. Les rares ouvrages mathématiques sont imprimés sur le modèle vénitien, c'est-à-dire sur des modèles de présentation assez anciens. En 1515, Oronce Finé est chargé par Jean Petit (très grand libraire parisien du début du XVI<sup>e</sup> siècle) de superviser l'impression d'une collection de commentaires aux *Theoricae novae planetarum* de Georg von Peurbach, ouvrage datant des années 1470 et consacré au renouvellement des modèles géographiques utilisés en astronomie. Dans cette édition, Finé prend soin de reproduire le texte avec minutie, avec une mise en page en deux colonnes et quelques figures dans le corps du texte (rien d'exceptionnel). En 1525, il réitère son travail, avec le même ouvrage, mais avec une autre mise en page, faisant appel à des paragraphes numérotés, et à des notes marginales signalant les points importants. Enseignant en même temps au collège de Navarre, Finé se rend compte qu'une édition mieux paginée est beaucoup plus claire pour les étudiants. Sans avoir encore publié aucune œuvre complètement originale, et simplement dans un travail au service des libraires parisiens, Oronce Finé a donc déjà eu l'occasion de réfléchir aux effets qu'un habile professeur de mathématiques pouvait obtenir en jouant sur les parties constitutives de la page imprimée : le texte, le commentaire, l'illustration sont mis relation par la mise en page.

Devenu lecteur au Collège royal, Oronce Finé va utiliser ces « observations préliminaires » dans ses propres ouvrages et continuer à améliorer ses méthodes, de manière à obtenir le résultat le plus pédagogique possible. Dans *Sphaera Mundi*, une partie d'un ouvrage offert à François I<sup>er</sup> en 1532 pour le remercier de l'avoir nommé au Collège royal, Oronce Finé utilise ces méthodes. Surtout, les diverses éditions de la *Sphaera Mundi* présentent toutes un contenu et une mise en page différents. Progressivement, l'équilibre entre texte et commentaire est fondamentalement transformé, ce qui entraîne divers changements dans la mise en page. L'édition d'un modèle réduit, qui oblige à donner plus d'importance au texte qu'au commentaire, donne lieu à une mise en page plus classique et uniforme. Le commentaire est donné dans un corps réduit. Progressivement, ces deux parties de l'ouvrage trouvent une certaine autonomie ; le système de repérage par des lettres est abandonné. Le commentaire est réaménagé pour qu'il puisse faire ressortir l'organisation logique et le caractère progressif de l'exposé de chaque chapitre. Des passages plus digressifs, ainsi l'éloge de l'astronomie ou la polémique contre les « modernes » sont abandonnés et/ou réduits.

Oronce Finé est un cas exceptionnel du fait de sa longévité et des relations privilégiées avec les imprimeurs parisiens et de son intérêt particulier pour la mise en page des savoirs, dans une visée essentiellement pédagogique. Il ne se contente pas de rafraîchir ses textes au fil des éditions, mais travaille à leur métamorphose, à la fois en les récrivant soigneusement, et en leur donnant un nouvel aspect typographique. Avec Finé, les connaissances mathématiques étendent leur rayonnement et restaurent leur prestige, grâce à une nouvelle mise en forme, un enrobage utilitariste et correspondant aux besoins des lecteurs. L'élargissement du public passe par la rupture avec le modèle traditionnel de mise en page du texte. Le savoir scientifique et sa diffusion dépendent donc, dans les années 1520-1550, de l'adaptation technique de leur matérialité.

### Pierre Bayle\*

Pierre Bayle (1647-1706) est imprimeur, « journaliste », essayiste et précurseur du mouvement des Lumières, auteur du *Dictionnaire critique* et éditeur des *Nouvelles de la République des Lettres*. Fils d'un pasteur protestant du sud de la France, il apprend le grec et le latin très jeune. En 1669, il entre au collège des Jésuites de Toulouse et se convertit au catholicisme (qu'il abjure en 1671). En tant que « relaps », il doit s'exiler à Genève, où il entreprend des études de théologie et de philosophie et découvre notamment la pensée de Descartes. Il gagne sa vie en étant précepteur. Il revient incognito en France – pendant quelques années, il signe du nom de Bêlé – travaillant comme précepteur à Rouen (1674) puis à Paris. En 1675, sur les instances de son ami Jacques Basnage, il est candidat à un poste d'enseignant à l'Académie protestante de Sedan où, à l'issue d'un concours et grâce au soutien de Pierre Jurieu, il est nommé professeur de philosophie et d'histoire. En 1681, dans le cadre des mesures anti-protestantes, Louis XIV fait fermer l'Académie de Sedan et Bayle doit s'exiler aux Provinces-Unies. Le 8 décembre 1681, il est nommé professeur de philosophie et d'histoire à l'École illustre de Rotterdam.

