



HAL
open science

De la Science à la Recherche : Aspects historiques

Thomas Tanzi, Jean-Pierre Damiano

► **To cite this version:**

Thomas Tanzi, Jean-Pierre Damiano. De la Science à la Recherche : Aspects historiques. 2015.
hal-02053051

HAL Id: hal-02053051

<https://hal.science/hal-02053051>

Preprint submitted on 28 Feb 2019

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.

De la Science à la Recherche : Aspects historiques

Thomas TANZI¹ et Jean-Pierre DAMIANO²

¹ Université de Nice Sophia Antipolis, Nice, France

² UCA CNRS LEAT, Campus Sophia Tech, Biot, France

Jean-Pierre.damiano@univ-cotedazur.fr

Résumé

L'histoire des sciences est à même de participer à la compréhension des tenants et aboutissants de la recherche contemporaine dans son processus de spécialisation et de mondialisation. De l'*Homme polymathe* antique au laboratoire de recherche actuel, la Science gagne ainsi ses lettres de noblesses par une acquisition progressive de méthodes, pratiques, modalités et paradigmes qui lui sont propres. Cet article propose donc une analyse de la Science au travers du prisme de l'Histoire et offre un regard différent aux acteurs de la Recherche.

Mots clés : Histoire des sciences, Recherche, laboratoire, développement scientifique, modélisation de la recherche, communication scientifique.

Sommaire

Introduction	2
Contexte	3
1 La Science dans le temps.....	4
1.1 Les débuts de la Science.....	4
1.2 La "révolution scientifique" du XVII ^{ème} siècle :.....	9
1.3 Le siècle des Lumières et l'essor de la Science moderne.....	13
1.4 La recherche à l'époque contemporaine.....	17
1.5 Le XX ^{ème} siècle, stabilisation du modèle de recherche.....	18
2 La mondialisation de la recherche.....	19
2.1 Le cas de la France	20
2.2 La recherche européenne.....	21
2.3 Les programmes européens.....	23
2.4 Les grandes forces de la recherche mondiale.....	23
3 La recherche et la société	25
3.1 L'évaluation de la recherche	26
3.2 Quelles perspectives pour la recherche ?.....	27
Conclusion.....	28
Bibliographie.....	30

Table des illustrations

<i>Figure 1 : Grandes périodes de l'Histoire</i>	2
<i>Figure 2 : Extrait du livre VII de la République de Platon : Géométrie plane et stéréométrie.</i> ..	5
<i>Figure 3 : Savants de l'Antiquité</i>	6
<i>Figure 4 : Savants du Moyen-Age</i>	8
<i>Figure 5 : Début du livre de la Génèse, Bible de Gutenberg, 1454 - Staatsbibliothek Berlin.</i> ..	9
<i>Figure 6 : Méthode scientifique sur la base de l'expérimentation selon Newton</i>	13
<i>Figure 7 : Savants de l'époque moderne</i>	15
<i>Figure 8 : Little Boy et Fat Man</i>	20

Introduction

Selon la neuvième édition du dictionnaire de l'Académie Française, l'Histoire, en tant que matière, est une "discipline qui fonde une connaissance scientifique du passé sur l'étude des vestiges, des monuments, des documents, des témoignages".

En effet, l'Histoire est une science humaine et une discipline universitaire offrant des clés d'analyse pour comprendre le monde. Elle permet au Passé de continuer d'exister dans le Futur au moyen d'investigations et de transcriptions des faits. L'Histoire se trouve être fort éloignée du cliché qui lui est attaché, qui consiste à la qualifier de science se contentant de recenser les faits et les événements. L'historien n'est pas une personne dont le travail se résume à répondre "Marignan" à "1515 ?". Son travail est d'étudier les faits passés et de les analyser, suivant une méthodologie définie, pour en proposer une synthèse particulière, permettant de mieux comprendre la période étudiée. Par exemple, l'historien peut étudier la crise économique de 1929 et analyser les relations de cause à effet qu'elle entretient avec la montée des extrêmes en Europe.

Pour faciliter son étude, l'Histoire a été divisée en quatre grandes périodes : l'Antiquité, le Moyen-Âge, l'époque moderne et l'époque contemporaine. Bien que les dates délimitant ces découpages puissent varier selon les pays, la plupart des historiens s'accordent pour dater l'Antiquité de 3 000 av. J.-C. (invention de l'écriture) à 476 apr. J.-C. (chute de Rome), le Moyen-Âge de 476 à 1453 (chute de Constantinople), l'époque moderne de 1453 à 1789 (Révolution française) et l'époque contemporaine de 1789 à nos jours.

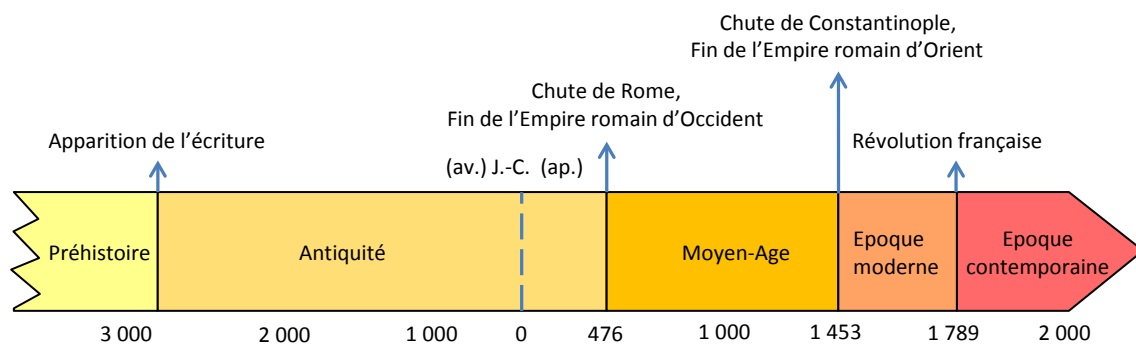


Figure 1 : Grandes périodes de l'Histoire

L'Histoire se distingue également par la diversité de ses champs d'études et par sa pluridisciplinarité. En effet, à travers ses travaux, l'historien devra aborder des disciplines différentes de l'Histoire, comme la Sociologie, l'Ethnologie, l'Economie, la Géographie, etc. C'est ainsi que naquirent l'Histoire sociale, l'Histoire culturelle, l'Histoire économique, etc.

De ce point de vue, l'Histoire se détache donc de l'image qui lui est attribuée.

Contexte

L'histoire des sciences focalise son étude sur la Science et son développement. Loin de se contenter de faire un catalogue des inventions et découvertes scientifiques de l'Homme au fil des siècles, l'histoire des sciences propose une étude poussée de l'évolution de la pensée et des moyens scientifiques au cours de l'Histoire.

Elle permet d'étudier et d'analyser le développement scientifique et les changements que connut la manière de concevoir la recherche, au fil des siècles. L'histoire des sciences permet de mieux comprendre l'évolution de la Science et des sociétés au cours du temps. Nous allons tenter d'appréhender l'étendue de la Science, en tant que concept, jouissant d'un riche héritage dont nous profitons encore aujourd'hui et auquel une multitude de femmes et d'hommes de Science a contribué.

Enfin, pour traiter d'un sujet, quel qu'il soit, la connaissance de son histoire permet de mieux le comprendre, d'avoir conscience de sa progression et du travail effectué en amont pour aboutir à son stade actuel. Même si, de nos jours, les travaux scientifiques ont pris une ampleur considérable, et mobilisent souvent un grand nombre de personnes et de ressources, la Science, telle que nous la concevons, est le fruit d'un développement long de plusieurs millénaires, évolution que nous allons détailler.

Cet article propose une étude de l'évolution de la manière dont les Hommes ont perçu la Science à travers les siècles pour finalement l'analyser à l'heure actuelle. Le travail historique est d'une grande importance dans la pratique des sciences et la manière de les aborder car, comme l'a dit le philosophe français Auguste Comte, fondateur du positivisme¹: *«On ne connaît pas complètement une science tant qu'on n'en sait pas l'histoire»*².

L'analyse d'un tel sujet englobe également le statut actuel de la Science dont nous tentons d'analyser les divers composants. Cependant, pour la période la plus récente, l'Histoire ne peut être au service de notre étude, du fait du caractère trop récent des informations dont nous nous servons. C'est pourquoi une première partie de cet article est consacrée à l'Histoire (que nous pouvons arrêter au 11 Septembre 2001) tandis qu'une autre passe dans le domaine de l'actualité, par manque de recul temporel, et établit un constat de la condition actuelle de la Science pour proposer une projection de son devenir.

¹ *Positivisme : École de pensée se basant sur l'analyse et la connaissance de faits avérés par l'expérience pour expliquer les phénomènes du monde et accordant donc une grande importance à la Science.*

² *Auguste Comte, « Cours de philosophie positive », 1830-1842.*

1 La Science dans le temps

On peut dater la naissance du concept de Science, se détachant ainsi de la Technique, terme appliqué au savoir-faire humain et à l'artisanat, à l'apparition des mathématiques en Mésopotamie³, facilitée par la découverte de l'écriture à Sumer⁴, sous forme pictographique, en 3 000 av. J.-C.

1.1 Les débuts de la Science

La Science se distingue alors de la Technique par le fait qu'elle est régie par un ensemble de règles, de concepts et de méthodes explicitement énoncés. Face à l'accroissement du commerce et à l'urbanisation de plus en plus marquée au sein de leur civilisation, les Sumériens adoptèrent un système de numération sexagésimal, c'est-à-dire, fondé sur une base de soixante, dont est issu notre système actuel de mesure du temps. Ainsi, l'Homme pose les bases d'une science, celle des mathématiques, qui lui permet aussi bien de tenir un registre des récoltes que d'ériger des bâtiments selon des calculs précis. La topographie et la géométrie favorisent l'ancrage des mathématiques, qui deviennent rapidement indispensables, au fur et à mesure du développement de la civilisation sumérienne. Cette approche voit également le jour, en parallèle, en Egypte, où un système décimal s'installe et permet aux scribes de dater les événements et aux architectes d'ériger des monuments qui perdurent encore aujourd'hui, comme les Pyramides ou le Sphinx.

Au fil de leur utilisation, ces sciences se perfectionnent et se trouvent être appliquées à des domaines de plus en plus nombreux et variés (agriculture, architecture, artisanat, etc.).

La seconde grande étape de développement est franchie en Grèce, durant la période dite "classique", qui désigne les V^{ème} et IV^{ème} siècles av. J.-C. C'est en effet durant cette période que vivent les philosophes Platon (v.428-v.348 av. J.-C.) et Aristote (384-322 av. J.-C.). Changeant la manière de concevoir la Science, de l'aborder, ils fondent deux écoles philosophiques : le platonisme⁵ et l'aristotélisme⁶. Ces deux courants de pensée proposent une nouvelle manière d'aborder les sciences et de les confronter à la réalité. L'application des mathématiques et de la géométrie (voir figure 2) sera l'une des préoccupations de ces penseurs qui ont laissé un héritage scientifique conséquent, aux

³ Mésopotamie : Région du Moyen-Orient, correspondant à l'Irak et l'Iran actuels.

⁴ Sumer : Région de Mésopotamie, actuel Irak.

⁵ Platonisme : Etienne Gilson, « L'esprit de la philosophie médiévale », Paris : Librairie Philosophique J. VRIN, 1998, p180. « le platonisme se plaît à souligner l'indépendance radicale de l'âme, qui donne la vie, à l'égard du corps, qui la reçoit d'elle ».

