

CHAPITRE 7 – Les Lumières et le développement des sciences

Cours 1. La révolution scientifique du XVII^e siècle (p. 180-181)

Comment caractériser le nouvel esprit scientifique qui se développe au XVII^e siècle ?

A - La naissance des sciences modernes

1. Un nouveau langage, de nouvelles méthodes

Au XVII^e siècle, la science se dote d'un langage et de méthodes qui lui sont propres. René Descartes ouvre la voie : les mathématiques, et non la philosophie, constitueront désormais le langage des scientifiques. Descartes fonde la pensée rationnelle avec la publication en 1637 du Discours de la méthode.

L'expérimentation devient le chemin obligé pour valider une théorie ; le nouvel esprit scientifique veut que des preuves soient apportées à toute affirmation. Ainsi se multiplient les laboratoires dans lesquels les savants mènent leurs expériences, tandis qu'apparaissent les premières revues scientifiques comme Philosophical transactions ou le Journal des savants (1665).

2. La mesure du monde

L'invention et le perfectionnement d'instruments de mesure et d'observation – lunette astronomique, télescope, microscope, baromètre, horloge ou encore thermomètre – facilitent le travail des scientifiques et accompagnent les progrès des sciences. Les globes terrestres deviennent les symboles du foisonnement des activités scientifiques : on les trouve dans les cabinets de physique, dans les salons ou les bibliothèques.

Depuis le XVI^e siècle, les cabinets de curiosités se multiplient : les collectionneurs y rassemblent les objets rares ou précieux, issus de la nature ou créés par les êtres humains.

B - Le renouvellement et la diffusion des savoirs

1. Le renouvellement des savoirs

Au XVI^e siècle, l'astronome polonais Nicolas Copernic avait rejeté le géocentrisme pour adopter l'héliocentrisme, montrant ainsi que la Terre était une planète comme les autres et non, comme l'affirmait l'Ancien Testament, une planète au centre de l'Univers créée par Dieu. Cependant, ses travaux étaient restés confidentiels et il fallut attendre Galilée (1564-1642) pour que s'opère la véritable révolution des savoirs astronomiques. En 1687, l'Anglais Isaac Newton apporte à son tour une contribution fondamentale en publiant les Principia, dans lesquels il avance la théorie de la gravitation universelle.

Les progrès des sciences mettent en lumière les failles ou les limites des connaissances héritées du Moyen Âge et de l'Antiquité. Ainsi, en 1628, le médecin de la cour anglaise William Harvey découvre le mouvement circulaire du sang, invalidant les théories de Galien (II^e siècle) qui faisaient du foie la source des veines et du sang.

2. Les premières académies

Les hypothèses et les découvertes sont diffusées grâce aux académies qui voient le jour en Europe. Fondée en 1662, la Royal Society de Londres sert de modèle à la plupart des établissements de ce type, ainsi que l'Académie des sciences fondée à Paris par Colbert en 1666. En 1700, le roi de Prusse Frédéric Ier fonde l'Académie de Berlin. Néanmoins, le cercle des savants et des académiciens reste encore assez fermé : dans une Europe largement analphabète, les sciences n'ont pas encore conquis un vaste public.

C - Le temps des débats et des doutes

1. Le siècle des grands débats

Tout le long du XVII^e siècle, de grands débats animent la communauté scientifique internationale, notamment celui concernant l'existence du vide, une question débattue par René Descartes ou par le philosophe Thomas Hobbes.

L'optique reste également un champ à explorer : quelle est la nature de la lumière ? Comment expliquer les couleurs ? Autant de questions âprement débattues par l'Allemand Johannes Kepler, le Néerlandais Christiaan Huygens ou encore Isaac Newton.

2. La remise en cause des croyances établies

Le nouvel esprit scientifique est lié à une pensée fondée sur la raison, qui rejette la magie et les superstitions et contribue à remettre en cause les écrits des Anciens ou les dogmes de l'Église. C'est pourquoi l'enseignement de Descartes est interdit par de nombreuses universités – qui sont alors des établissements religieux – à partir des années 1660.