Depuis les Provinces-Unies, Pierre Bayle devient la figure incontournable de l'édition néerlandaise, inondant l'Europe de ses ouvrages et revues. Les *Nouvelles de la République des lettres*, premier périodique littéraire français imprimé à l'étranger (1684-1687), fait une grande place aux ouvrages de controverse, comme aux ouvrages controversés, dont la publication était interdite en France. Cet aspect controversé et transgressif est la force des *Nouvelles de la République des Lettres* : c'est un ouvrage qu'il faut à tout prix lire, sans le montrer ! La vie de Bayle, notamment son exil, le pousse à y tenir un discours subversif en faveur de la tolérance civile. Le gros œuvre de Bayle, c'est son *Dictionnaire historique et critique*, sorte de manifeste de l'encyclopédisme du XVIII<sup>e</sup> siècle, qui paraît en 1697. L'ouvrage, dont l'entrée fut interdite en France, souleva un scandale : on reprocha à Bayle – même aux Provinces-Unies – son scepticisme, sa bienveillance pour les hérétiques, son manque de respect pour l'Écriture, en la personne du roi David dont il souligne impassiblement les crimes. Une des causes de ce paradoxe qu'un ouvrage interdit en France, comme trop favorable au protestantisme, fût suspect aux autorités réformées tient à la querelle qui, depuis 1691, avait opposé Bayle au théologien huguenot Pierre Jurieu, son ami de naguère ; le prétexte en fut un *Avis aux réfugiés* dont Bayle nia la paternité et qui n'est peut-être pas entièrement son œuvre, mais qu'il s'employa à faire imprimer et qui reflète ses idées politiques. Bayle voyait dans la révocation de l'édit de Nantes un abus déplorable qui, cependant, n'infirmait pas la valeur du système absolutiste, à ses yeux le moins mauvais qui fût.

### Pierre Demours

Pierre Demours (1702-1795) est un médecin, traducteur et naturaliste français. Fils de médecin, docteur en médecine de la faculté d'Avignon en 1728, il est passé par les Jardins du roi (où son montre est Antoine Petit) avant de se spécialiser dans les études de l'œil, dont il est l'un des éminents spécialistes de son époque. Membre de la Royal Society et de l'Académie royale des Sciences, qu'il intègre dans la première moitié des années 1740, il devient également médecin ordinaire de Louis XV et censeur royal,

c'est-à-dire qu'il fait partie des hommes capables de décider de la publication ou non d'un ouvrage. Au cours des années 1740 (avant 1747), il est chargé par le chancelier Henri-François d'Aguesseau, son patron à la censure royale et à l'Académie des Sciences, de poursuivre la traduction des *Philosophical Transactions* (PT). Pierre Demours est un traducteur foisonnant, notamment d'œuvres médicales écossaises : la moitié de ses publications sont des traductions. Il est à l'origine de travaux sur la cornée, pour lesquels il entre dans une controverse avec son ancien maître dans les années 1760.

### Pierre Gassendi\*

Pierre Gassendi (1592-1655) est un philosophe et théologien français. Gassendi est ordonné prêtre en 1616 et enseigne la philosophie à l'université d'Aix-en-Provence de 1617 à 1623. Il y fait des observations astronomiques détaillées, se déclare partisan de Copernic et entre en correspondance avec Galilée. Il partage ensuite son temps entre Digne, où il est depuis 1626 prévôt de la cathédrale, et Paris, où il se lie d'amitié avec le monde savant et où il enseigne les mathématiques au Collège royal de 1645 à 1648. On peut voir d'abord en Gassendi le critique d'Aristote et de Descartes. En 1624, il publie les *Exercitationes paradoxicae adversus Aristoteleos* (*Dissertations en forme de paradoxes contre les aristotéliens*, trad. B. Rochot, Paris, 1959). Sous l'influence de Sextus Empiricus, de Montaigne, de Pierre Charron, et à la recherche d'une voie moyenne entre scepticisme et dogmatisme, il lance une attaque contre Aristote, puis en général contre tous ceux qui prétendent avoir découvert un savoir nécessaire et indubitable de la nature réelle des choses. Pour lui, tout le savoir provient de l'expérience sensible ; il est impossible de parvenir à des principes premiers entièrement vrais ni à des définitions véritablement essentielles. En 1641, à la demande de Mersenne, il écrit ses *Objections aux Méditations de Descartes*. Gassendi s'efforce de montrer que l'usage méthodique du doute par Descartes n'ajoute rien à ce que proclamaient depuis des siècles les sceptiques ; il estime que la « clarté » et la « distinction » des idées sont des critères insuffisants de la vérité. Il émet enfin l'hypothèse que toute science, même claire et distincte, ne concerne peut-être rien qui soit effectivement extérieur à l'esprit.