⁶ Aristotélisme : Jean Leclant, « Dictionnaire de l'Antiquité », Paris, éditions Quadrige, PUF, 2005, p223. « courant de pensée qui, du IV^{ème} siècle av. J.C. jusqu'à la fin de l'Antiquité, s'est développé par suite de l'importance des travaux d'Aristote. ».

côtés de Thalès (v.625-v.547 av. J.-C.) et d'Euclide, contemporain de Ptolémée I^{er}⁷ (IV^{ème} siècle av. J.C.).

Thalès et Euclide, quant à eux, donnent ses lettres de noblesse à la Géométrie, profitant du savoir obtenu durant leurs voyages. Le fait qu'ils vécurent tous deux en Asie Mineure⁸ facilita leurs échanges avec d'autres civilisations, ce qui leur permit de profiter des connaissances de leurs prédécesseurs moyen-orientaux et égyptiens. Reprenant les travaux de ces derniers, les savants grecs aboutissent à de multiples thèses et théorèmes dont certains, éponymes⁹, sont encore utilisés de nos jours.

De leur côté, les thèses d'Aristote marquent le passage de la pensée scientifique à un autre stade. Dans son approche, il propose une analyse basée sur le syllogisme, permettant ainsi de passer d'une généralité à un cas particulier. Il élabore un ensemble de règles qui permettent de régir la Science, telle qu'il la conçoit, basée autour de l'observation du milieu dans lequel l'Homme évolue. Ainsi, les travaux d'Aristote, traitant en grande partie des êtres vivants et de l'histoire naturelle, proposent un ensemble de méthodes pour analyser le monde qui entoure le philosophe, tout en mêlant Science et Philosophie.

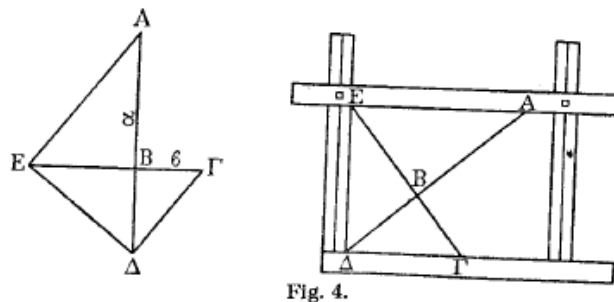


Figure 2 : Extrait du livre VII de la *République* de Platon : Géométrie plane et stéréométrie.

Le modèle de l'homme de Science philosophe, qui est la base de nombre de scientifiques de l'époque moderne, voit ainsi le jour tandis que les enseignements de Platon donnent naissance à une volonté de décrire l'Univers sous le prisme de la géométrie, modèle de perfection. Le modèle du scientifique moderne ne voit que partiellement le jour au III^{ème} siècle av. J.-C., avec Archimède (v.287-212 av. J.-C.) qui marque son temps et l'Histoire par la rigueur de ses travaux ainsi que ses qualités d'ingénieur et de mathématicien.

⁷ Ptolémée I^{er} (v.367-283 av. J.-C.) est un général d'Alexandre le Grand et est roi d'Égypte de 305 à 283 av. J.-C.

⁸ Asie Mineure : Partie occidentale de l'actuelle Turquie (Anatolie).

⁹ Notamment les théorèmes de Pythagore et de Thalès.

Par exemple en géométrie, il offre une méthode de calcul de longueur du cercle en l'approchant par des polygones réguliers inscrits et exinscrits. Ainsi, en utilisant des polygones réguliers à 96 côtés, il démontre sa formule d'approximation de π :

$$\frac{223}{71} \leq \pi \leq \frac{22}{7}$$

Archimède applique cette méthode d'exhaustion à divers calculs de volume, et prouve par exemple que le volume de la sphère vaut les 2/3 du volume du cylindre circonscrit. Il juge cette découverte si importante qu'il demande à ce qu'elle soit gravée sur sa tombe. Il étudie aussi le déplacement uniforme d'un point sur une droite elle-même en rotation uniforme autour d'un point. La courbe résultante, d'équation polaire $r = a t$, s'appelle désormais spirale d'Archimède. Il reprend l'analyse géométrique et l'étude du milieu naturel, mises en place par ses prédécesseurs grecs, et propose, une nouvelle vision pour étudier les phénomènes naturels.

Archimède est surtout connu pour ses travaux en statique et en hydrostatique. Cela le mène, notamment, à la théorisation de la poussée d'Archimède, en constatant que plus un corps s'enfonce dans l'eau, plus le niveau de l'eau monte. Il est l'auteur du célèbre principe : "*Tout corps plongé dans un liquide subit, de la part de celui-ci, une poussée exercée du bas vers le haut et égale, en intensité, au poids du volume de liquide déplacé*"¹⁰ (Archimède, Œuvres, Tome III).

Une autre phrase célèbre d'Archimède est le fameux "*Donnez-moi un point d'appui, et je soulèverai le monde*". Elle illustre le principe du levier, et ses travaux sur les moments de force. Par ailleurs, Archimède est l'auteur d'un traité sur les centres de gravité.

La Science connaît ensuite un arrêt sous la domination romaine, qui est marquée par une forte hellénisation¹¹, les penseurs et chercheurs romains se fondant en grande partie sur les travaux de leurs prédécesseurs grecs. Les romains reprennent donc les travaux des scientifiques grecs, sans y apporter de changements majeurs.

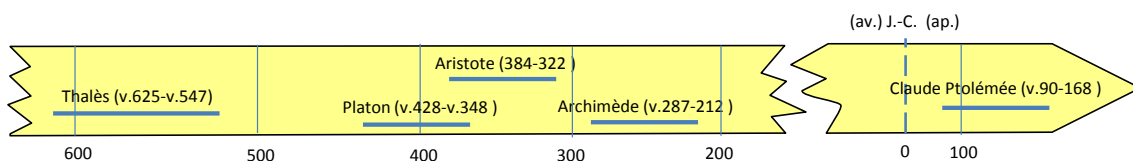


Figure 3 : Savants de l'Antiquité

¹⁰ La légende raconte qu'il aurait fait cette découverte en réponse à une question du roi de Syracuse, qui se demandait si sa couronne était en or massif. Réfléchissant à ce problème dans son bain, Archimède aurait eu l'idée lumineuse de son principe. Très excité, il serait sorti nu dans la rue en criant "Eurêka" (J'ai trouvé).

¹¹ Hellénisation : Désigne ici la forte influence de la culture grecque au sein de la société romaine, notamment au niveau philosophique et religieux avec, par exemple, l'assimilation du panthéon grec par les romains.

En 476 apr. J.-C., Rome tombe, suite au siège mené par les Hérules¹², ce qui marque le début du Moyen-Âge. Le centre du savoir se déplace vers l'Orient, où, au VII^{ème} siècle, les peuples arabes, unis sous la bannière de l'Islam, reprennent le flambeau du progrès scientifique, tandis que l'Europe s'enfonce dans une période de stagnation, qui dure jusqu'au XII^{ème} siècle.

En effet, le Haut Moyen-Âge occidental (476-1000) se distingue par un comportement hostile

vis-à-vis de la pensée scientifique et par la monopolisation du savoir par l'Eglise. Les monastères rassemblent dans leurs archives les documents ayant échappé au désordre causé par la chute de Rome, bien que la plupart aient pour sujet la morale ou la religion.

Toutefois, dès le XII^{ème} siècle, le savoir antique et sa perpétuation dans les travaux scientifiques arabes, se diffuse de nouveau en Europe, notamment par la traduction en latin de certaines œuvres arabes. L'Espagne, et plus particulièrement la ville de Tolède, sert d'interface d'échange culturel entre le monde chrétien et le monde musulman. La République de Venise, quant à elle, assure les échanges avec l'Empire byzantin, qui perd nombre de ses archives lors du pillage de Constantinople, cible de la Quatrième Croisade, en 1204.

La Science occidentale connaît un renouveau durant le XIII^{ème} siècle. C'est durant ce dernier que Roger Bacon (1214-1294) donne un nouveau départ à la Science, en reprenant les travaux de plusieurs scientifiques arabes, notamment d'Ibn al-Haytham¹³, et en théorisant la méthode expérimentale. Moine, scientifique, astrologue et alchimiste, Roger Bacon est jugé par l'Inquisition et emprisonné pour ses travaux. Toutefois, à travers ses œuvres, il expose sa théorie, basée sur l'élaboration d'une hypothèse et sur sa démonstration par l'expérimentation. Il souligne l'importance des mathématiques. Profitant de sa connaissance des travaux réalisés en Orient, il est également considéré comme l'inventeur de la poudre à canon en Occident.

Contemporain de Bacon, St Thomas d'Aquin (1224 ou 1225-1274) permet à l'Occident de redécouvrir les enseignements de l'Antiquité grecque, notamment ceux d'Aristote, à travers la démocratisation de la philosophie scolastique¹⁴. Cette dernière connaît, à cette période, son apogée et est adoptée au sein des universités européennes régies par l'Eglise. Le savoir se trouve donc, en grande partie, entre les mains de l'Eglise et sa diffusion se limite aux universités et monastères.

¹² *Hérules : Peuple german venant de Scandinavie. Ils s'allient aux Goths pour mener leurs attaques sur le territoire romain.*

¹³ *Ibn al-Haytham (965-1039) est un scientifique né en Irak, mieux connu sous le nom d'Alhazen, promoteur oriental de la méthode expérimentale, célèbre pour ses travaux sur l'optique.*

¹⁴ *Scolastique : Enseignement philosophique dispensé du X^{ème} au XVI^{ème} siècle, notamment au sein des universités. Il vise à concilier l'apport de la philosophie classique (et notamment celle d'Aristote) et la théologie chrétienne.*

Les siècles suivants sont marqués par de nombreux troubles en Europe, comme la Guerre de Cent Ans (1337-1453) ou encore la Peste Noire (1347-1352), qui cause la mort de 30 à 50% de la population européenne, ce qui provoque une relative stagnation de la Science.

En 1453, Constantinople tombe, conquise par les Ottomans, ce qui entraîne une fuite des érudits byzantins vers l'Occident, amenant avec eux les manuscrits et autres ouvrages grecs, jusqu'alors conservés dans la ville. A leur arrivée en Italie, la dissémination de ces œuvres est assurée par le développement de l'humanisme¹⁵ et le passage à la Renaissance¹⁶.

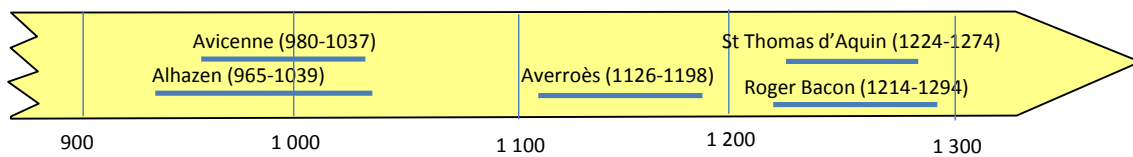


Figure 4 : Savants du Moyen-Age

L'Italie, au sens géographique du terme, est le berceau de cette Renaissance qui touche aussi bien l'Art que la Science. Des hommes tels que Léonard de Vinci (1452-1519) illustrent parfaitement cette évolution. Ce dernier est l'image même du nouveau modèle de l'homme de Science, ainsi que des moyens dont il dispose: le polymathe¹⁷, c'est-à-dire, un homme pluridisciplinaire, étant aussi bien philosophe qu'ingénieur, écrivain, biologiste, peintre etc. Entouré de quelques apprentis, également assistants, auxquels il transmet son savoir, ses recherches et réalisations nécessitent des locaux et des instruments particuliers, ainsi qu'un financement conséquent. Nous pouvons évoquer le mécénat des Médicis (ducs de Florence) et des Sforza (ducs de Milan). Il innove par son rationalisme et par la mise en avant de l'utilité des outils de mesure ainsi que par son intérêt pour l'anatomie, ce qui le mène à effectuer des dissections de corps humains dans le plus grand secret, afin d'échapper à l'Inquisition.