L'œuvre de Galilée alimente aussi les controverses, l'Église n'acceptant pas la thèse de l'héliocentrisme. Traumatisée par la Réforme protestante (→ chapitre 4) et soucieuse de reconquérir les esprits ébranlés de ses fidèles, l'Église catholique romaine ne peut tolérer une telle remise en cause de ses certitudes. C'est pourquoi Galilée est condamné en 1633 à la prison à vie.

Les savants du XVII^e siècle restent ainsi profondément religieux : en effet, pour Newton, Dieu est l'aboutissement de toute chose.

Cours 2. Les sciences au siècle des Lumières (p. 182-183)

Pourquoi peut-on dire que les sciences imprègnent les sociétés européennes au siècle des Lumières ?

A - Le développement des sciences

1. De nouvelles découvertes

Au XVIII^e siècle, les sciences se constituent en disciplines spécialisées : astronomie, physique, chimie, botanique, agronomie, etc. Les travaux autour de l'électricité sont l'une des grandes affaires du siècle : en 1752, Benjamin Franklin réalise une expérience sur la nature électrique de la foudre, qui le conduira à mettre au point le paratonnerre. Considéré comme le père de la chimie moderne, Antoine de Lavoisier réussit en 1770 la synthèse de l'eau à partir d'hydrogène et d'oxygène, prouvant ainsi que l'eau est un composé. De leur côté, les naturalistes Buffon et Linné entreprennent de recenser et de classer le plus grand nombre d'espèces animales et végétales.

2. La « République des sciences »

Des revues spécialisées, des échanges épistolaires et des controverses animent la communauté scientifique internationale. Les échanges sont particulièrement féconds entre l'Angleterre et la France, où il existe par exemple un réseau qui défend et popularise les idées d'intellectuels et de scientifiques comme Newton ou Voltaire.

Même si elles sont souvent exclues des milieux académiques, les femmes contribuent activement aux progrès des sciences : Émilie du Châtelet (1706- 1749),

physicienne, astronome et mathématicienne, est également traductrice et commentatrice de l'œuvre de Newton. Maria Gaetana Agnesi (1718-1799) obtient une chaire de mathématiques à l'université de Bologne ; sa compatriote Laura Bassi reçoit de son côté une chaire de physique et sera même membre de l'Académie des sciences de Bologne.

B - Des savoirs à la portée d'un public élargi

1. La diffusion des connaissances

Le XVIII^e siècle se caractérise par la volonté de mettre les savoirs scientifiques à la portée d'un public élargi. Des institutions et des lieux variés – académies, universités, collèges de jésuites, clubs, salons mondains – diffusent les avancées scientifiques.

C'est également l'ambition des encyclopédies, véritables sommes des savoirs de leur temps, qui voient le jour dans de nombreux pays. Jean Le Rond d'Alembert assure avec Denis Diderot la direction éditoriale de l'Encyclopédie ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers, publiée entre 1751 et 1765 et largement diffusée en Europe.

2. Le spectacle de la science

Les rois et les princes se passionnent pour les sciences, leurs cours deviennent d'ailleurs des lieux de démonstration très prisés. Mais l'appétit pour les sciences gagne aussi des milieux plus populaires : hommes et femmes de tous âges et de toutes conditions assistent aux cours de physique expérimentale de l'abbé Nollet à Paris. Et c'est, devant des foules enthousiastes, que les premiers vols aérostatiques ont lieu dans les années 1780.

C - De l'utilité des sciences

1. Les États encouragent les sciences

Les États prennent conscience de l'intérêt des sciences pour renforcer leur puissance et leur gloire : ils encouragent et orientent le travail des académies. Initiés par les monarchies, les grands voyages d'exploration embarquent à leur bord des scientifiques, comme le naturaliste Joseph Banks, qui participe au premier voyage de James Cook autour du monde (1768-1771). C'est lui qui introduit en Europe l'eucalyptus ou le mimosa et ramène des spécimens de kangourous. Ces voyages d'exploration ont aussi pour ambition de résoudre les problèmes de latitude et de longitude, d'affiner les calculs des distances et de finir de cartographier le monde connu.

