

## CHAPITRE II. LE DÉVELOPPEMENT HISTORIQUE DE LA SCIENCE

La science expérimentale moderne s'est développée de façon systématique à partir du XVII<sup>ème</sup> siècle dans l'Europe chrétienne ; son progrès a aidé à créer des nouvelles circonstances sociologiques et culturelles qui ont une influence décisive sur la civilisation actuelle.

### 2. Eléments scientifiques dans l'Ancienneté

Des cultures anciennes telles que la babylonienne ou l'égyptienne ont fait quelques progrès scientifiques ; mais c'est seulement en Grèce que nous rencontrons quelques idées qui peuvent être considérées comme des antécédents de la science moderne. Selon W. C. Dampier, nous rencontrons dans des documents anciens de Babylone et l'Égypte une certaine structuration de connaissances empiriques : des unités et des règles pour effectuer des mesures, une arithmétique élémentaire, un calendrier de l'année, la vérification de la périodicité de certains événements astronomiques, même des éclipses. Mais les premiers qui ont soumis ces connaissances à l'analyse rationnelle et qui ont cherché à établir des rapports causaux entre elles, les premiers qui ont fait de la science, ont été les Grecs, plus précisément les philosophes Ioniens.

#### 2.1.- L'origine historique des sciences en Grèce

Au départ, la science et la philosophie grandissent ensemble. Les instruments d'observation et de mesure sont peu précis. Il n'y a pas une méthodologie pour la recherche. Logiquement, des questions scientifiques sont mélangées aux réflexions philosophiques et parfois avec des spéculations à la valeur douteuse. Mais le génie spéculatif des Grecs a posé de vraies questions et a proposé des esquisses de réponses qui ont jalonné le chemin vers la science moderne.

On peut signaler en premier lieu les essais de chercher une théorie sur la constitution de la matière. Les présocratiques ont proposé des solutions qui, tout en restant au stade des tâtonnements ont marqué la voie. Ni la solution de Thalès (v. 625-v. 547 av. J.-C) (l'eau) ni celle d'Anaximandre (l'apeiron) ou Anaximène (l'air) ni les quatre éléments d'Empédocle ni les atomes de Leucippe et de Démocrite ne sont les bonnes réponses, mais elles supposent un début qui aboutira à la chimie et à la physique atomique modernes.

Archimède (vers -287 à -212) est un scientifique important. On lui doit son célèbre principe, plus des découvertes en mécanique (le levier) des inventions (la vis d'Archimède) et des découvertes importantes en mathématiques.

Il a été traduit au latin en 1544 et ses œuvres furent très utilisées par la suite, par Galilée parmi d'autres.

Les pythagoriciens ont attaché une grande importance aux mathématiques pour étudier la nature. Ils ont avéré que la Terre était sphérique et ont proposé la rotation de la Terre sur son propre axe comme explication pour les mouvements à période journalière des astres (Ecphantos). Ératosthène (vers -276 à -196) proposa une valeur assez bonne de la longueur de la circonférence de la terre ainsi que de l'angle que fait l'axe de la Terre avec le mouvement apparent du Soleil. Aristarque (vers -320 à -250) a fait des remarques importantes en astronomie (distance plus grande des étoiles dites « fixes », méthode pour évaluer les rapports entre les distances entre le Soleil, la Lune et la Terre, la théorie de la rotation de la Terre autour du Soleil). Cependant, la théorie géocentrique, proposée par Eudoxe vers -370 et développée par Hipparque vers -130, reçut sa forme définitive de Ptolémée vers 127 à 151. Cette théorie serait communément acceptée jusqu'à Copernic (1473 à 1543).

Aristote s'est occupé de plusieurs questions scientifiques, et atteignit des résultats importants en biologie. Ses conceptions concernant la physique (expérimentale) et l'astronomie sont en revanche assez défectueuses ; mais il n'est pas responsable de l'entêtement avec lequel certains aristotéliciens les ont soutenues à la Renaissance. Par ailleurs, ses intuitions ont donné la base des discussions scientifiques pendant le Moyen Âge : dans ce sens, même ses erreurs ont fait partie des idées qui ont fourni la base de la nouvelle science au XVII<sup>ème</sup> siècle.

La pensée grecque supposa un développement extraordinaire de la philosophie, la logique, les mathématiques, et un effort pour comprendre, on pourrait dire rationaliser notre perception de la nature. La science systématique viendrait beaucoup plus tard, mais elle doit beaucoup à l'héritage de ces ancêtres.

