

Histoire de la science moderne

Dans la même collection

- LAURENT Avezou, *Les institutions de la France moderne*
- MICHEL Cassan, *La France au XVI^e siècle*
- MICHEL Cassan, *L'Europe au XVI^e siècle*
- Alain Hugon, *Rivalités européennes et hégémonie mondiale, XVI^e-XVIII^e siècle*
- ROBERT Muchembled, *Société, cultures et mentalités dans la France moderne*

BRUNO BELHOSTE

Histoire de la science moderne

De la Renaissance aux Lumières

ARMAND COLIN

Le pictogramme qui figure ci-contre mérite une explication. Son objet est d'alerter le lecteur sur la menace que représente pour l'avenir de l'écrit, particulièrement dans le domaine de l'édition technique et universitaire, le développement massif du photocopillage.

Le Code de la propriété intellectuelle du 1^{er} juillet 1992 interdit en effet expressément la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Or, cette pratique s'est généralisée dans les établissements

d'enseignement supérieur, provoquant une baisse brutale des achats de livres et de revues, au point que la possibilité même pour

les auteurs de créer des œuvres nouvelles et de les faire éditer correctement est aujourd'hui menacée.

Nous rappelons donc que toute reproduction, partielle ou totale, de la présente publication est interdite sans autorisation de l'auteur, de son éditeur ou du

Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC, 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris).



Image de couverture: La lunette d'Hevelius (astronome),
in *Selenographia, sive Lunae descriptio* de Johannes Hevelius,
Gedani, 1647 © BnF, Réserve des livres rares

Conception de couverture: Hokus Pokus créations

Maquette intérieure: Raphaël Lefeuvre

Mise en page: PCA

© Armand Colin, 2016

Armand Colin est une marque de
Dunod Éditeur, 5 rue Laromiguière, 75005 Paris

ISBN 978-2-200-61318-1

Le Code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes de l'article L. 122-5, 2^o et 3^o a), d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (art. L. 122-4).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles L. 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

Sommaire

Avertissement	9
Introduction	11
Bibliographie	30
1 Héritages	33
1. L'Antiquité restaurée	34
1.1 La quête des manuscrits	35
1.2 La science antique : mythes et réalités	36
1.3 La philologie de la Renaissance	38
2. Contre le Moyen Âge	40
2.1 La science médiévale : des Arabes aux chrétiens d'Occident	41
2.2 L'héritage scolastique	43
2.3 Les Écritures saintes	44
3. Usages et diffusion de l'écrit	46
3.1 Du manuscrit au livre imprimé	47
3.2 Une nouvelle culture de l'écrit	49
Bibliographie	52
2 Les hommes de savoir	53
1. La classe des lettrés	54
1.1 La cléricature	55
1.2 Un monde de professeurs	57
1.3 Des humanistes aux savants	60
2. L'univers des praticiens	62
2.1 Les arts et métiers	63
2.2 Les ingénieurs artistes	66
2.3 Les médecins	67

3. La République des lettres	70
3.1 Sociabilités savantes	70
3.2 Au service des princes	73
3.3 Des savants en sociétés	77
Bibliographie	79
3 Autour du monde	81
1. Voyages	82
1.1 Navigation	82
1.2 Nouvelles routes	83
1.3 Rencontres	85
2. Le contrôle des espaces	88
2.1 La géographie des Anciens et des Modernes	88
2.2 Les cosmographes	90
2.3 Les machines coloniales	92
3. L'inventaire de la nature	94
3.1 Nouvelles flores, nouvelles faunes	94
3.2 Le curieux et l'exotique	97
3.3 L'histoire naturelle	99
Bibliographie	102
4 La révolution du ciel	105
1. Copernic et l'héliocentrisme	106
1.1 L'astronomie des Anciens	106
1.2 Le système de Copernic	109
1.3 La réception de l'héliocentrisme	111
2. « Et pourtant elle tourne »	114
2.1 Galilée et le télescope	115
2.2 Les lois de Kepler	117
2.3 La condamnation de Galilée	118
3. Une nouvelle astronomie	121
3.1 Une astronomie sans astrologie	121
3.2 Les tourbillons de Descartes	125

3.3 Le système de Newton	127
Bibliographie	130
5 Le livre de la nature	133
1. La scolastique renversée	134
1.1 Une philosophie naturelle sans théologie ?	135
1.2 Substances et qualités	137
1.3 La recherche des causes	140
2. Le naturalisme de la Renaissance	142
2.1 L'homme et le cosmos	143
2.2 La magie naturelle et l'alchimie	146
2.3 Paracelse et la naissance de la chimie	149
3. La nouvelle physique	151
3.1 La philosophie naturelle expérimentale	152
3.2 Physique mathématique et expérimentation	154
3.3 Galilée physicien	156
3.4 Corpuscules et mécanismes	160
Bibliographie	164
6 Sciences et Lumières	167
1. Lumières	168
1.1 L'esprit critique	169
1.2 La leçon des sens	173
1.3 L'idée du progrès	175
2. Le newtonisme	177
2.1 Newton et les <i>Principia</i>	178
2.2 L'Europe devient newtonienne	182
2.3 Newtonisme mathématique et newtonisme expérimental	185
2.4 Une deuxième révolution scientifique ?	190
3. Une science sécularisée	193
3.1 Entre théologie naturelle et athéisme	194
3.2 La science utile	197
3.3 Résistances et Contre-Lumières	201
Bibliographie	205