¹⁵ Humanisme : Courant culturel européen, né durant l'époque moderne, mettant l'accent sur l'acquisition du savoir et la maîtrise de multiples disciplines intellectuelles. L'humanisme, par son éloge de la diversité culturelle et intellectuelle, est également considéré comme un modèle de tolérance et d'ouverture d'esprit, prônant le libre arbitre. Enfin, l'humaniste part du principe que tout être humain est bon de nature et, par l'éducation, ne peut que s'améliorer, ce qui contraste avec les thèses chrétiennes au sujet de la nature de l'Homme (l'Homme est mauvais car il est condamné depuis que le péché originel a été commis).

¹⁶ Renaissance : Période historique aux délimitations temporelles variables selon les auteurs. Se situant au début de l'époque moderne, elle désigne le renouveau artistique et scientifique que connût l'Italie dès le XV^{ème} siècle, puis le reste de l'Europe au XVI^{ème} siècle. Ce phénomène est caractérisé par la redécouverte des textes antiques, l'accroissement des échanges commerciaux, l'apparition de nouveaux moyens de diffuser le savoir (imprimerie de Gutenberg) et par le changement de la façon de représenter le monde (découverte de l'Amérique)

¹⁷ Polymathe : Vient du grec ancien πολυμαθής, polymathès venant de πολύς, polys ("nombreux") et de μάθημα, mathêma ("science, connaissance"). Définit un homme ou une femme aux connaissances approfondies et variées, notamment dans les arts et les sciences.

La Science évolue ainsi à travers les âges, suivant une voie qui la mène à se doter de méthodes de plus en plus rigoureuses et à nécessiter un matériel de plus en plus spécialisé, selon le domaine des recherches effectuées. La transmission et la perpétuation du savoir sont, dans un premier temps, assurées par les moines copistes puis, progressivement, par l'imprimerie à caractères mobiles, inventée en Europe par Johannes Gutenberg (1400-1468) et dont le premier livre est imprimé en 1451 (voir figure 5).

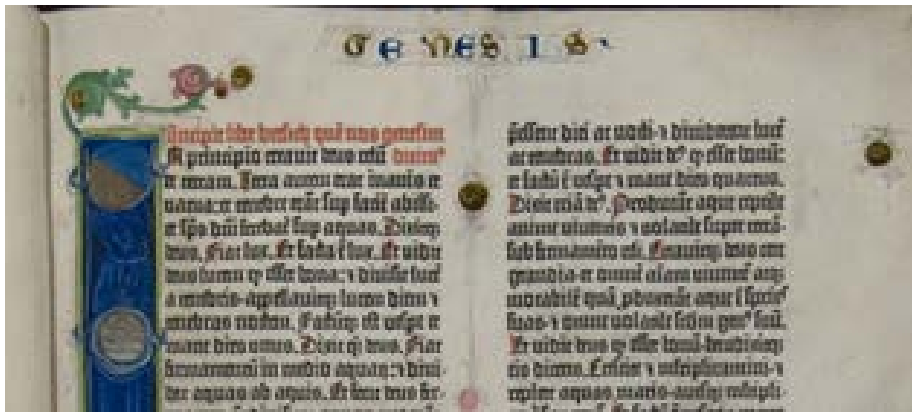


Figure 5 : Début du livre de la Génèse, Bible de Gutenberg, 1454 - Staatsbibliothek Berlin¹⁸.

Ce n'est que suite à ces événements que de nouveaux progrès dans la manière de concevoir la Science seront effectués. En effet, à la suite de la découverte de l'Amérique en 1492, la Science profite d'une nouvelle impulsion due, en partie, aux expéditions en direction du Nouveau Monde.

1.2 La "révolution scientifique" du XVII^{ème} siècle :

Le XVII^{ème} siècle est marqué par l'apparition des académies, qui se distinguent des universités médiévales par leur approche différente de l'éducation. Les académies sont un élément important du passage à la Science moderne, notamment au niveau de l'institutionnalisation de la Science.

Nous pouvons évoquer l'*Accademia dei Lincei* (l'Académie des Lynx), qui est fondée à Rome en 1603, sous la volonté de Federico Cesi (1585-1630), haut aristocrate romain. Réunissant plusieurs hommes de Science issus de divers pays d'Europe, il installe l'Académie au sein du palais du Prince Cesi et la dote d'une bibliothèque, d'un musée et d'un laboratoire destiné aux expériences. La volonté de Cesi est de libérer la Science de l'emprise de la théologie et de publier un ouvrage de type encyclopédique, traitant de tous les champs du savoir, tout en se détachant d'une quelconque déclaration d'opinion politique ou religieuse. Ces idées ne survivent pas à leur penseur, et l'Académie ferme à sa mort, après avoir suscité l'hostilité de l'Eglise.

¹⁸ http://staatsbibliothek-berlin.de/fileadmin/user_upload/zentrale_Seiten/handschriftenabteilung/bilder/Gutenberg-Bibel_Bd1_005_r_Genesis.jpg

Le second exemple d'académisme en Europe est celui de la France, durant les premières décennies du XVII^{ème} siècle. A l'inverse de l'*Accademia dei Lincei*, le mouvement académique français est dispersé en une multitude de cénacles et cabinets de Science, équivalent des salons littéraires alors présents dans le pays. Le mouvement est principalement urbain et bourgeois, les nobles ne constituant qu'une faible partie de leurs membres, bien que, petit à petit, cette tendance gagne leurs rangs. La fondation de ces instituts permet aux hommes et femmes de Science de se réunir à intervalles plus ou moins réguliers, dans le cadre de conférences et leur fournit des locaux où exercer ainsi que du matériel spécifique, souvent nécessaire à leurs recherches tels que des ouvrages spécialisés ou des outils de mesure.

Ce phénomène conduit à la création, en France, du *Journal des Savants* (1665) et à la fondation de l'Académie des Sciences par Colbert¹⁹ en 1666, sous Louis XIV, suivant l'exemple de l'Académie Française, fondée en 1635, sous commande de Richelieu²⁰. Ces deux organes qui propagent le savoir ont profité de l'impulsion donnée par Colbert aux institutions. Tandis que le *Journal des Savants* préfigure le modèle des périodiques, l'Académie des Sciences devient une institution entretenant d'étroits rapports avec la couronne, qui la finance. Elle connaît d'importantes modifications à la fin du XVII^{ème} siècle, lors du changement de son directeur, à la mort de Colbert en 1683. Dès lors, l'Académie des Sciences se doit de remplir les objectifs fixés par l'Etat, qui entend jouir des bénéfices des recherches menées au sein de l'Académie.

Le modèle du laboratoire de recherche commence à voir le jour, au travers de ces instituts scientifiques qui assurent le progrès de la Science en Europe. Se détachant des enseignements de la scolastique, les académies véhiculent les idées humanistes et assurent la diffusion du savoir. En même temps naît la République des Lettres²¹, qui propose une démocratisation du savoir et une grande ouverture d'esprit. Les échanges épistolaires et les rencontres au sein de la communauté scientifique se multiplient comme les déplacements des savants à travers l'Europe.

De plus en plus, la Science se pratique collectivement et les résultats se font connaître par-delà les frontières. A travers le concept dit de *commercium litterarium*, pouvant être littéralement traduit par "commerce littéraire", les scientifiques humanistes se font un devoir de partager leurs connaissances avec le plus grand nombre de personnes possible. Ainsi, les pérégrinations savantes s'intensifient, aussi bien pour profiter du savoir d'autrui que pour fuir les conflits religieux qui divisent alors l'Europe.

¹⁹ Jean-Baptiste Colbert (1619-1683) est le contrôleur général des finances et Secrétaire d'Etat de la Maison du Roi sous Louis XIV.

²⁰ Armand Jean du Plessis de Richelieu (1585-1642) est le principal ministre de Louis XIII.

²¹ La République des Lettres désigne depuis la Renaissance un espace virtuel qui transcende les entités territoriales et réunit les lettrés européens à travers des traces écrites et des rencontres autour de valeurs partagées, rendues possibles grâce à une langue européenne commune, le latin. Les humanistes sont ainsi en contact constant par le biais des lettres et des voyages.

Après l'affaire Copernic²², l'idée d'héliocentrisme²³ se propage en Europe, remettant en cause le géocentrisme²⁴, dominant la conception de l'Univers par l'Homme depuis Claude Ptolémée²⁵. Cependant, ce n'est qu'après la mort de Copernic que cette idée d'héliocentrisme prend toute son ampleur, notamment avec la reprise qu'en fait Galileo Galilei, plus connu sous le nom de Galilée (1564-1642). Mathématicien, physicien et astronome italien, ce dernier reprend les travaux de Copernic pour les défendre dans ses œuvres, notamment dans son *Dialogue sur les deux grands systèmes du monde*, publié en 1632. Cette œuvre met en scène trois personnages : Filippo Salviati, porte-parole de Galilée, défendant l'héliocentrisme, Simplicio, un adepte de l'aristotélisme et Giovan Francesco Sagredo, un vénitien éclairé sans *a priori*, qui assiste à la joute orale et qui représente le peuple non initié comme le lecteur, que Galilée tente de convaincre.

Suite à la publication de son œuvre, Galilée subit les foudres de l'Inquisition et est condamné, après abjuration, à une peine de prison, qui devient rapidement une assignation à résidence. Toutefois, par cet acte, Galilée opère ce que l'historien des sciences Thomas Samuel Kuhn (1922-1996), reconnu comme étant l'un des plus importants historiens des sciences, considère être une révolution scientifique, c'est-à-dire, un changement de paradigme²⁶ (ici le passage du géocentrisme à l'héliocentrisme) dans la Science, dans son ouvrage *La structure des révolutions scientifiques*. De plus, Galilée amorce un phénomène qui prend de l'ampleur au fil des années : l'émancipation de la Science vis-à-vis de la religion, en parallèle à la perte d'influence de la scolastique, toujours de mise. Par la suite, Galilée, contrairement à Copernic, mène ses recherches selon une méthodologie scientifique spécifique, qui marque la naissance de la Science moderne. Cette méthode est théorisée par un contemporain de Galilée, René Descartes (1596-1650).

Descartes est un mathématicien et philosophe français qui rallie la cause copernicienne et les thèses de Galilée. Convaincu de la justesse des mathématiques, Descartes, dans ses œuvres, et notamment dans son *Discours de la méthode*, étend leur rigueur et leurs méthodes aux autres sciences. Toutefois, le raisonnement scientifique de Descartes se base, en partie, sur la déduction de grands principes par la réflexion et leur admission sur des critères de clarté et d'évidence, sans pour autant les soumettre à

²² Nicolas Copernic (1473-1543) est un chanoine et astronome polonais ayant théorisé l'héliocentrisme qui servit d'amorce à la révolution scientifique du XVII^{ème} siècle.

²³ Héliocentrisme : Théorie physique plaçant le Soleil au centre de l'Univers. Entre en contradiction avec le géocentrisme. Connaît son véritable essor à la suite de la publication des travaux de Copernic et de ses successeurs.