## 2.2.- La transmission de la science grecque pendant le Haut Moyen Âge

L'intérêt de l'Empire Romain était plus axé sur les lettres, le droit et les techniques que sur la spéculation scientifique. Après son effondrement l'Europe a connu une longue époque de décadence sous de nombreux aspects, aussi le scientifique et le culturel.

L'héritage grec a été mieux conservé par la culture hellénistique et reçu par le monde arabe, qui a connu son apogée entre les années 800 et 1100. La culture arabe a joué un rôle important de pont entre l'Antiquité et l'Âge Moderne, à travers les trois derniers siècles du Moyen Âge.

Les travaux d'Euclide ou de Ptolémée nous sont parvenus par des traductions du grec à l'arabe, puis au latin. Les Arabes ont transmis à la postérité les trésors de l'astronomie et des mathématiques grecques, enrichis par des apports originaux non négligeables.

La chimie n'existait pas dans le sens moderne du mot. Mais les arabes pratiquaient l'alchimie dont les résultats, cumulés le long des siècles, ont fourni de données de départ à la chimie moderne.

Le travail des métaux et la préparation des médicaments faisaient partie de ces études. À côté de cela, les alchimistes se sont proposé des objectifs utopiques, tels que la conversion des métaux en or et la préparation d'un élixir capable de guérir tous les maux.

La médecine et la physique ont été aussi cultivées par les arabes, jetant les bases des méthodes expérimentales. La traduction des ouvrages arabes au latin supposa une grande aide au développement de la science dans l'Europe chrétienne. Ce travail fut entrepris en grande partie en Espagne entre 1125 et 1280. Dans la philosophie et la théologie les arabes ont eu aussi une influence très importante. Averroès (1126-1198), représente un moment culminant de la philosophie arabe ; lui et Maimonide (1135-1204), juif, originaires tous les deux de Cordoue, ont exercé une grande influence sur la Scolastique médiévale chrétienne.

### 2.3.- Les sciences, la philosophie et la théologie dans la culture médiévale

La culture renaît dans l'Europe chrétienne vers les siècles IX<sup>ème</sup> et X<sup>ème</sup>. D'abord autour des écoles dépendantes des monastères et des cathédrales. Plus tard comme institutions de plus en plus développées et autonomes, qui donneraient naissance aux premières universités (Bologne, Paris, Oxford, Cambridge, parmi d'autres).

Dans ces universités, la théologie était le centre. Il y avait aussi des facultés de droit et de médecine. Pour accéder à ces études il fallait faire auparavant des études qui comprenaient entre autres la philosophie, l'astronomie et les mathématiques, dans la faculté des Arts Libéraux.

Le Moyen Âge construisit une sagesse qui synthétise des éléments philosophiques et scientifiques hérités de l'Antiquité, enrichis par les apports arabes et juifs et par la théologie chrétienne.

Le XIII<sup>ème</sup> siècle, remarquable à plusieurs titres, redécouvre la philosophie d'Aristote, d'abord à partir des traductions et commentaires arabes, puis sur des traductions des textes originaux grecs. Robert Grosseteste (1175-1253), chancelier d'Oxford et évêque de Lincoln, fit venir des livres grecs et invita des savants byzantins à s'établir en Angleterre pour traduire et commenter ces textes. Il s'est intéressé par ailleurs à l'optique. Son disciple Roger Bacon (1214-1292), franciscain, soutenait que la Terre était ronde et que l'on pouvait en faire le tour par mer (ce qui a été fait trois siècles plus tard). Il étudia des défaillances dans le calendrier, continua les travaux de Grosseteste en optique, s'est intéressé pour l'alchimie, et s'est rendu compte de l'importance de l'expérimentation et des mathématiques pour le progrès des sciences.

La synthèse scolastique entre la science, la philosophie et la théologie atteignit un niveau extraordinaire dans ce siècle que l'on pourrait nommer d'or, surtout chez les dominicains saint Albert le Grand (1206-1280) et son disciple saint Thomas d'Aquin (1225-1274).

Saint Albert a fait un travail encyclopédique, en faisant la synthèse des éléments de provenance aristotélicienne, juive et arabe, y compris les connaissances disponibles sur les sciences naturelles, dont il contribua au progrès.