7 La science publique	207
1. La nouvelle République des lettres	208
1.1 L'espace public et les philosophes	209
1.2 L'académisme des Lumières	212
1.3 Le réseau des sociétés savantes	214
2. Enseignement et diffusion des sciences	217
2.1 Diffuser les Lumières	218
2.2 Les livres et les journaux	220
2.3 Une entreprise collective : l' <i>Encyclopédie</i>	224
3. De nouveaux publics	226
3.1 La science mondaine	227
3.2 Cafés, clubs et loges	230
3.3 Des sciences par qui et pour qui ?	232
Bibliographie	234
8 L'homme dans la nature	237
1. La nature sans l'homme	238
1.1 L'ordre des choses	239
1.2 Notre Terre	242
1.3 Vie et génération	247
2. L'histoire naturelle de l'homme	251
2.1 L'homme dans le règne animal	251
2.2 Le regard médical	254
2.3 L'influence du milieu	257
3. Nature et société	259
3.1 La science de l'homme	260
3.2 Société et civilisation	262
3.3 Bonheur et richesses	266
Bibliographie	269
Conclusion	271
Index	275

Avertissement

On pourra juger ce livre excessivement ambitieux. Son objectif n'est, en effet, rien moins que d'offrir en quelques chapitres une vue générale de l'essor de la science moderne entre la fin du Moyen Âge et l'orée du XIX^e siècle. La tâche serait-elle mission impossible? Rares, en tout cas, sont ceux qui s'y sont essayés. Il est vrai que l'immensité du sujet comme le nombre des travaux spécialisés ont de quoi décourager les plus audacieux.

Il y a pourtant comme un paradoxe dans le faible nombre d'ouvrages facilement accessibles pour un sujet d'une telle importance. L'histoire des sciences s'est considérablement développée depuis trente ans. Elle est aussi de plus en plus enseignée. Or celui qui veut s'y initier se trouve devant un quasi-vide, faute de synthèses qui puissent guider ses premiers pas, au moins en français. Ce livre, aussi limité soit-il, voudrait contribuer, après quelques autres, à combler cette lacune pour la période moderne. Sans être véritablement un manuel, il propose à l'étudiant comme à l'amateur un cadre et une vision, fondés sur les travaux récents des historiens de sciences, et leur fournit également des éléments pour aller plus loin. Je l'ai écrit, pour la plus grande part, au cours d'un séjour comme professeur invité à l'Institut d'histoire des sciences de l'Académie des sciences de Chine. Je tiens à exprimer toute ma gratitude à cette institution, ainsi qu'à mes collègues chinois qui l'ont vu naître et avec qui j'ai pu partager mes questionnements. Sans eux, ce livre n'existerait pas.

Ma seule ambition en l'écrivant a été d'être utile. L'enseignement de l'histoire des sciences ne pourra se développer sans la création d'outils pédagogiques: manuels et cours, ouvrages de synthèse et de référence, recueils de sources et de documents, etc. Or, tout cela est encore fort limité, que ce soit en France ou à l'étranger, y compris aux États-Unis, alors même que le nombre d'articles et d'ouvrages de recherche explose. Si ce livre, issu d'un enseignement de trois ans à l'Université Paris 1

Panthéon Sorbonne, remplit un tant soit peu cet office, j'en serai pleinement satisfait. D'autres auteurs, je l'espère, suivront l'exemple et viendront alors, j'en suis sûr, compléter et rectifier un essai dont je mesure le caractère très imparfait.

Bruno Belhoste
Le Breuil et Pékin, été 2015

Introduction

La science moderne, un objet d'histoire

Les sciences et leurs applications sont désormais partout. Elles ont contribué à façonner notre monde et déterminent aussi bien nos moyens de vivre et d'agir que nos facultés de sentir et de penser. Pour autant les sciences ne sont pas nées d'hier, car l'activité de connaissance est inhérente à l'espèce *Homo sapiens*. On peut dire à bon droit que leur origine remonte aux débuts de la civilisation et que leur développement est lié à celui des sociétés humaines.

Dans ce livre, nous nous intéresserons à un moment de cette longue histoire caractérisé par des mutations particulièrement rapides et importantes : la période moderne, entre le xv^e et le xviii^e siècle. C'est alors que naissent les sciences au sens où nous l'entendons, ce que nous appelons ici la « science moderne », expression qui méritera d'être discutée. Cette naissance se produit en Europe, en rapport avec des transformations profondes à l'échelle des sociétés concernées (apparition d'États modernes, divisions confessionnelles, émergence de nouvelles techniques, y compris pour le travail intellectuel, etc.), mais aussi à l'échelle du monde (développement des échanges commerciaux intercontinentaux, conquête et exploitation du Nouveau Monde par les Européens, etc.). La naissance de la science moderne doit être en fait envisagée elle-même comme l'un des aspects de ces changements d'ensemble. Ce sera l'un des fils conducteurs de ce livre.