### René Descartes\*\*\*

René Descartes (1596-1650) naît dans une famille parlementaire de Touraine. En 1606, à l'âge de dix ans, il est admis au collège royal de La Flèche, tenu par les jésuites qui viennent de rentrer en grâce auprès du roi de France (ils sont exclus du royaume de 1594 à 1604). Il y reçoit un traitement de faveur, dû à ses dons et à sa fragile santé : il peut se lever tard, réfléchir longuement dans son lit, habitude qu'il conservera toute sa vie. La première partie du *Discours de la méthode* nous entretient de ces années d'études. Descartes remarque vite que les leçons qu'il reçoit ne lui donnent, dans la vie, aucune assurance. Il rêve d'une science proposant à l'homme des fins, et veut fournir à la morale une certitude qu'il ne rencontre alors que dans les mathématiques.

Après des études à l'université de Poitiers, Descartes embrasse la carrière des armes, dans laquelle il voit un moyen de voyager : il part en 1618 pour les Provinces-Unies, où il s'engage dans les armées du prince Maurice de Nassau (cf. encart). C'est dans l'armée de Nassau qu'il rencontre Isaac Beckmann (1588-1637), de huit ans son aîné, avec qui il confirme sa vocation de scientifique. En 1626, de passage à Paris, il fréquente le milieu scientifique parisien, y dévoile son projet de « science admirable » et reçoit un accueil globalement favorable. Le cardinal de Bérulle, fondateur de la Congrégation de l'Oratoire (1611), désireux de réformer en profondeur le clergé, voit dans la science nouvelle que promet Descartes un moyen de conforter la religion chrétienne, non de la combattre ou de la détruire. Mais Descartes s'insère d'ores et déjà dans un conflit entre scientifiques et institutions : en 1624, le Parlement de Paris, à la requête de la faculté de théologie de la Sorbonne, interdit la soutenance de thèses ouvertement anti-aristotélienne. En 1628, Descartes quitte la France pour les Provinces-Unies, où il va vivre pendant

vingt ans, changeant souvent de domicile afin de préserver sa tranquillité. Il se consacre là à son projet de réforme de la philosophie, c'est-à-dire de la connaissance (donc de la science) en général.

Quid de l'impact de Descartes sur les savants de son temps ? Les travaux de Descartes en mathématiques et en physique sont mêlés à de constantes polémiques. Il s'oppose à Fermat au sujet des tangentes, discute avec Plempius sur le mouvement du cœur. La publication parisienne de ses *Méditations métaphysiques* est suivie d'une série d'objections de membres du groupe de Mersenne, dont Caterus, Mersenne, Hobbes, d'Arnault et Gassendi). La seconde édition, réalisée aux Provinces-Unies en 1642, insère ces objections et les réponses de Descartes à ses détracteurs. Sans cesse, Descartes se défend contre ses détracteurs, défense qui lui demande de mobiliser des réseaux scientifiques autant que politiques. Ainsi, il fait intervenir l'ambassadeur de France aux Provinces-Unies dans une controverse, en 1643, contre Gilbert Voet. En France, il s'oppose à la Sorbonne ; aux Provinces-Unies, il s'oppose à l'université de Leyde, tant et si bien qu'il finit par penser au retour en France, où il revient temporairement en 1647-48. Pendant ce voyage, il fréquente assidument le groupe parisien de Mersenne, avec qui il correspond depuis des années. Il y rencontre Roberval, Hobbes, Gassendi et le jeune Blaise Pascal. Mais Paris le déçoit, d'autant plus que la capitale sombre dans les affres de la Fronde, et il rentre en Hollande. Il meurt à Stockholm en 1650, alors qu'il avait été appelé à la cour de Christine de Suède.