Saint Thomas n'a pas fait d'apports aux sciences naturelles. Il construisit une synthèse philosophique et théologique d'une valeur extraordinaire, en respectant l'autonomie propre à ces deux volets de la sagesse. Sa vision de la création, un monde rationnel et nécessairement intelligible, supposait un grand encouragement au travail intellectuel postérieur.

#### 2.4.- La science et la sagesse chez saint Thomas d'Aquin

Les réflexions de saint Thomas sur la philosophie de la science se trouvent fondamentalement dans ses commentaires au traité *De Trinitate* de Boèce et aux *Analytiques postérieurs* d'Aristote. En général, saint Thomas se situe dans la ligne d'Aristote, tout en intégrant les idées de celui qu'il appelle le philosophe dans un contexte plus large et plus profond.

Aristote s'est beaucoup intéressé aux sciences naturelles, en accordant une grande attention à l'étude des vivants, qui constituaient le domaine de la nature le plus à la portée des outils conceptuels et instrumentaux dont il pouvait disposer.

Thomas d'Aquin commente les œuvres d'Aristote, y compris celles qui sont consacrées à l'étude de la nature, mais il ne fait pas d'études personnelles sur ce terrain. En revanche, sa subtilité logique et sa profondeur métaphysique lui ont permis de construire une grande synthèse des différentes connaissances et faire certaines remarques qui ont une grande valeur pour l'épistémologie moderne.

Par exemple, il signale clairement le caractère hypothétique des théories astronomiques anciennes. Dans son commentaire à *De Cœlo* d'Aristote, il parle des essais qui ont été faits pour établir une théorie sur le mouvement des planètes et commente les efforts réalisés dans ce sens par Eudoxe, Calippe et Aristote, qui s'étaient trouvés forcés à compliquer leurs systèmes des sphères célestes pour rendre compte des variations observées dans leurs mouvements. Il parle aussi des épicycles introduits par Hipparque et Ptolémée. Thomas d'Aquin relativise la valeur de ces théories, en signalant les différences qui existent entre elles, et il signale : « Il n'est pas nécessaire que les hypothèses qu'ils ont proposées soient vraies : en effet, si ces hypothèses permettent de sauver les phénomènes observables, il n'est pas pour autant nécessaire de dire qu'elles sont vraies, car peut-être les phénomènes relatifs aux étoiles pourront un jour être expliqués par une autre voie que nous ne connaissons pas encore ». Dans le même commentaire, sur la question de savoir si les mouvements des astres sont circulaires, il expose les avis d'Aristote, d'Hipparque et de Ptolémée en soulignant qu'il s'agit d'essais pour expliquer les phénomènes observables, et il conclut : « Par conséquent, ceci n'a pas été démontré, mais est une certaine hypothèse ».

Dans un contexte complètement différent, en parlant dans la *Summa Theologica* de notre connaissance des personnes divines, Thomas d'Aquin revient sur le caractère hypothétique des théories astronomiques. Il dit qu'il y a deux types d'arguments en faveur d'une théorie : le premier consiste à démontrer de façon satisfaisante la vérité d'un principe dont la théorie découle ; le second consiste à démontrer que si l'on admet la théorie en question, des effets précis s'en suivent. C'est cela que fait l'astronomie lorsqu'elle formule des hypothèses et l'on cherche à expliquer les apparences observables des mouvements des corps célestes. Et d'ajouter : « mais cette explication ne constitue pas une preuve suffisante, parce qu'il est possible que ces mêmes phénomènes puissent être expliqués par une autre théorie ».

Justement, l'un des courants assez répandus de l'épistémologie actuelle tend à considérer que les théories physiques ont comme finalité principale « sauver les apparences », sans nier pour autant que la science ne nous fournisse une connaissance authentique de la réalité. Duhem est un auteur important de ce courant, sur lequel nous devrons revenir plus tard.

La science expérimentale était peu développée à l'époque de saint Thomas. Mais la synthèse thomiste propose un cadre valable pour intégrer les connaissances actuelles, en permettant une intégration harmonieuse de la théologie, la philosophie et les sciences particulières.

En effet, la vision de saint Thomas respecte la distinction des différents domaines et leur autonomie tout en proposant une perspective métaphysique qui sert comme fondement des différents types de connaissances.