Qu'est-ce que la science ?

Avant d'aborder l'histoire de la science moderne, il est indispensable de clarifier ce que nous entendons ici par le mot « science ». On a souvent cherché à donner des définitions théoriques générales de la science. L'exercice, qui peut paraître très abstrait, a des enjeux très concrets, puisqu'il s'agit de distinguer entre les vraies et les fausses sciences, par exemple entre l'astronomie et l'astrologie. Cela a conduit à énoncer des principes et des normes permettant de caractériser une proposition ou un fait comme « scientifique » et de délimiter ainsi un domaine propre de scientificité. Ce type d'approche relève de ce que l'on appelle communément la philosophie de la connaissance et l'épistémologie.

La question « Qu'est-ce que la science ? » se pose également en histoire des sciences, mais de façon très différente. En effet, l'historien des sciences n'est pas vraiment concerné par une définition normative comme celle que peut proposer un épistémologue. Il y a à cela au moins deux raisons. La première est que l'historien s'intéresse à des questions de fait et non de droit. Son objectif n'est pas de distinguer dans les savoirs du passé ce qui serait « réellement » scientifique de ce qui le serait seulement de façon illusoire. En fait, l'historien n'a pas vocation à juger et à sanctionner, mais à décrire et à comprendre ; il doit être, comme on dit souvent en histoire des sciences, « symétrique ». Cette position de neutralité renvoie à une préoccupation fondamentale pour l'historien, qui est celle de l'objectivité.

La seconde raison est que le mot science a beaucoup changé de signification au cours du temps. Les philosophes et épistémologues du ^{xx}e et du ^{xxi}e siècle ont élaboré des principes et des règles qui valent éventuellement pour la science d'aujourd'hui mais s'appliquent beaucoup plus difficilement aux sciences du passé. Le risque pour celui qui voudrait, à partir d'un point de vue contemporain, distinguer dans des savoirs anciens ce qui est scientifique de ce qui ne l'est pas, serait d'appliquer des catégories inadaptées. On est ainsi renvoyé à une autre préoccupation essentielle pour l'historien, qui est d'éviter l'anachronisme.

Ces considérations préalables nous ramènent à la question « Qu'est-ce que la science ? » et à sa pertinence pour l'historien. De fait, l'histoire des sciences a été principalement écrite jusqu'il y a peu par des scientifiques et des philosophes. Elle s'est construite sur une certaine idée a priori de la science et a surtout cherché à faire la généalogie de

la science contemporaine. En somme, elle a longtemps proposé une vision rétrospective et normative des sciences d'autrefois. Ce n'est pas le type d'histoire des sciences que nous adopterons ici. Nous envisagerons plutôt la science au point de vue des acteurs eux-mêmes. Par exemple, si l'astrologie était considérée comme une science au ^{xvi}^e siècle, et elle l'était en effet, nous la considérerons nous aussi comme telle et donc comme parfaitement légitime pour notre sujet.

Ce point de vue ayant été adopté, une première remarque s'impose. Quelque chose comme «la science» au singulier n'existe pas à l'époque moderne. Ce n'est donc pas, à proprement parler, une catégorie d'acteur. Ce qui existe, en revanche, c'est la notion générale mais indéfinie de science (*epistémè* en grec, *scientia* en latin) en tant que connaissance certaine, ainsi que des sciences particulières en tant que domaines de savoir institués, chacune avec ses caractéristiques, ses objets, ses règles et ses traditions, comme l'astronomie ou la physique, mais aussi l'astrologie ou la théologie. Il est d'ailleurs juste de rappeler que l'existence de ces sciences, à l'époque moderne, n'est pas l'exclusivité de l'Europe, même si, dans ce livre, nous nous concentrerons principalement sur cette partie du monde.

Ce que l'on appelle «la science» ne fait en réalité son apparition qu'au ^{xix}^e siècle. C'est alors que se constitue la «recherche scientifique» et qu'arrivent les «scientifiques», au sens que nous donnons aujourd'hui à ces termes. Néanmoins, même si la science en général n'a pas, à proprement parler, d'existence à l'époque moderne, l'expression «la science moderne», que j'adopte ici, a un sens par rapport à l'historiographie du sujet. En effet, bien qu'il n'existe rien d'unifié de ce genre avant le ^{xix}^e siècle, toutes les sciences du passé (au pluriel) ont été entraînées dans un même mouvement historique, qui a conduit à l'émergence de la science contemporaine. C'est justement pour désigner et étudier ce mouvement d'ensemble que nous employons ici l'expression «la science moderne». Celle-ci vise donc à qualifier un processus historique réel, qu'il s'agit pour nous d'analyser et de comprendre.