2. Les sciences au service de l'industrie

Au XVIII^e siècle, les scientifiques sont particulièrement soucieux des applications pouvant découler de leurs inventions. La pratique du dépôt de brevet montre bien la prise de conscience des enjeux économiques liés aux découvertes scientifiques.

En 1712, les mécaniciens Thomas Newcomen et Thomas Savery perfectionnent la machine à vapeur et mettent au point une pompe à feu, dite aussi pompe atmosphérique, pour extraire l'eau des mines.

La machine à vapeur permet aussi des innovations dans les domaines du textile.

Les écoles d'ingénieurs se multiplient et contribuent à l'épanouissement d'une culture scientifique au sein de l'Europe de la première industrialisation.

Doc 1 p. 184 : Les soutiens de Galilée

Les thèses avancées par Galilée en 1610 dans *Le Messager céleste* provoquent dans toute l'Europe des sciences des commentaires et des débats.

Le 8 avril m'est parvenu un exemplaire du livre de Galilée, *Le Messager céleste*, accompagné d'une demande de jugement de ma part sur l'ouvrage et surtout sur sa découverte. Loin d'avoir calmé les Italiens¹, l'attitude de Galilée les a au contraire montés contre lui. Je me suis empressé d'aller au secours de mon camarade de combat en faveur de Copernic. Si nous ne nous entraïdons pas, qui viendra à notre secours ? [...] Nous devrions former une ligue de partisans de Copernic afin de monter à l'assaut, à visage découvert. Mais Galilée me paraît toujours si prudent...

Lettre de Jean Kepler (mathématicien et astronome) à Matthieu Wacker
von Wackenfels, septembre 1610.

1. La papauté à Rome.

Doc 2 p. 184 : Galilée écrit à sa protectrice

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 invisibles ; 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 philosophes¹, 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. Oubliant d'une certaine manière que la multiplication des découvertes concourt au progrès de la recherche, au développement et à l'affermissement des sciences et non pas à leur affaiblissement ou à leur destruction, et se montrant dans le même temps plus attachés à leurs propres opinions qu'à la vérité, ils en vinrent à prétendre déclarer que ces nouveautés n'existent pas, alors que, s'ils avaient voulu les considérer avec attention, ils auraient dû conclure à leur existence.

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

1. L'expression désigne les théologiens qui défendent le géocentrisme, dogme de l'Église.

Doc 4 p. 185 : La condamnation de Galilée par l'Église

L'Église catholique, traumatisée par la Réforme protestante, ne peut tolérer une telle remise en cause de ses certitudes. Au terme d'un procès, Galilée et ses idées sont condamnés. Les théologiens qualifiés ont défini ainsi les deux propositions de la stabilité du Soleil et du mouvement de la Terre de la manière suivante : La proposition que le Soleil est au centre du monde est absurde, fausse en philosophie et formellement hérétique¹ , parce qu'elle est expressément contraire à la Sainte Écriture. La proposition que la Terre n'est pas au centre du monde ni immobile, mais qu'elle se meut d'un mouvement diurne est également absurde et fausse en philosophie et considérée en théologie au moins comme erronée selon la Foi.

Sentence de la condamnation de Galilée par le Saint-Office, juin 1633.

1. Personne qui défend une hérésie, c'est-à-dire un ensemble de croyances condamnées par l'Église car contraires à son dogme.

Doc 1 p. 186 : Comment utiliser la vapeur ?