²⁴ Géocentrisme : Théorie physique plaçant la Terre, immobile, au centre de l'Univers. Existant depuis Aristote, cette thèse sera contestée au XVI^{ème} siècle, lors de l'émergence de l'héliocentrisme.

²⁵ Claude Ptolémée (v.90-168) est un astronome et astrologue de culture grecque, théorisant l'idée de géocentrisme, déjà avancée par Aristote.

²⁶ Paradigme : Représentation du monde, modèle cohérent de vision du monde reposant sur un ensemble de pensées, théories et règles (ici, le géocentrisme) permettant, entre autres, de procurer un cadre à la recherche et aux sciences.

l'expérimentation, comme l'illustre cette phrase, tirée de la troisième partie de son *Discours de la méthode* : « Il suffit de bien juger pour bien faire, et de juger le mieux qu'on puisse pour faire aussi tout son mieux ». Descartes est critiqué par certains de ses contemporains pour ses positions métaphysiques et sa méthode spéculative, où l'expérimentation est parfois absente. De plus, sa conception de l'Univers, fondée sur la mécanisation de la vie, pouvant exister d'elle-même, avec une distinction entre le corps et l'âme, lui vaut l'opposition des scientifiques les plus croyants, bien que le fond de la métaphysique cartésienne repose sur l'existence de Dieu.

Parmi les opposants de Descartes se trouve Isaac Newton, homme de Science anglais né en Décembre 1642 ou Janvier 1643 et mort en 1727. Ce dernier propose une autre vision de la Science, remettant en cause les principes cartésiens se basant sur la création d'hypothèses, leur véracité étant jugée sur leur évidence. Il s'inscrit dans le courant scientifique dominant la Science en Angleterre depuis Roger Bacon : celui de la démarche expérimentale et de l'empirisme. En 1672, il rejoint la *Royal Society*, académie scientifique anglaise fondée à Londres en 1662, pour ses travaux sur l'optique et notamment pour avoir conçu un télescope dépassant ses prédécesseurs en termes de grossissement. Newton, par la publication, en 1687, de ses *Principes mathématiques de la philosophie naturelle* offre le modèle le plus abouti de la méthode scientifique expérimentale. Se distinguant du cartésianisme, notamment sur sa conception du monde, qui accorde une grande place à l'autorité divine, il offre cependant le modèle de recherche, basé sur l'expérimentation, qui sert dès lors de base à ses successeurs.

Ce modèle (voir figure 6) se démocratise en Angleterre, puis dans toute l'Europe, notamment après la Glorieuse Révolution de 1689, où, après la destitution du roi Jacques II Stuart²⁷ d'Angleterre (1633-1701), les philosophes empiristes, et notamment John Locke²⁸, gagnent en influence, à la suite de l'institution de la monarchie parlementaire en 1689, lors de l'accession au trône d'Angleterre de Guillaume III²⁹, Prince d'Orange.

Le XVII^{ème} siècle est le témoin de multiples mutations affectant la manière de concevoir la Science. Avec la hausse d'influence du mouvement humaniste et de la théorie d'héliocentrisme, la scolastique dominant l'enseignement et la recherche se retrouvent mises à mal. Cependant, la notion de "révolution scientifique" se trouve être, à l'heure actuelle, contestée par certains historiens. En effet, plutôt que de percevoir le XVII^{ème}

²⁷ La maison Stuart se trouve être la famille royale écossaise qui règne sur l'Angleterre au XVII^{ème} siècle, jusqu'à la Glorieuse Révolution.

²⁸ John Locke (1632-1704) est un philosophe empiriste anglais écrivant, durant son exil en France (1675-1679), les « Deux traités du gouvernement civil », qu'il publie en 1690. Son œuvre sert de référence à la monarchie parlementaire anglaise installée après la Glorieuse Révolution.

²⁹ Guillaume III d'Orange-Nassau (1650-1702) est le Stathouder (Chef d'Etat) de Hollande, de Zélande, d'Utrecht, de Gueldre et d'Overijssel (provinces des actuels Pays-Bas) montant sur le trône d'Angleterre en 1689, par son mariage avec Marie II Stuart, suite à la Glorieuse Révolution.

siècle comme une révolution soudaine et faisant abstraction du passé, nous pouvons le voir comme l'aboutissement de l'évolution de la pensée scientifique sur plusieurs siècles, héritier des progrès effectués en amont, et qui a des répercussions en aval, durant le XVIII^{ème} siècle.

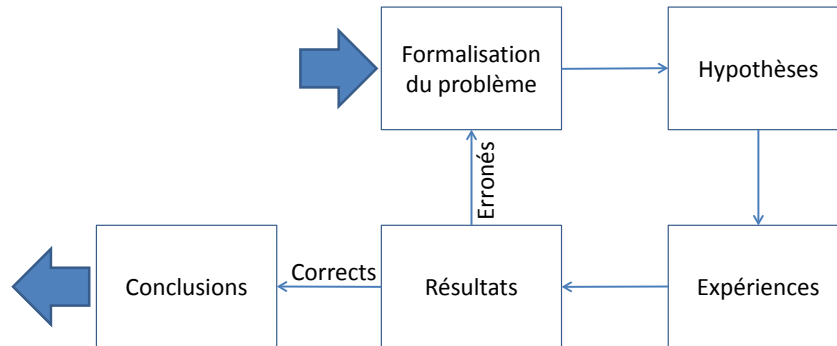


Figure 6 : Méthode scientifique sur la base de l'expérimentation selon Newton

1.3 Le siècle des Lumières et l'essor de la Science moderne

Le XVIII^{ème} siècle est caractérisé par l'apparition du mouvement des Lumières. Ce dernier est un courant idéologique européen reposant sur le combat d'individus "éclairés", défendant la raison, contre les préjugés et superstitions qui entrent alors en conflit avec la Science. Que ce soit sous le nom d'*enlightment* en Angleterre (avec Newton et Locke, par exemple), d'*illuminismo* en Italie (illustré par Beccaria³⁰), d'*Aufklärung* en Allemagne (impulsé par Leibniz³¹ et Kant³², entre autres) ou de Lumières en France (nous pouvons citer Montesquieu³³ ou Voltaire³⁴), ce mouvement tend à traiter les différentes matières existantes, s'investissant aussi bien en politique qu'en littérature ou en sciences.

Après la mort de Newton en 1727, les scientifiques qui lui succèdent empruntent à sa méthodologie expérimentale (voir figure 6, page précédente), tout en gardant certaines parties du raisonnement cartésien. De plus, les hommes de lettres et de sciences tendent à rendre le savoir accessible au plus grand nombre. Ainsi, les ouvrages scientifiques vulgarisés sont de plus en plus courants dans les maisons d'édition, rendus accessibles

³⁰ Cesare Beccaria (1738-1794) est un juriste et philosophe italien. Il est considéré comme un des pères du droit pénal moderne, il se distingue par ses positions allant à l'encontre de la peine de mort.

³¹ Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716) est un philosophe et mathématicien allemand, concurrent de Newton dans la théorisation du calcul infinitésimal.

³² Emmanuel Kant (1724-1804) est un philosophe allemand. Il participe activement à l'enseignement universitaire dans sa ville natale, Königsberg (actuelle Kaliningrad en Russie).

³³ Charles Louis de Secondat, baron de Montesquieu (1689-1755) est un philosophe et écrivain français. Par son œuvre, *De l'esprit des lois*, il théorise un système politique basé sur la séparation des pouvoirs, s'inscrivant dans la continuité de l'œuvre de Locke.

³⁴ François-Marie Arouet, dit Voltaire (1694-1778) est un philosophe et écrivain français se caractérisant par sa lutte contre le fanatisme religieux. Il est un adepte du despotisme éclairé.

par une simplification des faits ou par le recours à de nombreuses illustrations. Nous pouvons citer Georges-Louis Leclerc, comte de Buffon (1707-1788), naturaliste, philosophe et écrivain français, et son œuvre, *L'Histoire naturelle*, qui rend accessible aux non-initiés les sciences naturelles, traitant aussi bien des minéraux que des animaux.

Parallèlement, les sociétés savantes, c'est-à-dire, les associations d'érudits et hommes de Science, se multiplient dans l'ensemble de l'Europe, financées par des bourgeois ou des nobles, désireux d'employer ces dernières à leur compte, quand ils ne se livrent pas eux même à la pratique des sciences.

Notamment sous l'impulsion des despotismes éclairés³⁵, les instituts de recherche et d'éducation prospèrent. Nous pouvons ainsi relever la création de l'académie de Saint-Pétersbourg (Russie) en 1724, celle de Stockholm (Suède) en 1739, de Copenhague (Danemark) en 1745. Frédéric II³⁶ réunit de nombreux penseurs des Lumières, comme d'Alembert³⁷, pour donner une seconde vie à l'académie de Berlin (fondée en 1710).

Une collaboration européenne se met en place tandis que les académies de divers pays échangent les mémoires et les résultats des travaux de leurs membres. Malgré tout, les scientifiques des Lumières ne contribuent guère au développement technique de leurs pays, plus préoccupé par la théorie et les questions philosophiques qu'elle soulève que par l'application de leurs résultats.

L'aboutissement de l'œuvre des Lumières françaises est souvent identifié à l'*Encyclopédie*, œuvre collective ayant pour but de réunir l'ensemble des savoirs de l'époque et d'en faire la synthèse. L'*Encyclopédie* est éditée de 1751 à 1772 et est constitué de 17 volumes de textes et 11 volumes d'illustrations. Rédigée sous la direction de Denis Diderot³⁸, l'*Encyclopédie* devient rapidement un symbole pour les Lumières. Cette dernière a pour objectif de rendre accessible le savoir au plus grand nombre et critique ouvertement l'autorité spirituelle qui est considérée comme "bridant" la Science, comme ce fût le cas pour Galilée.

Traitant de nombreux sujets, l'*Encyclopédie* se caractérise également par son esprit empirique et critique. Soucieuse de traiter l'ensemble des sciences et connaissances de

³⁵ *Despotisme éclairé : Système politique ayant pour base l'union de la politique et de la philosophie. Ce modèle d'Etat est incarné par certains gouvernements d'Europe centrale et d'Europe de l'Est au XVIIIème siècle, notamment à travers Frédéric II de Prusse et Catherine II de Russie.*

³⁶ *Frédéric II de Prusse (1712-1786) est un roi de Prusse et un partisan du despotisme éclairé. Son règne se caractérise par le développement agricole du pays et les tendances absolutistes de son chef d'Etat. Il est conseillé par Voltaire de 1750 à 1753, bien que ce dernier soit rapidement déçu par son hôte et ses méthodes absolutistes.*

³⁷ *Jean Le Rond D'Alembert (1717-1783) est un mathématicien et philosophe français qui participe à la rédaction de « l'Encyclopédie ».*

³⁸ *Denis Diderot (1713-1784) est un écrivain et philosophe français qui supervise la rédaction de l'Encyclopédie.*

l'époque, elle participe également à la naissance des sciences humaines. Cependant, à cause des positions de ses auteurs, notamment dans leur critique de l'application de la religion et de la monarchie qui se retrouve dans leur œuvre, l'*Encyclopédie* voit des oppositions se lever devant elle. En effet, les adeptes de l'absolutisme³⁹ rejettent l'*Encyclopédie*, à l'instar de certains hommes religieux, comme les Jésuites⁴⁰ ou le Pape Clément XIII (1693-1769), qui met le livre à l'index, c'est-à-dire, qu'il interdit la lecture de l'*Encyclopédie* aux catholiques, en 1759. Malgré ces oppositions, l'*Encyclopédie* est bien accueillie par la plupart de ses lecteurs. Traitant aussi bien de la poudre à canon que du maquillage ou de la philosophie, l'*Encyclopédie* remplit son objectif : compiler tous les savoirs existants en une œuvre s'adressant au plus grand nombre de lecteurs possible. De plus en plus, la recherche scientifique et l'éducation se détachent de la religion, notamment par la prise d'importance des croyances déistes⁴¹ et athéistes⁴² au sein des penseurs du siècle. Cette séparation permet progressivement à la Science de s'émanciper de la tutelle et des réticences des milieux religieux vis-à-vis d'elle.