L'historien doit cependant toujours distinguer clairement les notions qu'il emploie pour étudier une situation historique, ce que l'on appelle généralement ses catégories d'analyse, de celles qu'emploient les acteurs eux-mêmes pour parler de leur situation, c'est-à-dire des catégories d'acteur. La distinction en histoire est malheureusement difficile à faire, car les catégories d'analyse sont souvent elles-mêmes des

catégories d'acteur employées hors contexte. Cela est vrai par exemple pour « la science » au singulier. Cette expression renvoie en effet à la fois à une catégorie d'analyse, celle que nous utilisons ici, et à une catégorie d'acteur inventée et utilisée par les hommes de science et les philosophes de la fin du XIX^e siècle et du début du XX^e siècle. Or, en forgeant la notion de « la science » en général et au singulier, ces derniers ont voulu imposer une certaine idée de ce que doit être la connaissance scientifique et, en même temps, ils ont construit dans ce but une certaine histoire de la science, dont l'histoire des sciences pratiquée aujourd'hui est l'héritière directe. Il en résulte qu'il est difficile, quand nous disons « la science » et « la science moderne » en nous référant à des catégories d'analyse, d'échapper complètement aux connotations attachées à ces termes en tant que catégories d'acteur. C'est pourquoi il faut toujours utiliser ces expressions commodes avec une certaine précaution, en se méfiant de leur potentiel anachronisme. Si on doit être conscient de ce risque, on n'oubliera pas que celui-ci n'est pas spécifique à notre sujet et à notre période d'étude. On le retrouve en réalité dans toute recherche historique.

La révolution scientifique n'existe pas

Je voudrais soulever une autre question préalable dans cette introduction : elle porte sur la notion de « révolution scientifique ». Vers le milieu du siècle dernier quelques grands historiens des sciences, comme Alexandre Koyré, Herbert Butterfield et Thomas Kuhn, ont imposé l'idée qu'il y avait eu une révolution scientifique à l'époque moderne, plus précisément au XVII^e siècle. Selon cette thèse, une rupture radicale et brutale aurait alors ouvert la voie à la science moderne, une science dont les fondements seraient profondément différents de ceux de la science traditionnelle, antique et médiévale.

La « révolution scientifique » du XVII^e siècle a été ainsi associée à des découvertes et des innovations théoriques majeures concernant le « système du monde ». Son point de départ serait le passage du géocentrisme à l'héliocentrisme, ce qu'il est convenu depuis longtemps d'appeler la « révolution copernicienne ». Il est certain, en effet, que le changement en astronomie a été révolutionnaire, au sens propre. Mais, selon ces auteurs, la rupture ne concernerait pas seulement une science particulière, elle porterait beaucoup plus généralement sur la vision du monde (*Weltbild* en allemand). Thomas Kuhn est celui qui a donné le contenu

le plus précis à cette conception, en identifiant la révolution scientifique à un « changement de paradigme ».

Les paradigmes, selon Thomas Kuhn, sont des ensembles de valeurs, de pratiques et de croyances partagées. Tout système de connaissances scientifiques considérées comme légitimes se développerait dans le cadre d'un certain paradigme. Or, un paradigme est par nature rigide et conservateur : il ne peut être profondément modifié sans se rompre. Par exemple, le paradigme géocentrique, qui place la Terre au centre de l'univers, est lié intimement à un ensemble cohérent de croyances sur la création, la nature et la structure hiérarchique du monde et sur la place qu'y occupe le genre humain. Placer le Soleil en son centre, c'est nécessairement remettre en cause tout ce système de croyances. C'est pourquoi l'héliocentrisme est révolutionnaire. Son adoption implique donc bien plus qu'un simple changement technique en astronomie : un changement majeur de paradigme, marqué par l'abandon d'une conception ancienne du monde au profit d'une nouvelle conception, une révolution scientifique en somme.

Le thème de la révolution scientifique, après avoir connu une fortune historiographique considérable, a perdu depuis une vingtaine d'années beaucoup de son attrait. De nombreuses critiques lui ont été adressées. Nous aurons l'occasion de les examiner dans ce livre. Je ne retiendrai ici que trois objections fondamentales : la première concerne le lien entre la science moderne et la science antique et médiévale, la seconde, la place des différentes sciences dans la révolution scientifique du XVII^e siècle et la dernière, le caractère orienté, cumulatif et progressif de l'entreprise scientifique.

S'il paraît incontestable que les sciences ont connu des transformations très profondes à l'époque moderne, peut-on pour autant sans exagération y voir une rupture radicale ? Parler de révolution, c'est soutenir en tout cas l'idée d'une discontinuité fondamentale entre les sciences anciennes et médiévales et la science moderne, ce qui revient, a contrario, à négliger des éléments de continuité très importants, y compris dans les sciences physiques. C'est aussi concentrer dans un seul moment historique, entre Copernic et Descartes, une mutation qui s'est en réalité étendue sur plusieurs siècles. C'est finalement privilégier le rôle de quelques idées et de quelques grands hommes aux dépens des évolutions collectives, plus lentes et plus profondes, et qui concernent autant les techniques matérielles et intellectuelles, les structures économiques et

sociales et l'organisation du champ politique et religieux que les débats portant sur la philosophie naturelle au sein du petit monde des savants et des érudits.