Sans doute, la philosophie de la science actuelle doit s'occuper de certains aspects qui se sont développés au contact des progrès scientifiques des derniers siècles ; mais les principes philosophiques du thomisme permettent de formuler une épistémologie qui reconnaît la valeur de la connaissance scientifique et qui affirme l'existence d'une vérité scientifique, face au relativisme et au pragmatisme qui sont assez répandus dès nos jours.

Cette vérité scientifique peut être intégrée dans le savoir sapientiel qui est propre de la métaphysique et de la théologie.

### 3. Origine et développement de la science moderne

La science moderne s'est développée de façon systématique dès le moment où elle a réussi à combiner les mathématiques et l'expérimentation. Cela a permis que les connaissances soient

formulées avec la précision qui est propre aux mathématiques et soient soumises au contrôle expérimental. Ce progrès est né au XVII<sup>e</sup> siècle comme l'éclosion d'un fruit qui mûrissait dans un procès long de plusieurs siècles.

### 3.1.- Les racines médiévales de la science moderne

Cette éclosion est présentée parfois comme le fruit de la rébellion et l'affranchissement de la pensée par rapport au joug imposé pendant des siècles par la métaphysique et la religion. De nombreux auteurs (Duhem, Jaki, entre autres) ont démontré que ce cliché ne correspond qu'à une vue de l'esprit de ceux qui le diffusent.

Matrice culturelle chrétienne :

Le monde, créé par Dieu, est rationnel, intelligible

Il y a de l'ordre

L'homme, image de Dieu, peut connaître le monde

L'homme a été créé pour maîtriser le monde

La science a fait un grand bond au XVII<sup>e</sup> siècle là où le terrain était prêt, et parce qu'il était prêt : le christianisme présuppose que la création est rationnelle et intelligible parce qu'elle est l'œuvre de Dieu ; que l'homme, fait par Dieu à son image, est capable de déceler cette rationalité ; que Dieu a confié à l'homme la mission de maîtriser la terre. En fait, cette attitude mentale avait guidé de nombreux universitaires du Moyen Âge dans leurs recherches. On peut mentionner parmi d'autres :

Oxford : Grosseteste, Roger Bacon (s. XIII) ; au s. XIV, Richard Swineshead, John Dumbleton, Thomas Bradwardine, William Heytesbury. Cinématique. Théorème du Merton College.

Paris : Buridan (1300-1385), Oresme (1325-1382). Théorie de l'«impetus», cinématique, mouvement accéléré.

Le nominalisme, en insistant sur le fait que le monde est contingent, soulignait le besoin de la vérification expérimentale : la démonstration par déduction ne suffit pas, parce que Dieu aurait très bien pu faire les choses différentes.

Cependant, l'insistance sur l'aspect contingent et donc imprévisible de la nature pouvait supposer aussi un obstacle à l'acceptation de nouvelles théories ; c'est sur cette vision héritière du

nominalisme que Galilée s'est vu opposer des objections à sa défense des théories de Copernic : la théorie ne pourrait jamais être démontrée parce que Dieu aurait pu faire en sorte que les choses soient différentes, tout en gardant les mêmes apparences des phénomènes.

On est au cœur du grand défi logique de la science expérimentale : le passage des phénomènes observés à l'établissement de lois causales certaines.

Mais la recherche scientifique suppose qu'il y a un certain degré d'ordre prévisible, même si la nécessité des lois physiques n'est pas la même que celle des lois mathématiques.

On fait de la recherche et on s'attend à rencontrer un certain type de résultats : la recherche scientifique est ouverte à la correction des théories, justement pour mieux cerner la nature et les causes des phénomènes ; on s'attend à ce qu'une théorie diminue la fréquence des surprises inattendues au fur et à mesure qu'elle progresse.

Stanley L. Jaki parle dans ce sens d'une « matrice culturelle chrétienne » qui a créé les conditions favorables à l'éclosion de la science moderne.

### 3.2.- La naissance de la science moderne : mathématiques et expérimentation

L'histoire des découvertes, des tâtonnements, des réussites et des échecs des sciences est une histoire passionnante ; mais elle pourrait nous amener trop loin. Il y a de nombreux livres sur le sujet ; on peut recommander celui de J. L. Comellas, *Historia sencilla de la Ciencia*. Nous allons schématiser ici la succession de quelques noms significatifs, en résumant les pages correspondantes du livre de M. Artigas, *Filosofía de la Ciencia*, EUNSA, leçon 3.