En médecine, un progrès notable est effectué en 1796, quand Edward Jenner (1749-1823), scientifique et médecin anglais, teste le résultat de ses théories et observations et conçoit le premier vaccin, contre la variole. Il s'intéresse aux pratiques orientales pour lutter contre la variole à Constantinople, notamment à celle consistant à s'inoculer du pus de varioleux pour ne pas contracter la maladie. Jenner réalise donc un vaccin, à partir de la variole des vaches, après avoir constaté que les personnes chargées de leur traite développaient une immunité à la maladie par leur contact avec ces animaux. En 1796, Jenner vaccine une partie de la population de Londres. Cet événement marque la première mise en place de procédés prophylactiques dans le cadre d'une méthode rigoureuse et de moyens scientifiques.

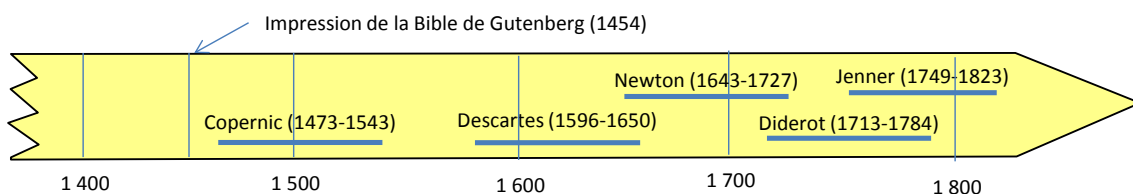


Figure 7 : Savants de l'époque moderne

³⁹ *Absolutisme* : Régime politique où le Chef d'Etat concentre la totalité des pouvoirs. Ce type de régime politique est souvent monarchique, on parle alors de monarchie absolue. Le terme "absolu" vient du latin "absolutus", qui signifie "autonome", autrement dit, "détaché de toute autorité". Le souverain règne sans contre-pouvoir. Louis XIV est considéré comme l'exemple le plus abouti de monarchie absolue.

⁴⁰ *Jésuites* : Membres de la Compagnie de Jésus, ordre religieux catholique exclusivement masculin, mettant l'accent sur l'évangélisation, la justice sociale et l'éducation.

⁴¹ *Déisme* : Croyance mettant en avant l'existence d'un dieu, régissant l'ordre universel, sans intervenir dans les affaires humaines. La croyance déiste considère les textes sacrés comme des interprétations humaines et ne leur accorde pas l'autorité qui leur est attribué par leurs religions respectives.

⁴² *Athéisme* : Croyance niant l'existence d'un dieu, quel qu'il soit.

En parallèle au développement de la médecine, d'autres domaines de la Science connaissent un essor considérable, notamment la physique. En effet, l'électricité devient rapidement l'un de sujets privilégiés de la physique et engendre de nombreuses recherches sur le sujet. En 1752, Benjamin Franklin (1706-1790), écrivain, homme politique et inventeur américain met au point le paratonnerre. Sur le vieux continent, en 1785, Charles-Augustin Coulomb (1736-1806), ingénieur français, pose les bases de l'électrostatique et la démocratise devant l'Académie des Sciences. De son côté, le comte Alessandro Volta (1745-1827), physicien italien, invente la première pile, en 1799.

Le XVIIIème siècle se conclut sur une période agitée. La recherche scientifique se mondialise progressivement, encouragée par les échanges entre les académies européennes. La correspondance et la réunion entre hommes de Sciences se fait de manière régulière, tandis que le modèle des Lumières s'impose progressivement au sein de l'élite intellectuelle.

Désireux d'instruire le plus grand nombre de personnes, y compris les personnes peu ou pas instruites, les ouvrages scientifiques tendent à vulgariser la Science pour en assurer sa compréhension. Les publications scientifiques, que ce soit au travers de périodiques scientifiques ou d'œuvres à part entière se font de plus en plus fréquentes. La traduction des ouvrages scientifiques en diverses langues permet au savoir de franchir les frontières et d'en assurer la diffusion.

Les idéaux des Lumières, en plus d'influencer les sciences et la littérature, théorisent d'autres modèles d'Etat. Malgré les efforts des hommes des Lumières, le despotisme éclairé reste un échec, notamment à cause des dérives absolutistes auxquelles sont sujets les despotes éclairés. Cependant, le travail des Lumières trouve un autre aboutissement dans deux faits marquants de la seconde moitié du XVIIIème siècle : deux Révolutions. La première sera la Révolution américaine, inspirée de la Glorieuse Révolution, qui aboutit, en 1776, à la ratification de la Déclaration d'Indépendance et à la création des Etats-Unis d'Amérique. La deuxième Révolution est la Révolution française de 1789, basée sur les principes de Liberté, d'Egalité et de Fraternité, principes que nous retrouvons dans la Déclaration des Droits de l'Homme, adoptée en août 1789. La Révolution renverse le roi Louis XVI (1754-1793). La France devient alors une monarchie constitutionnelle avant que son peuple n'instaure la Première République, en 1792.

A travers ces événements, l'élite intellectuelle et scientifique assume un rôle qui lui a été attribué par les Lumières : combattre l'obscurantisme, rendre le savoir accessible à tous, laïciser la recherche et modérer l'exercice du pouvoir par une seule personne.

1.4 La recherche à l'époque contemporaine

Etre capable d'expliquer des phénomènes naturels en termes de mécanique, de physique ou de chimie, savoir les représenter à l'aide des mathématiques ont réalisé les fondements de cette "modernité" qui allait contribuer à l'avènement de l'ère industrielle au XIX^{ème} siècle. L'Europe a vu naître la Science moderne ; la pensée scientifique s'est formée en Occident en bénéficiant d'un important héritage oriental, transmis en particulier par l'Islam et notamment grâce à des érudits comme Avicenne⁴³ ou Averroès⁴⁴.

L'émergence en Europe d'une science moderne fut contemporaine de l'apparition, à la Renaissance, d'un monde de commerçants et de comptables. La Science devient l'élément central d'une conception du progrès qui prit corps petit à petit : elle permit de laisser une place importante à des visions à long terme de la société. Le philosophe anglais Francis Bacon⁴⁵ conçut ainsi un grand projet dans La Nouvelle Atlantide, œuvre parue en 1627, après la mort de son auteur :

" La science peut et doit être organisée et appliquée à l'industrie, pour améliorer et transformer les conditions de vie. "

La recherche scientifique requiert un approfondissement constant de chaque champ d'études (les mathématiques, la biologie, la physique, l'économie, l'histoire, etc.), ce qui conduit à la fois à une spécialisation au sein de chaque discipline et à des approches pluridisciplinaires. Ainsi, le rapprochement de la biologie avec l'informatique a donné naissance à la bio-informatique. L'interdépendance entre la science et la technologie est allée en croissant : la science fournit des bases scientifiques et une méthode à la technologie pour créer mais aussi pour procéder à des simulations. Inversement, la technologie exerce une influence directe sur la recherche : elle lui pose des problèmes et elle contribue donc à l'orienter vers des thématiques nouvelles. Enfin, la recherche dépend de la mise en œuvre de techniques expérimentales de plus en plus complexes et donc d'infrastructures importantes (machines industrielles, réacteurs nucléaires, accélérateurs de particules, etc.). L'instrumentation scientifique s'est automatisée grâce au développement de l'électricité, de l'électrotechnique, puis de l'informatique. Celle-ci a fortement contribué à la création de banques de données qui sont devenues des outils indispensables à la recherche. Le développement des approches interdisciplinaires et la confrontation de la science avec des questions de société ont contribué à faire sortir progressivement la recherche des voies canoniques de production de la connaissance.

⁴³ *Ibn Sīnā ou Avicenne (980-1037) est un philosophe, écrivain, médecin et scientifique médiéval perse. Il étudia notamment l'astronomie, l'alchimie, la chimie et la psychologie.*

⁴⁴ *Ibn Rochd de Cordoue ou Averroès (1126-1198) est un philosophe, théologien rationaliste islamique, juriste, mathématicien et médecin musulman andalou de langue arabe.*

⁴⁵ *Francis Bacon (1561-1626) est un philosophe et scientifique anglais, devenu, par ses œuvres, l'un des pionniers de la pensée scientifique moderne.*

C'est pour répondre aux besoins du monde académique, des grandes administrations, des États ou des entreprises que le système de la recherche s'est donc constitué au fil des siècles. Depuis une cinquantaine d'années, la plupart des pays développés ont mis en œuvre des politiques de la recherche afin de développer les activités scientifiques et technologiques ; de mobiliser le potentiel public et privé à des fins économiques et sociales mais aussi militaires ; et à répartir les ressources en fonction de priorités.

1.5 Le XX^{ème} siècle, stabilisation du modèle de recherche

La recherche est un univers complexe où des activités de caractère scientifique ou technologique très diverses constituent un ensemble appelé "recherche et développement" (R&D). Ce concept unificateur est apparu au début des années 1960, sous l'influence notamment de l'O.C.D.E (Organisation de Coopération et de Développement Economique) lorsqu'on s'est attaché à mieux caractériser les différentes étapes de la recherche, et à quantifier à l'aide d'indicateurs les ressources humaines et financières qui y sont engagées.

La R&D englobe l'ensemble des activités scientifiques et technologiques qui produisent des connaissances et qui s'appuient sur les savoirs acquis pour mettre au point des techniques nouvelles et développer des applications issues de découvertes scientifiques. Les travaux de recherche et développement ont été définis et codifiés par l'Organisation de Coopération et de Développement économiques (OCDE), chargée d'assurer la comparabilité des informations entre les pays membres de l'organisation (Manuel de Frascati, 2002⁴⁶). Il définit ainsi les trois types d'activités de recherche⁴⁷ :

- La recherche dite fondamentale⁴⁸, qui regroupe l'ensemble des travaux théoriques et expérimentaux permettant d'acquérir de nouvelles connaissances sur les phénomènes et les faits observables dans la nature ou la société.
- La recherche dite appliquée ou finalisée, qui a pour objectif d'enrichir les connaissances scientifiques qui visent à discerner les applications possibles des résultats d'une recherche fondamentale et à trouver des solutions nouvelles permettant d'atteindre un objectif déterminé choisi à l'avance.
- Le développement expérimental, fondé sur des connaissances obtenues par la recherche ou l'expérience pratique, est effectué - au moyen de prototype ou d'installations pilotes - en vue de lancer de nouveaux produits, d'établir de nouveaux procédés ou d'améliorer substantiellement ceux qui existent déjà. Il consiste à mobiliser systématiquement toutes les connaissances.

⁴⁶ Le Manuel de Frascati est la référence méthodologique en matière de recueil et d'exploitation des statistiques de recherche et développement (R & D).

⁴⁷ Définition établie par l'OCDE, Manuel de Frascati, édition 2002, p. 34 et p. 87-89.

⁴⁸ Malgré la distinction entre recherche fondamentale et recherche appliquée il existe souvent une continuité entre ces deux approches comme le montre l'exemple de Louis Pasteur.