Après sa mort à Stockholm en 1650 (il avait été appelé par Christine de Suède à l'automne 1649), l'œuvre de Descartes n'est pas oubliée. Le système de Descartes est un geste, un moment de rupture d'avec le cosmos aristotélicien, le moment à partir duquel il devient possible à chacun d'imaginer et de construire un monde. De manière un peu simplifiée, on peut dire que Descartes offre à la science une méthode, méthode qui va grandement influencer la science et les découvertes scientifiques du reste de l'époque moderne. Comme pour Machiavel en science politique, le fait que tout le monde, dans la seconde moitié du XVII<sup>e</sup> siècle, cite et critique Descartes montre bien qu'il est connu, lu et diffusé. Blaise Pascal, puis Newton, se servent des ouvrages de Descartes pour écrire leurs propres travaux. Il existe donc bel et bien un héritage cartésien, surtout du côté de Huygens et de Newton, autour de la science du mouvement.

### **Robert Bellarmin\***

Robert Bellarmin (1542-1621) est cardinal italien et jésuite, canonisé en 1931. Il commence sa carrière comme professeur de théologie au collège jésuite de Louvain (1569-76), avant d'être appelé à Rome à la chaire de controverse du nouveau Collège romain. Bellarmin est alors lié à des tâches politiques (il fait partie des premiers membres de la Congrégation de l'Index) et diplomatique (nonce en France en 1590, envoyé par Sixte-Quint pour protéger les intérêts catholiques en France). Il est également l'un des juges de l'Inquisition, dans les années 1580. Il se fait remarquer par l'affaire « Giordano Bruno », puis se voit écarté de Rome entre 1602 et 1605. Il revient en grâce au moment de l'élection de Paul V, dont il défend les droits contre les anglicans et les gallicans. Très actif jusqu'à sa mort, il est l'ennemi intime de Galilée, dont il initie le premier procès. Il se fait remarquer comme intervenant politique, symbole de l'Église post-tridentine, une Église qui s'octroie un pouvoir indirect du Pape sur le temporel. Théologien de la « science moyenne » et adversaire du gallicanisme, il est resté, pendant longtemps, le théologien jésuite le plus écouté et il a connu, après le premier concile du Vatican, un renouveau d'influence.

### **Robert Boyle\***

Robert Boyle (1627-1691) est un mathématicien anglais. Après des études à Eton, Robert Boyle reçoit à Genève une éducation très libérale et y étudie les mathématiques. En 1642, il poursuit ses études à Florence, où il est initié aux travaux de Galilée. Rentré en Angleterre, il rencontre Samuel Hartlib, qui attire son intérêt sur la médecine et l'agriculture, puis sur la chimie. Fortement influencé par le *Novum Organum* de Francis Bacon et les idées de Descartes, il fait partie, en 1656, du groupe des « philosophes de

la Nature », connu sous le nom de *Invisible College* ou *Philosophical College*, qui se réunit régulièrement pour discuter les résultats des expériences de ses membres (J. Wilkins, J. Wallis, S. Ward...) et qui fonde, en 1660, la Royal Society, dont Pepys est le premier président. Avec Robert Hooke, il invente une pompe à air destinée à faire des expériences sur l'élasticité de l'air (cf. illustration). Il est à l'origine d'un théorème sur le rapport entre la température et la pression de l'air. Expérimentateur habile et original, Boyle publie un grand nombre de travaux sur les sujets les plus divers (chimie, hydrostatique, propriétés des gaz, électricité, magnétisme, physiologie, fermentation, théologie, entre autres). Ses ouvrages, *Certain Physiological Essays et The Sceptical Chymist*, le font considérer comme le restaurateur de la philosophie mécaniste en Angleterre. C'est l'un des traits caractéristiques de Boyle que de préférer la preuve expérimentale et la discussion en termes positivistes aux argumentations logiques tortueuses.

### Robert Hooke

Robert Hooke (1635-1703) est un savant anglais issu de l'atelier de Robert Boyle\*, qui l'engage comme assistant en 1655 alors qu'il n'est qu'élève à Oxford. La machine pneumatique de Boyle permet à Hooke d'effectuer des expériences sur le rôle de l'air : il constata, en effet, qu'un combustible aussi actif que le soufre ne s'enflamme pas s'il est placé dans une enceinte vide ; de même, dans ces conditions, un animal ne peut vivre bien longtemps.