La deuxième objection porte sur la pertinence de la notion de révolution scientifique dès que l'on veut l'appliquer à des sciences autres que l'astronomie et la philosophie naturelle. Ni l'histoire naturelle, ni les sciences médicales, ni, à fortiori, les sciences de l'homme, qui apparaissent au XVIII^e siècle, ne semblent entrer facilement dans ce schéma général. Dans les sciences physiques même, en sont exclus tous les phénomènes relatifs au comportement des matériaux, à la chimie, à l'électricité, au magnétisme, à la chaleur, etc. Thomas Kuhn, conscient du problème, a proposé l'existence autour de 1800 d'une sorte de seconde révolution scientifique, au cours de laquelle la quantification aurait pénétré l'ensemble de la physique ainsi que la chimie. Si l'on voulait inclure dans le même schéma explicatif l'ensemble des disciplines scientifiques, il faudrait multiplier les révolutions scientifiques, ce qui correspond d'ailleurs à peu près à ce qu'a tenté Thomas Kuhn lui-même en forgeant ses changements de paradigme. Cela serait-il satisfaisant ?

La dernière objection à la thèse de la révolution scientifique n'est pas la moindre. Elle porte sur la conception même que nous pouvons avoir de la science et de son histoire. La thèse suppose en effet que ce que l'on appelle aujourd'hui la science ait connu un développement linéaire et cumulatif depuis la grande rupture de la révolution scientifique, ce qui autoriserait à considérer son point d'origine à partir de son aboutissement. Autrement dit, le regard rétrospectif permettrait de séparer dans le passé le bon grain de l'ivraie, la vieille science de la science en marche, les errements inévitables, comme le système géocentrique de Tycho-Brahé, les tourbillons de Descartes ou l'alchimie de Newton, des vrais progrès, qui ont fait la « révolution scientifique » et l'histoire de la science moderne. Cette manière d'envisager le passé comme une marche triomphale vers la vérité telle que d'aucuns la conçoivent aujourd'hui conduit à rejeter dans le néant tout ce qui était considéré encore comme science au XVII^e siècle et ne l'est plus aujourd'hui. Une telle approche, essentiellement anachronique, ne peut être celle d'un historien. C'est pourquoi nous renoncerons purement et simplement dans ce livre à l'idée de révolution scientifique.

Science moderne et sécularisation

Si la révolution scientifique n'existe pas, l'époque moderne voit assurément l'émergence de nouvelles conceptions, voire de nouvelles représentations du monde et de l'homme. De ce point de vue, l'essor de la science moderne paraît devoir être interprété comme un aspect d'une transformation plus large en Europe. À l'orée de l'époque moderne, les Réformes brisent l'unité du monde chrétien, favorisant au plan individuel et collectif de nouveaux rapports avec le sacré ; les « grandes découvertes » confrontent l'homme européen à d'autres environnements et d'autres humanités, suscitant un puissant mouvement de curiosité et d'inquiétude ; l'invention de l'imprimerie multiplie les livres et les lecteurs, provoquant une véritable révolution de l'information. Ces nouvelles conditions contribuent à des mutations de sensibilité qui touchent tous les secteurs et tous les milieux sociaux. Elles enclenchent des transformations qui affectent chaque sphère d'activité. C'est ce contexte qu'il faut prendre en compte pour évaluer l'impact propre des pratiques et des savoirs attachés à la science moderne.

Se placer dans un tel cadre conduit à se poser la question du rôle des sciences dans le processus de sécularisation qui affecte la société européenne à l'époque moderne. Inventée au début du xx^e siècle en Allemagne, en particulier par le sociologue Max Weber et le théologien Ernst Troeltsch, la notion de sécularisation désigne le processus de longue durée par lequel le domaine du religieux a perdu son rôle central dans nos sociétés tout en étant lui-même sécularisé. La thématique de la sécularisation, ou « sortie de la religion » (Marcel Gauchet), est profondément ambivalente, puisqu'elle met l'accent à la fois sur l'absence du religieux dans la société moderne, ce que Weber appelle le « désenchantement du monde », et sur sa persistance éventuelle sous forme d'un « christianisme sécularisé ». Née dans le cadre de la sociologie de la religion, elle a été d'abord appliquée au protestantisme (voir *L'Éthique protestante et l'esprit du capitalisme* de Weber, publiée en 1904-1905) et n'a été introduite qu'ensuite en histoire des sciences pour être intégrée dans la grande synthèse de la « révolution scientifique ».

Aujourd'hui, la science est entièrement séculière, en ce sens que les croyances religieuses sont censées n'y jouer aucun rôle. Ceci n'empêche pas d'ailleurs certains mouvements, comme le créationnisme, de contester, sur des bases religieuses, des théories ou des résultats généralement admis par la communauté scientifique. Il n'en pas été toujours

ainsi. Au Moyen Âge, la science est intimement liée à la religion. La théologie est alors la reine des sciences et les sciences de la nature sont placées sous son autorité : pour Thomas d'Aquin, par exemple, « tout ce qui, dans ces sciences, se trouverait contredire la vérité exprimée par la science sacrée doit être condamné comme faux ». La philosophie naturelle est elle-même considérée comme une entreprise religieuse : c'est de Dieu qu'elle traite à travers sa création. Il a donc fallu que la science se détache de ce cadre pour devenir séculière.