2 La mondialisation de la recherche

Le Conseil International des Unions Scientifiques (CIUS)⁴⁹ a été fondé en 1931 pour promouvoir l'activité scientifique internationale dans les différentes branches de la science et son application dans l'intérêt de l'humanité. Il est une des O.N.G les plus anciennes du monde et représente l'évolution et l'expansion de deux organismes précédents, l'Association Internationale des Académies (*International Association of Academies* ou AAI, 1899-1914) et le Conseil International de Recherches (*International Research Council* ou IRC, 1919-1931).

En 1998, les membres ont convenu que la composition et les activités actuelles du Conseil seraient mieux pris en compte en modifiant le nom du Conseil International des Unions Scientifiques en Conseil International pour la Science (*International Council for Science*), en conservant le sigle existant, le ICSU. Sa mission et ses principes peuvent être résumés par:

"To identify and address major issues of importance to science and society, by mobilising the resources and knowledge of the international scientific community; to promote the participation of all scientists, irrespective of race, citizenship, language, political stance or gender in the international scientific endeavour; to facilitate interactions between different scientific disciplines and between scientists from 'Developing' and 'Developed' countries; to stimulate constructive debate by acting as an authoritative independent voice for international science and scientists."

Le Conseil International pour la Science (ICSU) compte actuellement 31 membres qui sont des unions scientifiques et 121 membres nationaux couvrant 141 pays. En outre, l'ICSU a 22 associés scientifiques internationaux. Parmi les 31 unions scientifiques qui composent l'ICSU on compte l'Union Astronomique Internationale (*International Astronomical Union* ou IAU), l'Union Géodésique et Géophysique Internationale (*International Union of Geodesy and Geophysics* ou IUGG), l'Union Internationale de Chimie Pure et Appliquée (*International Union of Pure and Applied Chemistry* ou IUPAC) et l'Union Radio Scientifique Internationale (URSI ou *International Union of Radio Science*) qui ont rejoint l'ICSU dès 1919.

Dans un autre domaine, durant la Seconde Guerre mondiale, le projet Manhattan a fait partie des projets de recherche internationaux. Il s'agissait de réaliser aux Etats Unis un engin explosif très puissant basé sur la réaction en chaîne due à la fission atomique (Frédéric Joliot⁵⁰) pour contrer l'expansion d'Hitler et les forces de l'Axe Allemagne-

⁴⁹ En anglais : *International Council of Scientific Unions (ICSU)*.

⁵⁰ Jean Frédéric Joliot, dit Frédéric Joliot-Curie, (1900-1958) : Physicien et chimiste français. Il a obtenu le prix Nobel de chimie en 1935 avec son épouse Irène Joliot-Curie. Il a été professeur au Collège de France, directeur de l'Institut du radium, et membre de l'Académie des sciences. Il est à l'origine des applications du nucléaire en France, dans les domaines civils et militaires.

Italie-Japon. Ce projet commencé en 1939, regroupa plus de 130 000 personnes et coûta environ 2 milliards de dollars américains de 1945, soit environ 26 milliards de dollars de 2013. Il a abouti à deux bombardements du Japon sur Hiroshima avec Little Boy, le 6 août 1945 et trois jours après sur Nagasaki avec Fat Man.

Contribuant, d'après une partie des historiens, à mettre fin à la Seconde Guerre mondiale, ces explosions ont provoqué un bilan des victimes et des destructions très lourd : 200 000 morts et deux villes complètement détruites, sans compter les effets des irradiations découverts par la suite. Ce projet, qui est un des événements majeurs du XXème siècle, a donné lieu à une nombreuse littérature. Le 15 août 1947, le département d'ingénierie Manhattan est dissous.

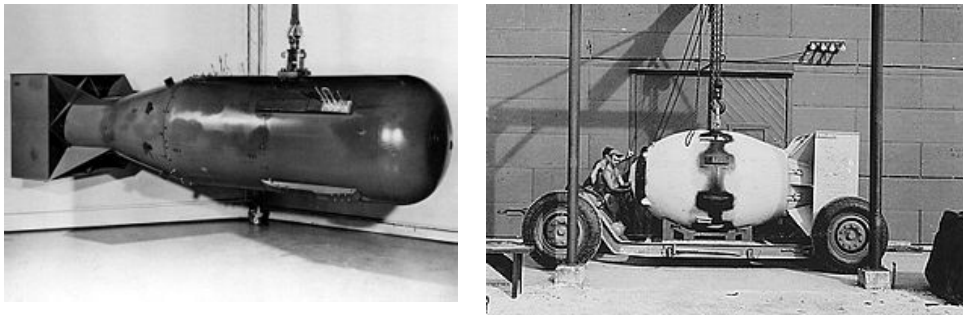


Figure 8 : Little Boy et Fat Man

Dans chaque pays, l'organisation de la recherche est l'héritière de traditions historiques, en particulier de la forme des institutions politiques. Chaque pays a ainsi produit un modèle d'organisation de la recherche et de la technologie. Il existe cependant dans pratiquement tous les pays une structure politique centrale (en général un ministère) qui est le lieu d'arbitrage politique où s'élaborent les choix des priorités et d'allocation des grandes masses financières.

Ces organismes publics ont pour mission de financer des activités de recherche fondamentale ou appliquée. Leur appellation est très variable (Centre, Institut national, Agence, Fonds national, etc.) et leurs modes d'actions très diversifiés : soit simples agences de moyens (financement des programmes et des projets), soit opérateurs de recherche avec leurs propres laboratoires et leurs propres personnels de recherche (c'est le cas du CNRS en France).

Les universités, quant-à-elles, disposent d'une autonomie, plus ou moins grande suivant les pays, qui leur permettent de mettre en œuvre leur propre politique scientifique.

2.1 Le cas de la France

Prolongeant une tradition "colbertiste", l'État joue, en France, un rôle central dans le soutien à la recherche. Dans les années qui ont suivi la Seconde Guerre mondiale, la planification de la recherche a contribué au développement de celle-ci jusqu'au début des années 1970. Outre le CNRS, créé en 1939, de grands organismes publics ont été

fondés, après la guerre, pour piloter la recherche dans les principaux domaines d'intérêt stratégiques.

La science et la technologie ont une dimension internationale et, en dépit des conflits militaires et de la compétition économique, la coopération scientifique internationale a joué un rôle important dans la recherche scientifique, tout particulièrement en Europe. Après la Seconde Guerre mondiale, la coopération scientifique européenne allait prendre une grande ampleur.

2.2 La recherche européenne

C'est le ministre des Affaires étrangères, Robert Schuman, qui lança l'idée d'une Communauté Européenne du Charbon et de l'Acier (CECA). Ce projet fut mis au point par Jean Monnet, et recevait le soutien de l'Italien Alcide de Gasperi, président du conseil des ministres italien de 1945 à 1953, et de l'Allemand Konrad Adenauer, chancelier fédéral allemand de 1949 à 1963. Il amorce le rapprochement franco-allemand et jette les bases de la future Union européenne. Malgré le refus de l'Angleterre, la CECA sera mise en place en 1951. Première étape de la construction européenne, elle était composée de la Belgique, de la France, du Luxembourg, de l'Italie, des Pays-Bas et de la République Fédérale d'Allemagne (RFA). Elle permit de lancer un premier programme de recherche européen sur le charbon et l'acier qui fut un succès.

À la suite de la crise du canal de Suez en 1956, les européens proposèrent d'étendre les fonctions de la CECA afin de couvrir les autres sources énergétiques. Toutefois, Jean Monnet⁵¹, son fondateur et président, souhaita la création d'une communauté séparée dédiée à l'énergie atomique. Louis Armand⁵² prit la tête d'une étude portant sur la possibilité d'un usage de l'énergie nucléaire civile en Europe. Son rapport conclut qu'un développement nucléaire approfondi était nécessaire pour combler le déficit créé par l'épuisement des ressources en charbon et réduire la dépendance envers les producteurs de pétrole.

La conférence intergouvernementale pour le Marché commun et l'Euratom, qui s'est tenue à Val Duchesse en 1956, a permis de rédiger les principaux éléments de ce traité qui porte sur la coopération dans le domaine du nucléaire. Le 25 mars 1957, le Traité Euratom fut signé par les six membres fondateurs de la CECA et il devint effectif le 1^{er} janvier 1958. L'Euratom est donc un organisme public européen chargé de coordonner les programmes de recherche sur l'énergie nucléaire. Devenu l'une des trois Communautés européennes avec la CECA et la CEE (Communauté Economique

⁵¹ Jean Omer Marie Gabriel Monnet (1888-1979) : Un des principaux fondateurs de l'Union européenne. Promoteur de l'atlantisme, du libre-échange et d'une disparition des États-nations au profit d'une Europe fédérale sur le modèle des États-Unis, il est considéré comme un des Pères de l'Europe.

⁵² Louis Armand, (1905-1971) : Ingénieur, haut fonctionnaire et résistant français. Il est le dirigeant d'entreprises publiques, dans le domaine ferroviaire et de l'énergie atomique.

Européenne) à la suite de la fusion de leurs exécutifs en 1967, il est aujourd'hui sous l'autorité de l'Union Européenne.

Conscients que la recherche en physique nucléaire exigeait désormais des moyens très importants, les Européens unirent leurs efforts pour créer le CERN (Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire), en 1954 à Genève. La recherche en physique fondamentale avait pour principal objectif la compréhension de l'intérieur de l'atome. Le Conseil provisoire fut dissous et la nouvelle organisation fut baptisée Organisation européenne pour la Recherche nucléaire. L'acronyme CERN fut conservé. Le CERN a construit plusieurs accélérateurs de particules dont le Large Hadron Collider (L.H.C.), opérationnel après 2008, et qui est devenu le point focal mondial de la recherche dans le domaine de la physique des particules. Le CERN a servi de modèle à une douzaine d'organismes scientifiques ou technologiques européens fondés dans le cadre de traités internationaux. Aujourd'hui, le principal domaine de recherche est celui de l'étude des composants fondamentaux de la matière ainsi que des forces auxquelles ils sont soumis : le CERN est souvent appelé "Laboratoire européen pour la physique des particules".

Le CERN a aussi une place importante dans le développement de certaines technologies informatiques. La plus connue est certainement le *World Wide Web* (avec le développement du protocole HTTP ou *HyperText Transfer Protocol* et du langage HTML ou *Hypertext Markup Language*), issu du projet ENQUIRE du début des années 1980, développé par Tim Berners-Lee et Robert Cailliau. C'est en 1989 que le projet du *World Wide Web* voit le jour, toujours développé par ces deux personnes et une équipe. Parallèlement, un outil de gestion de documents électronique utilisant le Web, *l'Engineering and Equipment Data Management Service*, est mis en place dans cet objectif.

L'Agence Spatiale Européenne (*European Space Agency* ou ESA), créée en 1975, est le plus important de ces organismes dits à "géométrie variable"⁵³. Elle a la responsabilité du programme spatial. La plupart de ces organismes européens construisent et font fonctionner un grand équipement de recherche mis au service de communautés scientifiques, par exemple la machine pour le rayonnement *synchrotron* de *l'European Synchrotron Radiation Facility* (ESRF) et le réacteur nucléaire à haut flux de neutrons de l'Institut Laue-Langevin.

Aujourd'hui, l'Union européenne occupe le premier rang mondial dans de nombreux domaines de la recherche. Le système mondial de communications mobiles (norme *Global System for Mobile Communications* ou GSM), le système de radionavigation par satellite GALILEO, la fusée Ariane ou l'Airbus A380 comptent au nombre des réalisations rendues possibles grâce aux efforts communs et à l'imagination des chercheurs européens.