#### Les mathématiques dans la nature

Copernic (1473-1543)	Astronomie
Tycho Brahe (1546-1601)	Astronomie
Johannes Kepler (1571-1630)	Astronomie, Cinématique
Galileo Galilei (1564-1642)	Astronomie, Mécanique, Optique
Christian Huygens (1629-1695)	Astronomie, Optique
Newton (1642-1727)	Mécanique, Optique

Hans Christian Oersted (1777-1851)	Électricité- Magnétisme
André-Marie Ampère (1775-1836)	Electrodynamique
Michael Faraday (1791-1867)	Moteur et générateur électriques
James Clerk Maxwell (1831-1879)	Électromagnétisme
Heinrich Hertz (1857-1894)	Ondes électromagnétiques, radio

Antoine Lavoisier (1743-1794)	Chimie
John Dalton (1766-1844)	Théorie atomique

Jakob Schleiden (1804-1881)	Théorie cellulaire
Theodor Schwann (1810-1882)	Théorie cellulaire
Jean-Baptiste Lamarck (1744-1829)	L'évolutionnisme
Charles Darwin (1809-1882)	L'évolutionnisme
Gregor Mendel (1822-1884)	Génétique

La méthode de la nouvelle science : Expérimentation, hypothèse, théorie formulée en termes mathématiques, vérification expérimentale.

La démonstration cède le pas à l'expérimentation.

### 3.3.- La vision scientifique des Lumières

Le mythe du « Moyen Âge » obscur. La raison peut trouver la solution à tous les problèmes ; elle n'a plus besoin du « mythe ». Les mystères et les malheurs disparaîtront avec le progrès des sciences.

John Locke (1632-1704)

Emmanuel Kant (1724-1804)

L'Encyclopédie (1772) : Denis Diderot (1713-1784)

Jean le Rond D'Alembert (1717-1783)

Paul Henri Thiry d'Holbach (1723-1789)

Le baron de Montesquieu (1689-1755)



Jean-Jacques Rousseau (1712-1778)

Voltaire (François Marie Arouet) (1694-1778)

Des idées d'inspiration chrétienne, reformulées et dressées contre le christianisme. Comme si le christianisme avait été un frein pour la science, dont les Lumières venaient libérer l'humanité.

Les hommes des Lumières axaient leur intérêt sur la nature humaine et la société ; mais ils étaient impressionnés par les progrès des sciences expérimentales : l'humanité avait atteint l'âge de la majorité et pouvait s'affranchir des mythes religieux, en se remettant à la raison. Le scientisme : la science fournit la seule connaissance valable et sa méthode doit être adoptée pour toute réflexion sérieuse sur n'importe quel sujet. Les sciences humaines se développent au XVIIIème siècle en essayant d'utiliser la démarche de la mécanique ou de la chimie ou de l'optique.

L'idée de l'opposition irréductible entre la science et la religion vient de cette époque, et est encore assez répandue.

### 3.4.- Le positivisme et le néo-positivisme

Le scientisme, qui propose une exaltation de la science, en opposition à la métaphysique et à la religion, et la prétention d'appliquer les méthodes des sciences naturelles aux sciences humaines, trouvent une formulation qui a exercé une grande influence dans le positivisme d'Auguste Comte.

Les trois « stades » (mythique, métaphysique, scientifique).

Rien que les faits observables.

Auguste Comte (1798-1857) prétend que la science ne fait que mettre en rapport des faits observables, en prenant soin d'éviter la spéculation métaphysique et religieuse. La science est exaltée comme le paradigme de la connaissance, mais au prix d'un appauvrissement qui limite sa portée. En fait, la science expérimentale réelle (pas celle que Comte imaginait) fournit des renseignements sur des aspects de la réalité qui se trouvent très loin de la portée de nos moyens d'observation ; d'autre part, la science n'est pas le juge suprême de la connaissance : elle est fondée sur la rationalité de l'homme, qui constitue pour elle une condition nécessaire et préalable, mais dont l'analyse lui échappe : c'est un problème justement métaphysique.

### Le Néo-positivisme

Il s'agit d'une réédition du positivisme, actualisé aux conditions du XXème siècle.

Il a été proposé par les membres du Cercle de Vienne, qui ont publié un célèbre manifeste en 1929. Son centre d'intérêt est l'analyse logique du langage scientifique.