Par une propriété qui est naturelle à l'eau, une petite quantité de ce liquide, réduite en vapeur par l'action de la chaleur, acquiert une force élastique semblable à celle de l'air, et revient ensuite à l'état liquide par le refroidissement. [...] Une force motrice de cette nature serait préférable à l'emploi des rameurs pour imprimer le mouvement aux vaisseaux :

1. les rameurs ordinaires surchargent le vaisseau de tout leur poids, et le rendent moins propre au mouvement ;
2. ils occupent un grand espace, et par conséquent embarrassent beaucoup sur le vaisseau ;
3. on ne peut pas toujours trouver le nombre d'hommes nécessaire ; Nos tubes, au contraire, ne chargeraient le vaisseau, comme on l'a dit, que d'un poids très faible ; ils occuperaient peu de place ; on pourrait se les procurer en quantité suffisante s'il existait une fabrique pour les confectionner [...]. Il n'est pas douteux que nos tubes puissent imprimer un mouvement de rotation à des rames fixées à un axe, si les tiges des pistons étaient armées de dents qui s'engrèneraient nécessairement dans des roues également dentées et fixées à l'axe des rames.

Denis Papin, « Nouvelles méthodes pour obtenir à bas prix des forces motrices considérables », Actes des érudits de Leipzig, 1690.

Doc 2 p. 186 : L'introduction de la machine de Newcomen en France

En 1725 et 1726, l'Académie des sciences de Paris examine une demande de l'entrepreneur anglais John May. Ce dernier désire obtenir un privilège¹ pour construire et commercialiser la machine de Newcomen en France.

[Cette machine] serait un des bons moyens de procurer des quantités d'eau considérables aux grandes villes comme Paris. Il y a des endroits dans le Royaume où le bois est si bon marché que l'entretien de la machine y reviendrait à peu de frais [...]. Au lieu de bois, on peut aussi se servir de charbon de terre, comme on le pratique en Angleterre pour faire agir des machines pareilles à celle-ci. On pourrait s'en servir pour épuiser l'eau de nos mines de charbon de terre et là son utilité serait grande et son entretien presque rien. Enfin quoique cette machine soit une de celles qui font grand honneur au génie de leurs inventeurs, il ne paraît point impossible de la perfectionner [...]. De sorte que nous pensons que l'établissement de ces machines dans le Royaume ne pourrait être que très avantageux.

Compte-rendu de la séance du 11 mai 1726 à l'Académie des sciences de
Paris.

1. Privilège : droit exclusif, ici accordé par le roi.

Doc 4 p. 187 : James Watt, la vapeur et l'industrialisation

L'industriel Matthew Boulton (1728-1809), associé à James Watt, installe des centaines de machines à vapeur en Grande-Bretagne ; il fait figure de pionnier de l'industrialisation.

Je prends la liberté de vous écrire en faveur de mon ami M. James Watt, un ingénieur qui a l'intention de demander au Parlement une prolongation de la période du privilège exclusif accordé par le brevet de Sa Majesté, et qu'il a déjà obtenu pour des améliorations capitales qu'il a lui-même apportées aux machines à vapeur.

Vous connaissez la grande utilité de ces machines à vapeur dans les mines de charbon, de plomb, de cuivre et d'étain, et dans les autres domaines où l'on requiert sa grande puissance, mais je me permets cependant de faire remarquer que les projets de M. Watt, s'ils sont menés à bien, rendront plus utiles encore les machines à vapeur en divisant leur prix par quatre, et en les appliquant à une plus grande variété de domaines et de manufactures pour lesquels elles ne sont pas actuellement adaptées. [...] Je pense que ses compétences et mes capitaux pourraient être mieux employés, si le Parlement pouvait lui accorder une prolongation de son brevet qui arrive bientôt à terme.

Lettre de Matthew Boulton au président du Board of Trade, le 22 février

1775.

Doc 2 p. 188 : Une œuvre de pédagogie

La réputation scientifique d'Émilie du Châtelet s'établit grâce à la Dissertation sur la nature et la propagation du feu (1739) et surtout grâce aux Institutions de physique (1740).

Je me suis souvent étonnée que tant d'habiles gens que la France possède ne m'aient pas précédée dans le travail que j'entreprends ici pour vous¹, car il faut avouer que quoique nous ayons plusieurs excellents livres de physique en français, cependant nous n'avons point de physique complète, si on en excepte le petit traité de Rohaut, fait il y a quatre-vingts ans. Mais ce traité, quoique très bon dans le temps où il a été composé, est devenu très insuffisant par la quantité de découvertes qui ont été faites depuis [...]. Je ne me propose dans cet ouvrage que de rassembler sous vos yeux les découvertes éparses dans tant de bons livres latins, italiens, et anglais ; la plupart des vérités qu'ils contiennent sont connues en France de peu de lecteurs, et je veux vous éviter la peine de les puiser dans des sources dont la profondeur vous effraierait, et pourrait vous rebuter.