⁵³ Les États membres qui les financent varient au cas par cas en fonction des projets.

Le Traité de Lisbonne (2009) a fixé comme objectif la création d'un véritable Espace Européen de la Recherche (EER) et introduit une base juridique permettant de mener une politique spatiale européenne. Cet Espace, ouvrant la voie vers l'excellence scientifique dans la recherche, la compétitivité et l'innovation, est le moteur essentiel de la compétitivité européenne à l'ère de la mondialisation, par la promotion d'une meilleure coopération entre les différents acteurs. Parmi les priorités permettant d'atteindre ces objectifs, figure celle d'augmenter notablement la part de Produit Intérieur Brut (PIB) concernant la R&D-

2.3 Les programmes européens

Le septième Programme-Cadre de Recherche et Développement Technologique (PCRDT), qui couvrait la période 2007-2013, a été le plus grand programme d'investissement de l'Union européenne pour la recherche et le développement technologique avec un montant d'aides évalué à 50,5 milliards d'euros. Les projets Eurêka, d'initiative franco-allemande, font appel à des financements publics (30%) et privés (70%). A long terme ils présentent une grande importance stratégique notamment dans le secteur des Techniques de l'Information et de la Communication (TIC), et plus récemment, dans ceux de l'énergie et de la biotechnologie. Eurêka compte aujourd'hui 40 pays-membres.

Pour la période 2014-2020, le PCRDT portera le nom de programme Horizon 2020 (2014-2020) regroupant les anciens PCRDT, Euratom, le programme-cadre pour la compétitivité et l'innovation (CIP), ainsi que l'Institut européen d'innovation et de technologie (*European Institute of Innovation and Technology* ou EIT, Budapest 2010). Il est doté de près de 80 milliards d'euros pour trois grandes priorités : l'excellence scientifique, la primauté industrielle et les défis sociétaux comme la santé, le vieillissement de la population, l'évolution démographique, la sécurité alimentaire, les transports intelligents, etc.

Parmi les initiatives de la Stratégie Europe 2020 figure l'Union de l'innovation qui doit concentrer les efforts de l'Europe (et sa coopération avec les pays tiers) sur des défis tels que le changement climatique, la sécurité énergétique et alimentaire, la santé, etc. Cette Union permettra au secteur public d'intervenir pour stimuler le secteur privé et pour lever les obstacles qui empêchent les idées d'accéder au marché. Il s'agit aussi de renforcer l'économie européenne, notamment le développement d'une économie basée sur la connaissance et l'innovation. Au sein de cet espace, chercheurs, institutions et entreprises dans le domaine de la recherche pourront circuler, être en concurrence et coopérer au-delà des frontières, avec pour résultat un accroissement du potentiel de croissance.

2.4 Les grandes forces de la recherche mondiale

Des indicateurs de la science et de la technologie sont mis en place. Les moyens financiers et humains, le nombre de publications et de brevets sont parmi les principaux. Ils permettent d'évaluer l'état et le dynamisme des systèmes de recherche. La *National*

*Science Foundation*⁵⁴ (NSF) aux États-Unis, l'O.C.D.E. pour l'U.E. et l'Observatoire des Sciences et Techniques⁵⁵ (OST) pour la France, publient régulièrement des indicateurs de ce type qui permettent de dresser un panorama mondial de la recherche scientifique. On constate ainsi que la géographie mondiale de la recherche est fortement déséquilibrée tant pour les financements que pour les résultats des activités répertoriées à l'aide des publications et des brevets.

D'après Eurostat, l'Office statistique de l'Union Européenne (UE), l'analyse des chiffres concernant l'évolution des dépenses de R&D de 2004 à 2013, montre que ses dépenses ont dépassé les 2% du PIB en 2013 : exactement 2,02% (275 Md€) au lieu de 1,76% en 2004 (194 Mds€).

Cette même année, la France est située au-dessus de la moyenne avec un investissement de 2,23 % (soit 47 Mds€), alors qu'en 2004, le pourcentage n'était que de 2,09 %. En tête arrivent les pays nordiques comme la Finlande, la Suède, le Danemark avec plus de 3%, suivis par l'Allemagne (2,94%), puis la France. Cependant sur les 28 pays de l'UE, une dizaine investisse moins de 1% (Chypre, Lettonie par exemple). A titre de comparaison, en Asie, la Corée du Sud y consacre 4,04% et le Japon 3,38% alors que la Chine donne le chiffre de 1,98%. A noter que la Russie annonce 1,11% du PIB. L'Europe et la France se situent aussi derrière les Etats-Unis qui ont consacré 2,81%.

Alors que certains pays accroissent leurs dépenses de R&D plus vite que le rythme de leur croissance, il est clair que les Etats-Unis sont dans une logique opposée, d'où le phénomène d'érosion de la position dominante américaine en matière de R&D. Le rapport "*2013 Global R&D Funding Forecast*"⁵⁶ présente des indications sur le marché de la R&D privée ainsi que des anticipations, à partir de données chiffrées et d'estimations. Il est utilisé, aux Etats-Unis, par les professionnels du secteur. Les dépenses de R&D de la Chine étaient autour de 14% du marché mondial en 2013.

Si l'on en croit les statistiques⁵⁷, la Chine est désormais le pays qui compte le plus de chercheurs au monde, devant l'Europe et les Etats Unis. Elle initie de grands programmes scientifiques (station orbitale, satellites, programme lunaire et Mars). Elle

⁵⁴ La NSF fut créée par le National Science Foundation Act de 1950. Sa mission déclarée est de "promouvoir le progrès des sciences ; d'améliorer la santé, la prospérité, et le bien-être nationaux ; et d'assurer la défense nationale" (To promote the progress of science; to advance the national health, prosperity, and welfare; and to secure the national defense).

⁵⁵ L'Observatoire des sciences et des techniques (OST) est un Groupement d'Intérêt Public (GIP), créé en 1990. Il a pour mission de construire des indicateurs fiables, pertinents et pérennes décrivant la science et la technologie françaises en comparaison européenne et internationale.

⁵⁶ Rapport Battelle et R&D Magazine "2013 Global R&D Funding Forecast" : <http://www.rdmag.com/file/67081>

Résumé : <http://www.bulletins-electroniques.com/actualites/72185.htm> .

⁵⁷ Selon la revue Industrie et Technologie (2010), la Chine dispute aux Etats-Unis la première place mondiale avec un effectif de 1,423 millions de chercheurs, contre 1,425 millions. L'Union européenne arrive en troisième position du podium avec un effectif de 1,321 millions.

ambitionne donc de devenir la première au monde en recherche-développement. Elle produit un effort supérieur non seulement à celui des USA mais aussi à celui de l'Europe. Elle dispose de l'ordinateur le plus puissant du monde : le Tianhe-2⁵⁸. Mais le parc américain disponible est d'une richesse et d'une diversité supérieure, dans les domaines civils et militaires.

Selon L'Organisation Européenne de Coopération Economique (OECE), les dépenses de la Chine en Recherche et Développement ont cru de 1995 à 2006 de 18% par an. Le nombre des étudiants chinois, passé en quelques 10 ans, de 5 millions à 25 millions, comme celui des établissements d'enseignement supérieur, estimé à 1 700, montre sa volonté. Le volume des dépenses de R&D des pays de l'OCDE est passé de 90% à 70% en dix ans. La Chine devrait ainsi accéder au premier rang mondial des dépenses de R&D autour de 2019 au vu de la réduction des budgets de R&D aux États-Unis, au Japon et dans l'Union européenne⁵⁹.

Le rôle de la diaspora scientifique chinoise, présente massivement aux Etats-Unis, mais aussi de plus en plus dans l'Extrême-Orient russe a beaucoup été évoquée. On estime que 40% des chercheurs américains sont chinois ou apparentés. Durant la même période, on constate qu'en Europe, les dépenses consacrées aux budgets de recherche et aux universités ne croissent plus.

3 La recherche et la société

La recherche scientifique s'est profondément transformée pendant ces cinquante dernières années, tant dans son organisation que dans ses méthodes, tandis que la fin de la guerre froide, la mise en cause de l'État-providence et la dérégulation des économies ont conduit, au début des années 1990, à un changement de cap. La recherche et la technologie sont conçues comme des éléments stratégiques de la compétition économique internationale qui va mobiliser non seulement l'effort d'innovation des entreprises mais aussi les politiques publiques de soutien à la recherche.

C'est dans ce contexte qu'est apparu le concept "d'économie de la connaissance" mettant en valeur l'augmentation des ressources consacrées à la production, à la transmission et à la gestion des connaissances et l'avènement des technologies de l'information qui jouent un rôle important dans la production et la transmission des connaissances.

⁵⁸ Le Tianhe-2 (littéralement : rivière céleste (bande laiteuse de la voie lactée) no 2) est un supercalculateur situé à Changsha, province de Hunan, en République populaire de Chine, à l'Université nationale de technologie de la défense. Il est le successeur du Tianhe-1A, 8^{ème} au classement du TOP 500. Assemblage de 32 000 prises Intel Ivy Bridge et de 48 000 Intel Xeon Phi il possède 3 120 000 cœurs. Sa puissance de 33,86 petaflops le classe 1^{er} TOP 500 (juin 2013).

⁵⁹ Science, technologie et industrie Perspectives OCDE 2014 : <http://www.oecd.org/fr/sti/perspectives.htm>

Ces expressions économie du savoir, économie de la connaissance ou économie de l'immatériel ou encore capitalisme cognitif en débordant l'aspect économique société de la connaissance, désignent ce qui serait une nouvelle phase de l'histoire économique dans laquelle, selon certains économistes, nous sommes entrés depuis la fin du siècle dernier (années 1990).

C'est Fritz Machlup qui en 1962, semble avoir posé les premiers jalons de ce que l'on appellera plus tard l'économie de la connaissance, dans son livre *The production and distribution of knowledge in the United States*. Porat dans sa thèse en 1977 avait montré que près de 45 % de la main-d'œuvre employée aux USA avait pour tâche de manipuler de l'information. Ces travaux avaient été repris dans une annexe d'un rapport officiel français⁶⁰ paru en 1978 : *L'Informatisation de la société*.

La Science est aujourd'hui omniprésente dans le processus de création des richesses : la recherche est devenue une activité sociale. Mais elle doit aussi prendre en charge les conséquences. Les développements récents de la recherche en biologie, en génétique, en médecine posent de nouvelles questions d'éthique qui ont attiré l'attention du public et des institutions politiques. Ainsi, en France, un premier Comité consultatif national d'éthique pour les sciences de la vie et de la santé a été créé en 1983 ; il associe des représentants de la communauté scientifique et des grands courants de pensée religieux et philosophiques. Les Parlements, en France notamment, se sont souvent dotés d'un office d'évaluation des choix scientifiques et technologiques ; une première loi de bioéthique encadrant les conditions d'expérimentation dans les sciences du vivant a été votée par le Parlement français en 1988, suivie par de nouveaux textes en 1994 et en 2004.

Par ailleurs, des sondages d'opinion effectués périodiquement en Europe révèlent que si le public s'intéresse aux enjeux de la science, il manifeste aussi la volonté de ne pas être qu'un simple témoin muet du progrès technique. Autrement dit, un nouveau dialogue entre la science et la société est nécessaire et les politiques de la recherche du XXI^{ème} siècle devront tenir compte des impératifs de ce dialogue.