Membre (1663) puis secrétaire (1678) de la Royal Society de Londres, il y présente de nombreuses communications sur les sujets les plus divers, tels que les taches du Soleil et celles de la Lune, les propriétés des cristaux et la composition de la lumière (il pressentit l'hypothèse, reprise par Fresnel, suivant laquelle la lumière est formée de vibrations transversales). Sa controverse avec Newton a entraîné celui-ci à préciser ses idées sur la nature de la lumière et sur son hypothétique support, l'éther. Il invente un régulateur pour le balancier des montres (1658), un système de télégraphie optique (1684), plusieurs moyens de voler dans les airs, le baromètre à roue, l'hélioscope (*A Description of Helioscopes and Some Others Instruments*, 1676), le thermomètre à alcool, le joint universel. Il perfectionne le télescope et propose de choisir, pour le degré zéro du thermomètre, le point de fusion de la glace. En 1676, il formule la loi qui porte son nom sur l'élasticité des corps solides. Il a reproché à Newton d'avoir puisé dans ses travaux, sans les citer, pour énoncer la loi de la gravitation universelle qu'il avait entrevue.

Il est aussi l'inventeur d'une sorte de microscope, qui lui permet de faire de nombreuses observations biologiques. Dans son ouvrage *Micrographia, or Some Physiological Descriptions of Minute Bodies Made by Magnifying Glasses* (1665), il emploie, le premier, le mot « cellules » pour désigner les sortes d'alvéoles qu'il discerne en regardant les coupes de liège au microscope. Marcello Malpighi et d'autres retrouvent des figures semblables dans des coupes de certains parenchymes végétaux. Mais il n'y avait à cette époque ni généralisation possible ni emploi pour les structures ainsi entrevues. En outre, il a étudié la transfusion sanguine, les greffes de peau, etc. Enfin, il fut l'un des créateurs de l'anatomie comparée des végétaux fossiles et vivants, grâce à ses études microscopiques sur les foraminifères et sur l'anatomie des bois fossiles, et un précurseur incontestable de la théorie transformiste.

### Simon Stevin\*

Simon Stevin naquit à Bruges dans une famille bourgeoise, ce qui lui permit de recevoir un enseignement de latin et en grec. Il fut attiré de bonne heure par les mathématiques. Sa carrière débuta comme caissier et responsable de la tenue de livres de comptes dans une maison de commerce à Anvers. En 1570, la ville d'Anvers était à l'apogée de sa prospérité en tant que premier port et centre financier de l'Europe du Nord. Il s'agissait du point de confluence de toutes les marchandises qui circulaient jusqu'alors. Mais cette situation favorable fut brutalement bouleversée par le pillage de la ville en 1576 et la fermeture de l'Escaut en 1585. Mais Simon Stevin, pour des raisons que l'on ignore, avait déjà quitté la ville. Entre 1571 et 1581, il entreprit un long voyage, visitant la Prusse, la Pologne, la Suède et la Norvège,

puis vint s'établir aux Pays-Bas où on le retrouve à Leyde en 1581. Il s'inscrit alors à l'Université en 1583 pour y suivre un enseignement de mathématiques, c'est au cours de ses études à Leyde qu'il rencontra Maurice de Nassau. Cette rencontre fut décisive puisque le prince le prit à son service comme quartier-maître général de l'armée des Etats-généraux aux alentours de 1593 et qu'il lui attribua le titre d'ingénieur. Simon Stevin resta au service du stadhouder comme conseiller pendant les trente années qui suivirent, soit jusqu'à la fin de sa vie. Simon Stevin devint l'ingénieur le plus renommé des Provinces-Unies en matière de fortifications militaires à la fin du XVIe siècle et au tout début du XVIIe siècle.

A la demande du stadhouder Maurice de Nassau, Simon Stevin contribua à mettre en place au sien de l'Université de Leyde, une école destinée à former rapidement des ingénieurs spécialisés dans l'établissement de fortifications militaires afin de lutter plus efficacement contre l'Espagne. Cette école fut mise en place le 10 janvier 1600 et dura jusqu'en 1680, à ce moment là les Provinces-Unies étaient devenues une référence en matière de fortifications militaires. Il mourut à La Haye en 1620.