Émilie du Châtelet, avant-propos des Institutions de physique, 1740.

1. Mme du Châtelet s'adresse à son fils Louis Marie Florent.

Doc 2 p. 189 : Une renommée internationale

En mars 1771, le roi de Suède Gustave III en visite à Paris assiste à l'Académie à une démonstration de Marie-Marguerite Bihéron, dont rend compte le journal La Correspondance littéraire :

Melle Bihéron termina la séance par plusieurs démonstrations anatomiques, et c'est sans difficulté ce qu'il y a eu de plus digne de l'attention de Sa Majesté. Cette fille, âgée de plus de 50 ans [...] a eu toute sa vie la passion d'anatomie. Après avoir longtemps suivi la dissection des cadavres, dans les différents amphithéâtres, elle imagina de faire des anatomies artificielles, c'est-à-dire de composer non seulement un corps entier avec toutes ses parties internes et externes, mais aussi toutes les parties séparément dans leur plus grande perfection. [...] Je crois en effet que ce merveilleux ouvrage de Melle Bihéron est une chose unique en Europe, et que le gouvernement aurait dû depuis longtemps [...] récompenser l'auteur d'une manière qui honore et encourage les talents. [...] Melle Bihéron a dans ses idées beaucoup de netteté et fait des démonstrations avec autant de clarté que de précision. Je sais bon gré à l'Académie des sciences d'avoir songé à procurer au roi de Suède un spectacle si intéressant [...].

Adeline Gargam, « Marie-Marguerite Bihéron et son cabinet d'anatomie : une femme de science et une pédagogue », dans Brouard-Arends et Plagnol-Diéval (dir.), Femmes éducatrices au siècle des Lumières, PUR, 2007.

Doc 1 p. 190 : Les objectifs de l'Encyclopédie

Le but d'une encyclopédie est de rassembler les connaissances éparses sur la surface de la terre ; d'en exposer le système général aux hommes avec qui nous vivons, et de les transmettre aux hommes qui viendront après nous ; afin que les travaux des siècles passés n'aient pas été des travaux inutiles pour les siècles qui succéderont ; que nos neveux, devenus plus instruits, deviennent en même temps plus vertueux et plus heureux, et que nous ne mourions pas sans avoir bien mérité du genre humain.

Denis Diderot, article « Encyclopédie », 1755.

Doc 4 p. 191 : Wikipédia, une nouvelle façon de penser les savoirs

En règle générale, la fabrication d'une encyclopédie classique [en version papier] nécessite de faire des choix dès sa conception. Il faut déterminer le nombre et la longueur des articles [...]. Avec un support numérique dématérialisé, le nombre et la longueur des articles sont potentiellement sans limite.

- Il existe enfin une autre différence entre le numérique et le papier : seul l'imprimé est pérenne¹. Dans le monde numérique, et plus précisément dans le cas d'une encyclopédie, cela présente un avantage : une erreur peut être corrigée dès que quelqu'un la découvre. [...] L'encyclopédie Wikipédia montre parfois une réactivité étonnante lors d'événements d'actualité importants, que ce soit une catastrophe naturelle ou la nomination d'un prix Nobel. [...]

Ouvert au plus grand nombre, le travail de chacun est humble et anonyme. Wikipédia semble réinventer une nouvelle façon de diffuser les savoirs, c'est un territoire encore méconnu dans lequel nos anciens repères sont devenus obsolètes².

Valérie Chansigaud, « Wikipédia et l'Encyclopédie des Lumières : pourquoi vouloir les comparer ? », <https://www.pourlascience.fr>, 2000.

1. Qui dure longtemps.

2. Dépassés.