La question des rapports entre science et religion a suscité bien des passions et des partis pris. Il est vrai que toutes deux ont des prétentions à énoncer « la vérité », d'où des problèmes de concurrence en légitimité. Historiquement, les condamnations prononcées par l'Église, contre l'averroïsme au Moyen Âge, contre Galilée au XVII^e siècle et contre Darwin au XIX^e siècle, ont pesé lourd dans la balance. Il serait néanmoins exagéré de parler d'une opposition frontale entre la science moderne et la religion révélée, comme l'ont affirmé les historiens scientistes de la fin du XIX^e siècle. Bien au contraire, non seulement la science moderne s'est développée dans un contexte religieux, mais on peut soutenir que ce contexte lui a été en fin de compte favorable : la religion a pu fournir à la fois une motivation profonde à certains (mais pas à tous) pour des recherches sur la nature et un cadre suffisamment souple pour de nouveaux questionnements. Ainsi, pour l'historien Amos Funkelstein, la science moderne, celle du XVII^e siècle, n'est rien d'autre qu'une théologie sécularisée.

Cette vision d'une science moderne sortie tout droit du sein de la religion ne doit cependant pas nous tromper : la séparation a aussi été une rupture et une émancipation. Au bout du compte, la science moderne a entièrement exclu le sacré de son domaine d'investigation et s'est fixé des buts entièrement humains. Sans nier cette évolution de long terme, certains historiens des sciences spécialistes des XVI^e et XVII^e siècles renvoient aujourd'hui aux siècles ultérieurs le début du processus de sécularisation que nous avons mentionné. La première modernité serait restée profondément religieuse. L'humanisme serait ainsi, de part en part, d'inspiration chrétienne, le naturalisme et le libertinisme des mouvements marginaux, et Copernic, Galilée et Descartes de pieux catholiques et des hommes de foi. Reprenant l'argument de Lucien Febvre, selon lequel parler d'incroyance au XVI^e siècle, c'est préférer le plus grave des anachronismes pour « un siècle qui veut croire »,

ils en arrivent à soutenir que ce sont d'abord et avant tout des motivations religieuses qui ont animé ceux qui ont contribué à l'essor de la science moderne. L'astronomie, la physique nouvelle, l'histoire naturelle et l'alchimie viseraient donc à retrouver dans le monde d'ici-bas le reflet du divin.

Ce n'est pas, disons-le, le point de vue que nous avons adopté dans ce livre. Nous préférons quant à nous souligner un mouvement profond qui touche le monde des lettrés à partir du xv^e siècle et qui tend à s'accélérer aux siècles suivants, à savoir son détachement progressif de la sphère cléricale. Soutenus par les pouvoirs séculiers et en contact étroit avec les praticiens des métiers, les nouveaux lettrés laïcs ont, pour la plupart, d'autres préoccupations que la défense et l'illustration de la foi. Non sans rapport avec ce mouvement, il convient aussi de noter la multiplication des hétérodoxies à l'époque moderne. L'hérésie, sous toutes ses formes, devient un phénomène massif avec la Réforme. Parmi les lettrés, les théories hétérodoxes fleurissent, favorisées par la redécouverte des philosophies païennes de l'Antiquité qui avaient été rejetées dans l'ombre au Moyen Âge. Les théologiens patentés perdent ainsi le monopole qu'ils avaient sur la production des biens spirituels, même si les pouvoirs ecclésiastiques gardent de puissants moyens de contrôle et de répression.

Certes, le souci du divin reste omniprésent à l'époque moderne, au moins dans les proclamations placées en tête de tous les ouvrages. On peut néanmoins s'interroger sur la sincérité de telles déclarations, qui ont surtout le mérite de garantir à leurs auteurs une certaine sécurité morale et physique. Du Moyen Âge au xviii^e siècle, on sait que les malpensants sont les maîtres de l'esquive et des doubles discours. Parce qu'il est de mauvaise méthode de lire entre les lignes, ceux qui prennent ces proclamations pour argent comptant affirment pourtant que c'est bien là qu'il faut trouver le premier moteur de la science moderne, y compris quand il s'agit de calculer la trajectoire d'une planète ou de décrire une plante exotique. À ce compte, il faudrait expliquer ce que font les scientifiques contemporains en posant comme point de départ qu'ils agissent toujours, comme ils l'affirment, pour le bonheur de l'humanité.