C'est au service du stadhouder de Hollande que Simon Stevin publia ses principales œuvres comme *Les Fortifications* en 1594 et *Les Mémoires mathématiques*. C'est toutefois à Anvers que Simon Stevin publia ses deux premières œuvres *Tables d'intérêt* en 1582 et *Problèmes de géométrie* en 1583. La publication des Tables d'intérêt représentait une nouveauté considérable pour l'époque dans la mesure où jusque là tout était calculé selon des méthodes propres à chaque utilisateur, conservé sous forme manuscrite et tenu jalousement secret. Avec la première version imprimée que leur proposait Stevin, ces derniers purent enfin disposer d'un instrument commode pour effectuer rapidement ces calculs indispensables à leurs opérations commerciales, ce qui explique le succès immédiat de l'œuvre. A partir de 1585, les œuvres de Stevin furent imprimées aux Provinces-Unies, cette année là trois livres parurent chez Christophe Plantin. L'adoption du néerlandais comme langue de rédaction de ses œuvres date de ce moment. Alors que l'essentiel de son œuvre est tournée vers les travaux de mathématiques, de physique et de logique, Simon Stevin publia en 1590 la *Vita politica*. Cette œuvre fut déterminée par le contexte politique de l'époque car elle fut publiée après les années de protectorat de Leicester (1586-1588) et préparèrent l'indépendance du gouvernement des Pays-Bas. C'est au moment où les Etats généraux décident de renoncer à placer un prince à la tête des 7 provinces du nord que Simon Stevin écrit la *Vita politica*. La tâche première de ce traité est d'éclairer ses concitoyens sur la meilleure conduite à adopter afin de ne pas mettre en danger le fragile équilibre en train de s'ébaucher dans les années 1590.

### Voltaire\*\*

François-Marie Arouet (1694-1778), dit Voltaire, naît dans une famille bourgeoise parisienne. Il reçoit une éducation soignée au collège de Clermont (Louis-le-Grand). Il y côtoie nombre de futurs hommes de pouvoir, notamment les d'Argenson ou le comte d'Argental. Après avoir passé quelques mois en Hollande, Voltaire jeune se fait déjà remarquer en écrivant des vers hostiles au Régent, ce qui lui vaut un premier tour à la Bastille. Il écrit plusieurs œuvres littéraires, jusqu'à un exil en Angleterre (1726-28). Revenu d'Angleterre, il se lance à la fois dans des écrits historiques/philosophiques et plus 'scientifiques', se lançant notamment dans le combat pour l'introduction du newtonisme en France. En 1734, il est accueilli par Emilie du Châtelet à Cirey, en Lorraine, avec qui il entame une relation amoureuse. En 1744, il retourne à Paris, où, protégé par la marquise de Pompadour, il devient historiographe du roi. Il est élu à l'Académie française, mais, en 1747, il est éloigné de la cour. En 1750, il est accueilli par Frédéric de Prusse à Berlin, où il reste jusque 1753, avant de partir pour Genève. En 1758, il achète le château de Ferney, à quelques lieues de la frontière franco-suisse, et s'y installe jusqu'à 1778. Ses errances et cette extériorité, réelle mais toujours menacée, sont à bien des égards exemplaires. Elles témoignent d'abord d'une volonté de se situer dans les marches, près des frontières, comme pour mieux échapper aux poursuites et se constituer un lieu de travail et d'observation. Ensuite, il voyage, et donc découvre,

compare, ainsi se lit son admiration du modèle anglais. Aussi, il passe de protecteur en protecteur, forge un réseau considérable (sa correspondance compte 15000 lettres), connaît plus ou moins toute l'Europe savante. Sa correspondance illustre ses rapports difficiles avec le pouvoir ; Voltaire n'ait pas aimé de Louis XV, il est utilisé et méfié de Frédéric II, les autorités genevoises lui font comprendre que son départ serait une bonne chose. Sa vie, c'est celle d'un opposant, d'un militant, encore plus dans la période Ferney. Son militantisme est scientifique, en faveur de Newton, d'une science accessible et profitable ; il est politique, en faveur de la tolérance et d'un 'autre' modèle politique.