3.1 L'évaluation de la recherche

Connaître l'efficacité des investissements destinés à la recherche, évaluer la production scientifique, définir les axes prioritaires à favoriser et les recherches fondamentales qu'il faut soutenir pour un résultat à long temps, constituent autant de difficultés. Très souvent, plusieurs résultats de recherche concourent à l'élaboration d'une nouvelle théorie, à la réalisation d'une application déterminante.

⁶⁰ Le rapport Nora-Minc est un rapport sur l'informatisation de la société, publié en décembre 1977 par Simon Nora et Alain Minc. Dans ce rapport sont inventés le mot et le concept de télématique et le lancement du réseau Minitel y est préfiguré.

L'évaluation de la recherche scientifique est une procédure d'évaluation du bon usage des financements. L'évaluation peut concerner un seul individu, une équipe, un laboratoire, une université ou un institut. Evaluer la qualité de la recherche scientifique est essentiel dans une société où l'innovation et les progrès techniques dépendent en partie de la recherche académique.

Divers indicateurs comme le dépôt de brevet, ou le nombre de publications interviennent dans cette évaluation. Ainsi l'impact factor⁶¹, l'Eigen-factor⁶² ou l'*h-index*⁶³, jouent un rôle utile dans ce processus. Mais ils ne peuvent être l'unique paramètre d'évaluation. La participation à des congrès internationaux est aussi un des éléments d'appréciation de la qualité d'une recherche. Les prix internationaux indiquent aussi une forme de reconnaissance pour les travaux récompensés, bien que la procédure d'attribution de ces prix peut parfois être biaisée, en particulier lorsqu'il s'agit de départager plusieurs chercheurs ou équipes de chercheurs qui s'attribuent une découverte scientifique.

De 2007 à 2013 a existé l'Agence d'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur (AERES), organisme public indépendant chargée d'évaluer tous les établissements de recherche et d'enseignement supérieur, les unités de recherche et les formations. Elle a été supprimée par la loi du 22 juillet 2013 relative à l'enseignement supérieur et à la recherche, pour être remplacée par un Haut Conseil de l'Évaluation de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur (HCERES).

3.2 Quelles perspectives pour la recherche ?

Dans cette course à la technologie, il est indispensable de défendre une vision des usages responsables qui nous est propre, depuis la première loi "Informatique et libertés" en 1978, jusqu'à une régulation mondiale équilibrée d'Internet nécessaire pour assurer la liberté de tous, et dont le rapport de juillet 2009 sur l'économie numérique à horizon 2025 ouvre des voies⁶⁴.

Le vieillissement de la population des pays de l'OCDE (Organisation de Coopération et de Développement Economique) et son accroissement mondial sont un atout et un défi :

⁶¹ L'impact factor est annuellement publié dans le Journal Citation Report (JCR) de Thomson Reuters. L'IF est calculé à partir du rapport entre le nombre de citations reçues par un journal pendant deux ans et le nombre d'articles publiés dans ce journal pendant cette même période. Ceci revient à calculer le nombre moyen de citations par articles en deux ans.

⁶² L'eigenfactor est un indicateur similaire quantifiant l'influence des revues sur cinq ans. Cette alternative à l'IF est issue d'un projet académique de l'université de Washington.

⁶³ L'indice de Hirsch, ou h-index, permet donc d'évaluer une partie de l'activité de recherche d'un individu, c'est une mesure souvent prise en compte par des organismes de financement. Il quantifie le nombre de publications d'un individu ainsi que le niveau de citations de ses publications.

⁶⁴ Stratégie nationale de recherche et d'innovation, 2009, Rapport général.

<http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid28972/rapport-sur-la-strategie-nationale-de-recherche-et-d-innovation.htm> |

pour chaque individu, il s'agit d'un progrès majeur - dû à la médecine, la pharmacologie, l'alimentation, la gestion de l'économie, la prévention des risques – mais à la condition que la qualité de vie ne soit pas la première victime de l'allongement de la durée de nos existences.

Dans le cas de la médecine, de nouvelles pathologies vont se développer, comme les maladies neurodégénératives : les biotechnologies sont à l'aube d'une nouvelle révolution. Elles permettront de dépister les cancers en amont de l'apparition des tumeurs palpables. Dans le domaine de l'agriculture, elles offriront un développement respectueux de l'environnement et capable de répondre aux besoins alimentaires d'une population mondiale en croissance.

Conclusion

Débutant avec l'apparition de l'écriture et des mathématiques en Mésopotamie, la Science s'étend à des domaines de plus en plus vastes et complexes, tels que la Géométrie et les Sciences Naturelles. Les penseurs antiques apportent leurs connaissances à la Science et la font progresser en énonçant leurs théorèmes et en lui procurant un cadre d'application. Ce n'est qu'après la reprise des travaux de ces penseurs, au travers de la scholastique médiévale que la Science connaît un nouvel essor, se détachant progressivement de l'autorité religieuse et aboutissant à la naissance de la Science moderne.

Durant l'époque moderne, les scientifiques, par l'application de l'empirisme et de la méthode scientifiques posent les bases de la Science, de ses méthodes et de sa pratique, telles que nous les connaissons aujourd'hui. Avec son institutionnalisation, la Science bénéficie de savoirs et de personnes issues du monde entier et permet de mener des recherches plus efficaces par la réunion de plusieurs spécialistes traitant un même sujet plutôt que par la présence d'un unique homme polymathe, modèle alors de mise à l'époque moderne.

Cette diversité des savoirs assure l'efficacité de la recherche et garantit sa diffusion. Par le biais de financements à la R&D, la Science se met au service des Etats et de leurs populations et tente d'apporter des solutions aux problèmes qui affectent les sociétés actuelles ainsi que leurs populations.

Au XX^e siècle, plusieurs philosophes (comme Russell ou encore Vuillemin) et scientifiques ont voulu définir la science et son évolution. C'est ainsi qu'est née l'épistémologie. A titre d'illustration, il est possible de citer Karl Popper, qui a notamment déclaré "*... que pour qu'une théorie soit scientifique, il faut qu'elle soit réfutable par l'expérience.*" Mais il a également précisé que la démarche inductive, qui est la base de la validation d'une théorie scientifique, ne garantit en rien de la véracité d'une théorie. Elle ne la confirme que dans le cadre de l'expérience. Ainsi, plus le nombre d'expériences validant une théorie dans différents cas est important, plus le niveau de confiance en cette théorie est élevé, mais jamais ultime.

Thomas Kuhn, quand à lui, explique que :

"... l'évolution de la science est ponctuée de longues périodes calmes (appelées science normale), où une théorie communément admise par la communauté scientifique a établi des paradigmes fondateurs qui ne peuvent être contredit sans effectuer une révolution. Ces révolutions scientifiques apparaissent lorsque les observations contredisent trop systématiquement les paradigmes en vigueur. "

Le XXI^e siècle se caractérise par les progrès des sciences de la communication numérique, de la biologie et de la physique des particules. Mais, du point de vue historique, il est encore trop tôt pour écrire sur cette période.

Bibliographie

- ARCHIMEDE. Oeuvres, Tome III Des corps flottants. - Stomachion. - La Méthode. - Le livre des lemmes. - Le Problème des bœufs. Édité et traduit par Ch. Mugler . Collection des universités de France Série grecque. 2002. Édition Première édition, Volume 3. 324 p. ISBN-10 2-251-00026-7. ISBN-13 978-2-251-00026-8. GTIN13 (EAN13) 9782251000268
- BENNASSAR Bartolomé et JACQUART Jean, *Le XVIème siècle*, éditions Armand Colin, 1990, Paris, collection U, 360 pages, ISBN : 2-200-31269-5.
- BLAYAU Noël et DENIS Michel, *Le XVIIIème siècle*, éditions Armand Colin, 1990, Paris, collection U, 349 pages, ISBN : 2-200-31277-6.
- CHAUNU Pierre, *Le temps des Réformes*, tome 2 : *La Réforme protestante*, éditions Complexe, 1984, Bruxelles, 276 pages, ISBN : 2-87027-126-3 (Chapitre V : L'Humanisme).
- CHENU M.D, *St Thomas d'Aquin et la théologie*, éditions du Seuil, 1986, Paris, collection Microcosme : maîtres spirituels, 182 pages, ISBN : 2-0-000272-8.
- DE LA COTARDIERE Philippe (dir.), *Histoire des sciences de l'Antiquité à nos jours*, éditions Taillandier, 2004, Paris, 659 pages, ISBN : 2-84734-052-1.
- GAGNEBIN Samuel, *Réflexions sur la science et son histoire*, Ed. Annales Guébbard, 44^{ème} année, 1968, p.149-161. Chézard (Neufchâtel, Suisse).
- GEYMONAT Ludovico, *Galilée*, éditions du Seuil, 1992, Paris, collection Points : sciences, traduit de l'italien par ROSSET Françoise-Marie et MARTIN Sylvie, 350 pages, ISBN : 2-02-014753-X.
- HERLEA Alexandre, Préliminaires à la naissance des laboratoires publics de recherches industrielles en France, *Culture Technique*, 1988, n°18, p.220-231.²
- KUHN Thomas S., *La structure des révolutions scientifiques*, éditions Flammarion, 2008, Paris, traduit de l'américain par MEYER Laure, collection Champs sciences, 284 pages, ISBN : 978-2-0812-1485-9
- LEBRUN François, *Le XVIIème siècle*, éditions Armand Colin, 1967, Paris, collection U, 376 pages, ISBN : 2-200-31059-5.
- LECLANT Jean (dir.), *Dictionnaire de l'Antiquité*, éditions Quadriges, 2005, Paris, PUF, 2389 pages, ISBN : 2-13-055018-5
- MATCHLUP Fritz, *The production and distribution of knowledge in the United States*, Princeton University Press, Princeton New Jersey, USA, 436 p., 1962. ISBN: 9780691003566.
- MAZAURIC Simone, *Histoire des sciences à l'époque moderne*, éditions Armand Colin, 2009, Paris, collection U, 344 pages, ISBN : 978-2-200-34521-1
- PICHOT André, *La naissance de la science*, tome 1 : *Mésopotamie, Egypte*, éditions Gallimard, 1991, Paris, collection Folio : essais, 313 pages, ISBN : 2-07-032603-9.
- PUMAIN Denise et DARDEL Frédéric, *L'évaluation de la Recherche et de l'Enseignement supérieur*, Rapport à Madame la Ministre de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, Janvier 2014.

STEPHAN Paula, *How Economies Chapes Research*, Harvard University Press, ISBN 9780674049710, January 2012

Œuvre collective, *Dictionnaire des philosophes*, éditions Albin Michel, 2001, Paris, 1704 pages, ISBN : 2-226-12237-0.

<http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid76618/remise-du-rapport-de-denise-pumain-et-frederic-dardel.html>

Stratégie nationale de recherche et d'innovation, 2009, Rapport général.

<http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid28972/rapport-sur-la-strategie-nationale-de-recherche-et-d-innovation.html>

Le travail du chercheur: les institutions scientifiques et les associations, Comité d'éthique pour les sciences du CNRS, 1997. ISSN 1267-8570.

World Development Indicators: Science and technology. <http://wdi.worldbank.org>

Enseignement supérieur et Recherche. <http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr>. Innovation et valorisation de la recherche

Rapport Battelle et R&D Magazine "2013 Global R&D Funding Forecast" :

<http://www.rdmag.com/file/67081>

<http://www.touteurope.eu/les-politiques-europeennes/recherche-et-developpement/synthese/la-politique-europeenne-de-la-recherche.html>