Si l'on revient à l'époque moderne, le fait le plus frappant, pour ce qui nous intéresse, est l'attaque menée par les adeptes des sciences nouvelles, presque tous laïcs, contre l'édifice scolastique, c'est-à-dire contre la place forte des théologiens. L'argumentaire est tiré d'abord de la

lecture des auteurs anciens, selon l'approche humaniste, mais, dès le xvi^e siècle, et plus encore au siècle suivant, c'est le livre de la nature qui fournit l'arsenal mobilisé contre l'autorité établie des clercs. Un mouvement plus redoutable encore, distinct mais qui n'est pas sans lien avec le premier, conduit certains érudits, à partir de la fin du xvi^e siècle, à lire les Saintes écritures elles-mêmes comme un livre d'histoire quelconque, susceptible d'un examen critique. Le résultat, tel qu'il apparaît avec évidence au début du $xviii^e$ siècle, est une redéfinition du sacré, y compris de la part des autorités religieuses, un recul du surnaturel et un détachement progressif des sciences de la sphère religieuse.

Comme il paraît difficile de ne pas reconnaître la montée d'une incroyance au $xviii^e$ siècle, ceux qui soulignent le caractère foncièrement religieux de la science moderne postulent donc l'existence d'une formidable césure entre les années 1680 et les années 1720. Le siècle des Lumières serait ainsi né presque tout armé au début du $xviii^e$ siècle. La figure double de Newton fournit l'emblème de cette transformation subite: homme profondément religieux et inquiet, préoccupé principalement de théologie et de chronologie sacrée, il laisse de lui, après sa mort, l'image erronée d'un savant vaguement déiste et presque positiviste, qui aurait cherché toute sa vie à tirer de l'expérience de grandes lois physiques exprimables mathématiquement. En somme, les mêmes qui soulignent les continuités entre le Moyen Âge d'un côté et la Renaissance et le $xvii^e$ siècle de l'autre, supposent une rupture radicale entre l'âge classique et l'âge des Lumières, rupture qui marquerait la naissance de notre modernité contemporaine.

Dans ce livre, nous nous écarterons de cette idée, pourtant assez commune aujourd'hui en histoire des sciences. Contrairement à ce qui est parfois affirmé, les Lumières plongent en effet leurs racines dans la période précédente, même si les inflexions sont importantes et ne doivent pas être négligées. Il faut pour cela prendre la mesure du mouvement de sécularisation déjà à l'œuvre au $xvii^e$ siècle et ne pas sous-estimer l'incroyance dans les milieux lettrés, surtout après un siècle de guerres de religion. Le libertinisme, auquel les historiens des sciences accordent en général peu d'importance, parce qu'il n'a joué, au moins en apparence, qu'un rôle très limité dans l'essor de la science moderne, fournit un indicateur de ces changements. L'incroyance, que Lucien Febvre jugeait marginale et sans signification au xvi^e siècle, est en réalité loin d'être exceptionnelle chez les lettrés, si l'on veut

bien ne pas la confondre avec l'incroyance athée ou agnostique de nos contemporains.

Au cœur de cette incroyance des modernes, il y a la perte de foi dans l'autorité, dans celle de la tradition et des églises, voire dans celle même de la Révélation. Le rôle central attribué à la grâce divine pour le salut des âmes par tant de théologiens de l'époque moderne, d'abord protestants (*sola gratia*) mais aussi catholiques, signale a contrario l'éten due du problème. C'est cette crise de confiance qui justifie la recherche de voies nouvelles. Sans elle, nous semble-t-il, ni Galilée, ni Descartes n'auraient été possibles. Qu'il soit bien entendu que cette recherche n'implique pas nécessairement d'hostilité à l'égard de toute religion, ni même à l'égard de la religion chrétienne. Beaucoup de ceux qui sont touchés par l'indifférence et le doute souhaitent sincèrement rétablir la foi sur des fondements plus solides. C'est déjà le programme des humanistes évangélistes et ce sera, par exemple, celui des chrétiens cartésiens et de Newton lui-même. D'autres, cependant, vont beaucoup plus loin dans la remise en cause de la religion établie.

Si le naturalisme, qui exclut de la réalité tout surnaturel, et le mécanisme, qui réduit le monde à une machine, n'impliquent, il est vrai, ni matérialisme, ni athéisme, leur adoption oblige à tout le moins à reconstruire des théologies entièrement nouvelles. Certains en arrivent à rejeter l'idée même de Révélation. Ces tendances, qui sont à l'œuvre de façon cryptée au moins dès le xvi^e siècle, apparaîtront au grand jour lorsque les conditions politiques le rendront possible. En attendant, leur influence est déjà visible là où l'action répressive des autorités ecclésiastiques est le moins directe, par exemple dans les facultés de médecine et les cours princières.

C'est dans le dernier tiers du xvii^e siècle, selon Margaret Jacob et Jonathan Israël, que le libertinisme, jusqu'alors marginal et secret, se serait transformé en un puissant courant critique, celui des « Lumières radicales », ferment de l'esprit révolutionnaire du xviii^e siècle. Il faudrait donc, selon cette thèse, séparer deux grands courants au sein des Lumières, celui des « Lumières radicales » d'origine hollandaise, matérialistes et démocratiques, dont Israël attribue l'entière paternité à Spinoza, et celui des « Lumières conservatrices » d'origine anglaise, déistes et aristocratiques, que le même auteur associe principalement à Locke et à Newton. En dépit de son caractère simpliste, cette thèse très controversée a le mérite de souligner l'importance de courants d'idées

hétérodoxes, considérés le plus souvent comme marginaux, mais aussi leur précocité. Cependant, tracer une démarcation tranchée entre des Lumières « à la Spinoza » et des Lumières « à la Locke » paraît, on le verra, inapproprié à l'étude des sciences au XVIII^e siècle. Le terme de « Lumières » suffit à signaler la pluralité du mouvement.