**Table des matières**

<b>En guise d'introduction : histoire des « science(s) » et des « techniques »</b>	<b>3</b>
<i>Qu'est-ce que la science à l'époque moderne ?</i>	3
Singulier ou pluriel ?	3
De la « science moderne »...	4
... à l'histoire des sciences	5
<i>Vous avez dit « technique(s) » ?</i>	6
Les techniques, qu'est-ce que c'est ?	6
De l'histoire des techniques...	6
... à l'époque moderne : la figure de l'ingénieur et son étude	8
<b>Les sciences de la Renaissance, une renaissance scientifique ?</b>	<b>9</b>
<i>Autour de quelques facteurs explicatifs de la « Renaissance »</i>	9
L'imprimerie et ses bouleversements	9
Savoirs établis et savoirs émergents : une redécouverte des « Anciens » ?	12
Les grandes découvertes et le bouleversement de la connaissance du monde	14
<i>Les lieux des sciences à la Renaissance</i>	15
Les universités, entre conservatisme et grandes avancées scientifiques	15
Sciences de cour ou sciences d'État ? L'exemple du mécénat italien	18
Les villes et les savoirs	19
<i>Les sciences, symboles de la culture de la Renaissance ?</i>	20
« Un vilain défaut » : la curiosité à la Renaissance	20
Astrologie et astronomie : le cas Copernic	21
La médecine et le corps à la Renaissance : André Vésale et Ambroise Paré	23
Sciences et techniques tournées vers la guerre	25
Enjeux maritimes et techniques navales	30
<i>Quelques éléments pour une histoire comparée des sciences de la Renaissance</i>	31
Sciences, royauté et institutions savantes en France (XVI <sup>e</sup> siècle)	31
Une pratique scientifique urbaine et éclatée en Italie et aux Pays-Bas	33
Et les sciences et techniques anglaises furent : la Big Science au temps d'Élisabeth I <sup>ère</sup>	34
<i>Pour conclure cette première partie : autour des débuts de la République des Lettres</i>	37
<b>Une révolution scientifique au XVII<sup>e</sup> siècle ?</b>	<b>39</b>
<i>La « science classique » et la « révolution scientifique », des objets historiques désuets ?</i>	39
<i>À l'origine de profondes mutations : le second XVI<sup>e</sup> siècle</i>	39
Une Europe marquée par les ruptures confessionnelles (1520-1620)	39
Les collèges jésuites : un réseau d'écoles à travers l'Europe	42
De la connaissance de la Terre au XVI <sup>e</sup> siècle...	43
... à la connaissance du ciel : l'astronomie entre Copernic et Galilée	46
<i>Les pratiques scientifiques au XVII<sup>e</sup> siècle : naissance d'une « méthode scientifique » ?</i>	49
Le technicien et le scientifique en fusion : l'avènement de l'instrumentation	49
Observation(s) et expérimentation(s) : de l'interprétation à la conclusion	51
<i>Les lieux de la science classique</i>	54
Laboratoires et observatoires	54
Le monde comme espace scientifique : du laboratoire au « terrain »	56
<i>Comprendre les sciences au XVII<sup>e</sup> siècle : quelques parcours et milieux</i>	57
Les milieux savants anglais au début du XVII <sup>e</sup> siècle	57
Les cercles savants dans l'Angleterre élisabéthaine et Stuart	58
Les mondes de la pratique	58
Francis Bacon : autour des notions de progrès, de science(s) et d'État	58
René Descartes et le méthodisme : une révolution cartésienne ?	60
<i>Étatiser les sciences : naissance des académies</i>	63
Une pratique italienne...	64
... diffusée en Europe	67
Sciences et pouvoirs : histoires croisées de la Royal Society et de l'Académie des Sciences	70
Ingénieurs et fonctionnaires : une figure nouvelle à partir du XVII <sup>e</sup> siècle	73