Effacer la Métaphysique

S'en tenir aux propositions scientifiques (vérifiables)

Analyse logique du langage scientifique

Le néo-positivisme prétend que la seule connaissance valable est celle qui est fournie par les sciences empiriques. La thèse a la même faiblesse de toutes les attitudes scientistes : elle n'est pas la conclusion d'aucune science empirique.

L'une des raisons qui peut expliquer la diffusion de cette attitude peut être la réaction aux excès de la philosophie idéaliste du XIXème siècle.

Parmi les représentants du néo-positivisme, on peut retenir les noms suivants :

Le Cercle de Vienne (1929-1936)

Karl Popper (1902-1994)

Ludwig Wittgenstein (1889-1951)

Gottlob Frege (1848-1925)

Bertrand Russell (1872-1970)

Le cas de Karl Popper mérite une attention particulière dans le cadre de la philosophie de la science. Nous en reviendrons au chapitre III.

### 3.5.- La Biologie

Le développement de la Physique et de la Chimie rendit possible celui de la Biologie.

Un fait important au XIXème siècle : l'évolutionnisme. Il interpelle la Philosophie à deux titres : la cause de l'évolution ; le rapport entre l'homme et les autres animaux, notamment avec les grands simiens.

La discussion prend trop souvent un caractère polémique, et les questions idéologiques prennent le pas sur les analyses scientifiques.

Au niveau des explications scientifiques, l'évolution ne s'oppose ni ne peut s'opposer à l'existence de dimensions qui sont par leur nature hors de la portée des méthodes des sciences expérimentales : l'âme spirituelle, Dieu créateur, la providence.

D'autre part, de nouvelles questions se présentent : la vie, les tendances, la finalité. Une philosophie de la science qui avait devant elle la physique pouvait ressentir la tentation du mécanisme. Devant la biologie, la philosophie ne peut plus éviter des questions sur les causes finales, le caractère directionnel de certains processus.

### 3.6.- La naissance et le développement des sciences humaines

Socrate, Platon, Aristote s'en sont occupés. Toute l'histoire de la philosophie s'occupe des problèmes de l'homme, de l'éthique, de l'organisation politique.

La nouveauté consiste en essayer de cultiver ces sciences avec la méthodologie des sciences physiques. Or l'homme est libre : son comportement, ses décisions et ses réactions ne sont pas aussi prévisibles que les phénomènes physiques. Le problème se pose alors de savoir si et jusqu'à quel point les méthodes des sciences expérimentales telles que la physique ou la chimie sont applicables aux sciences humaines. Nous y reviendrons aux chapitres IV, V et VII.

Pour l'instant, nous nous bornerons à présenter un tableau synoptique de certains noms significatifs. Une fois encore, nous renvoyons à Mariano Artigas, *Filosofía de la Ciencia*, pour ceux qui voudront avoir une vision plus détaillée.

L'économie classique : le libéralisme, le marché, la valeur ajoutée

François Quesnay (1694-1774)	les physiocrates
Adam Smith (1723-1790)	Recherche sur la nature et les Causes de la richesse des nations
David Ricardo (1772-1823)	Des principes de l'économie politique et de l'impôt.
Thomas Robert Malthus (1766-1834)	Essai sur le principe de population

John Stuart Mill (1806-1873)

Principes d'économie politique

Karl Marx (1818-1883)

Le capital

L'économie néo-classique : l'utilité marginale, l'utilité décroissante

Alfred Marshall (1842-1924)

Principes d'économie

John Maynard Keynes (1883-1946)

Théorie générale de l'emploi, de

l'intérêt et de la monnaie

Milton Friedman (1912-2006)

L'inflation : ses causes et ses

conséquences

Joseph Schumpeter (1883-1950)

Capitalisme, socialisme et

démocratie

Paul Samuelson (1915 – 2009)

Les Fondements de l'analyse

économique

La Sociologie

Auguste Comte (1798-1857)

Cours de philosophie positive

Émile Durkheim (1858-1917)

Les règles de la méthode

sociologique

Max Weber (1864-1920)

L'éthique protestante et l'esprit du

capitalisme

Edward Osborne Wilson (1929- )

Sociobiologie : la nouvelle synthèse

(le réductionnisme biologique)

La Psychologie

Wilhelm Wundt (1838-1920) : Principes de psychologie physiologique

William James (1842-1910), John Dewey (1859-1952) : Le fonctionnalisme.