Le projet d'émancipation des Lumières, qui s'appuie largement sur les sciences, trouve, en tout cas, son origine dans l'empirisme. Il est foncièrement séculier, parce qu'il est fondé sur l'usage de l'esprit critique et qu'il rejette toute idée a priori de vérité révélée. La source de la connaissance est située uniquement dans l'expérience des sens et l'homme, pour son salut, doit faire appel à sa seule raison. Parce qu'il est le fondateur de la nouvelle philosophie naturelle, Newton, l'ami de Locke, est le héros des Lumières, même s'il s'agit d'une figure réinventée.

L'homme décentré et recentré

Koyré et Kuhn identifiaient une révolution dans les sciences par la manière dont les hommes de l'époque moderne se représentaient le monde physique. La « révolution copernicienne », qui a mis le Soleil au centre du monde et réduit la Terre à une planète comme une autre, s'est accompagnée d'un changement beaucoup plus profond de représentations. Koyré l'a analysé dans un ouvrage célèbre, *Du monde clos à l'univers infini*, publié en 1957. À la représentation d'un cosmos fini et ordonné, divisé entre Ciel et Terre, a succédé celle d'un univers homogène et infini, soumis à des lois physiques universelles et uniformes. Ce caractère d'homogénéité et de régularité, qui fait de l'univers une machine, a offert à l'homme de science la possibilité d'une description entièrement quantitative, ouvrant la voie à une mathématisation de la physique et, finalement, à une « mécanisation de l'image de l'univers », selon la thèse présentée dès 1938 par Anneliese Maier et développée après guerre par l'historien des sciences Dijksterhuis.

Cette nouvelle image du monde, où la Terre a perdu sa position centrale, s'est accompagnée d'une nouvelle représentation de l'homme. Habitant une planète quelconque qui tourne autour de l'astre solaire, celui-ci se retrouve en quelque sorte décentré et placé en conséquence dans un rapport différent avec le divin. Pascal a souligné dans un but apologétique le vertige que provoque une telle situation : « Que l'homme, étant revenu à soi, considère ce qu'il est au prix de ce qui est ; qu'il se regarde comme égaré dans ce canton détourné de la nature ; et que de

ce petit cachot où il se trouve logé, j'entends l'univers, il apprend à estimer la Terre, les royaumes, les villes et soi-même son juste prix. Qu'est-ce qu'un homme dans l'infini ? »

Ce malaise, produit d'un sentiment d'étrangeté, s'est trouvé redoublé par l'expérience de l'altérité consécutive à l'ouverture brutale de l'Europe au reste du monde. L'accès direct à l'Orient lointain et la conquête inattendue d'un Nouveau Monde ont représenté des chocs extrêmement violents. Les rencontres qu'ils ont suscitées ont entraîné des recompositions idéologiques et théologiques profondes. Il a fallu intégrer d'autres mondes et d'autres humanités dans le récit providentialiste et eschatologique traditionnel, et repenser le message évangélique. Il a aussi fallu envisager d'autres approches historiques, philosophiques et religieuses en rupture complète avec le dogme chrétien. Dans une Europe fracturée par les conflits religieux, la porte a été entrouverte pour toutes sortes de révisions et d'innovations.

Celles-ci ne sauraient se réduire au grand mouvement de désubstantialisation et de mécanisation du monde que les historiens de la révolution scientifique ont décrit. D'autres courants d'idées ont aussi contribué à l'essor de la science moderne. Des traditions philosophiques oubliées et négligées au Moyen Âge ont été redécouvertes à la Renaissance : platonisme et néo-platonisme, épicurisme, stoïcisme, scepticisme. Toutes sortes de synthèse ont alors été inventées. Certains ont cherché à concilier ces philosophies païennes et la religion révélée, tandis que d'autres ont été amenés à rejeter purement et simplement le dogme chrétien. Ceux qui ont contribué à inventer la science moderne, y compris Galilée, Kepler ou Newton, ont été très influencés par ces courants hétérodoxes.

On doit en particulier retenir l'importance de la tradition hermétique et de la magie. Elles mettent l'accent sur les analogies et les correspondances, que celles-ci soient visibles ou secrètes, entre les différentes parties du monde, entre le microcosme et le macrocosme, entre les hommes et les choses. La nature elle-même est vue comme une totalité vivante, traversée de forces que l'homme doit apprendre à connaître et à contrôler. Dans cette perspective, la science vise moins à décomposer les choses en éléments uniformes régis par des lois universelles qu'à découvrir les affinités qui les lient les unes aux autres, afin de révéler l'harmonie secrète que cache l'apparent désordre du monde. Ainsi, loin de s'évanouir, le sacré est naturalisé.