L'expertise scientifique à l'époque moderne	73
L'homme à projets, figure de l'Europe moderne (1600-1720)	74
<i>Une nouvelle sociabilité de la science ?</i>	75
Les sciences à la cour à l'époque classique	75
Publier les sciences : les journaux savants	77
Académies et périodiques savants	77
Une presse scientifique et technique ?	80
Une société scientifique européenne : vers la nouvelle République des Lettres	82
<b>Sciences et sociabilités à l'époque des Lumières</b>	<b>83</b>
<i>Définir les Lumières</i>	83
Qu'est-ce que les Lumières ?	83
Le XVIIIe siècle, « siècle des Lumières »	84
<i>Les grandes lignes de l'histoire scientifique européenne (1650-1800)</i>	84
Les sciences en Angleterre de Bacon à Newton	84
Robert Hooke et le microscope	84
Edmond Halley (1656-1742)	85
Isaac Newton	86
Les sciences dans la France des Lumières	88
Les sciences françaises au XVIIIe siècle au prisme de l'histoire naturelle	89
Un monde scindé en deux : les Lumières françaises entre académisme et contestations	89
Lavoisier : un chimiste, mais pas que !	89
Les Provinces-Unies, un hub de l'érudition au XVIIIe siècle	89
Au préalable : quelques éléments de contexte politique et social	89
Les Provinces-Unies, « imprimeur » de l'Europe	90
Des Lumières néerlandaises ?	91
Sciences et techniques en Italie au XVIIIe siècle	92
L'Illuminismo italien	92
Un cas particulier : la cour pontificale	92
Comprendre la nature au XVIIIe siècle	94
John Ray (1627-1705)	94
Linné (1707-1778)	95
Buffon : la nature a une Histoire (1707-1788)	95
L'encyclopédisme au XVIIIe siècle : les Lumières et la synthèse des sciences	97
<i>Les sciences et leurs publics : les nouveaux lieux scientifiques à l'époque des Lumières</i>	99
L'enseignement des sciences au XVIIIe siècle	99
Vers une diversité des lieux d'enseignement	99
Une nouveauté institutionnelle : apprendre le métier d'ingénieur d'État	100
Faut-il élargir le public ?	100
Les sciences dans les salons	101
Savoir et mondanité	101
Les salons parisiens sous hypnose : petite histoire du mesmérisme	103
Les cafés, des lieux de sociabilité scientifique	105
<i>La république des Lettres dans toute sa splendeur au XVIIIe siècle</i>	105
De la république des lettres à la république des sciences	105
Une diffusion élargie du modèle académique au XVIIIe siècle : les académies de province	106
<i>Maîtriser le territoire au XVIIIe siècle</i>	107
Enquêtes et aménagements	107
Sciences, techniques et agriculture	109
<i>Artisans, marchands et savoirs techniques : une « rationalisation » des techniques au XVIIIe</i>	112
<i>Les sciences, l'Europe et le monde : colonisation, exploration et importation des savoirs</i>	113
<i>En guise de conclusion : la Révolution française et les sciences</i>	115

<b>Les acteurs des sciences et des techniques de l'époque moderne</b>	<b>116</b>
<i>Être savant à l'époque moderne</i>	116
Devenir savant	116
(Sur)vivre en savant	118
Patronage et mécénat	118
Faire carrière... pour financer ses recherches	119
De l'amateur au professionnel ? Autour d'une évolution chronologique majeure	121
La place des femmes dans l'Europe savante	121
Les ingénieurs	123
Ingénieurs militaires	124
Ingénieurs civils	125
L'artiste, un savant ?	126
<i>Les « invisibles » des sciences et des techniques</i>	127
Assistants et apprentis	127
Graveurs et illustrateurs	128
<i>Les intermédiaires des sciences et des techniques</i>	128
Imprimeurs et milieux scientifiques	129
Artisans et fabricants d'instruments	130
Pouvoirs princiers et pratique scientifique	131
Milieux politiques et milieux savants : vers une confusion des genres	132
Les ambassadeurs, des figures omniprésentes et oubliées	132
<i>Des scientifiques aux charlatans : l'exemple des professions médicales</i>	134
<b>Sciences et religion</b>	<b>137</b>
<i>En guise d'introduction : une question mal posée</i>	137
<i>Savants et foi religieuse</i>	138
À la recherche de Dieu	138
Les sciences à l'épreuve du libertinage (fin XVIIe – XVIIIe siècle)	139
<i>L'intégration des activités savantes au sein de l'Église</i>	141
Le rôle de l'université	141
Ecclésiastiques et sciences à l'époque moderne	142
<i>Les sciences et l'Église catholique en conflit(s)</i>	143
La Réforme catholique et ses conséquences	143
L'émancipation des sciences	143
<i>Sciences et protestantisme</i>	144
Le protestantisme, un moteur scientifique ?	144
Une affaire de compétition(s)	144
<b>Bibliographie</b>	<b>146</b>
<b>Personnages et auteurs de sources à connaître</b>	<b>149</b>
<b>Table des matières</b>	<b>174</b>