John B. Watson : (1878-1958) : Le conductisme (béhaviorisme).

Sigmund Freud (1856-1939) : La psychanalyse.

Paul et Patricia Churchland (1942 et 1943 - ) : La neurophysiologie expliquerait tout.

D'autres sciences humaines

L'anthropologie culturelle, la théorie politique, l'histoire, la pédagogie. Des sciences qui peuvent perdre de vue l'homme réel et le réduire à ses composantes matérielles, si elles perdent de vue l'anthropologie philosophique. Un nom important dans ce domaine est celui de Levi Strauss, qui vient de décéder le 30 octobre 2009, à l'âge de 101 ans.

### 3.7.- Les deux cultures : les sciences et les humanités

Le développement de la science expérimentale moderne a créé un grand domaine de connaissances, qui n'est accessible qu'aux spécialistes.

La multiplication (ou la sous-division) de nouvelles parcelles produit une spécialisation grandissante ; la communication entre les différentes parcelles est de plus en plus difficile, même au sein d'une même science.

Aux XVIIème et XVIIIème siècles les grands scientifiques s'intéressaient à la philosophie et les grands philosophes aux sciences.

Les pionniers de la science expérimentale moderne des XVIIème et XVIIIème siècles avaient très souvent des intérêts culturels et philosophiques qu'ils cultivaient avec une compétence remarquable. Les philosophes de cette époque s'intéressaient aux questions scientifiques et dans certains cas ont fait avancer la science.

L'éloignement entre les scientifiques et les philosophes se produit au XIXème siècle, à cause du progrès même des sciences et de leur spécialisation et complexité grandissantes. Le phénomène des « deux cultures », scientifique et humaniste, de plus en plus éloignées l'une de l'autre, est devenu l'un des problèmes principaux de la civilisation actuelle. On ressent le besoin de rétablir le contact entre ces deux mondes, parce que les sciences, qui ont des répercussions énormes, théoriques et pratiques, sur la vie des humains, ont besoin d'un sens ; et d'autre part, la réflexion sur la culture et la société ne peut pas se passer des sciences.

Malheureusement la communication entre la science et les humanités n'est pas une tâche aisée, à cause précisément du haut degré de spécialisation des deux camps et des différences de mentalité et d'approche des protagonistes. On parle beaucoup du besoin d'études interdisciplinaires. Mais les spécialistes des différents domaines utilisent souvent des langages différents. En plus de cela,

lorsque des spécialistes d'un domaine osent s'aventurer dans d'autres, ils vont souvent avec leur propre mentalité, qu'ils extrapolent au nouveau terrain, qui exigerait des concepts et des méthodes différents.

Il y a aujourd'hui une certaine abondance d'ouvrages écrits par des scientifiques qui essaient de rétablir le contact de leur propre science avec les problèmes plus proprement humains, dans la ligne de ce qui a été appelé « la troisième culture ». Mais le résultat de ces essais a été assez souvent non pas une synthèse harmonieuse mais une sorte de bric-à-brac d'extrapolations assez confuses.

La synthèse, souhaitée et nécessaire, entre les sciences et les humanités, exige un travail rigoureux des spécialistes des deux bords, dans une collaboration sincère qui évite les extrapolations et les amalgames hâtives.

Dans ce domaine, la philosophie de la science est appelée à jouer un rôle irremplaçable : en effet, c'est l'analyse épistémologique qui permet de comprendre la nature et la portée des sciences, ainsi que de ses rapports avec d'autres domaines de la culture.

#### 4. La science au XXème siècle

Dès le commencement du XXème siècle, des événements se sont succédés dans les progrès des sciences, qui ont constitué de véritables révolutions, provoquant de nouvelles orientations dans la science mais aussi dans la philosophie de la science.

Nous examinerons les conséquences de ces révolutions scientifiques, avec une mention spéciale pour les aspects éthiques des progrès de la biologie.

##### 4.1.- Les révolutions scientifiques du XXème siècle

Le succès de la physique de Newton a été pendant des siècles extraordinaire, le paradigme de la connaissance scientifique réussie et certaine. Mais on a ressenti vers la fin du XIXème siècle le besoin d'introduire de nouveaux concepts pour expliquer certains phénomènes qui sortaient des cadres de la physique classique. La relativité et la mécanique quantique ont élargi énormément l'horizon de la physique. D'autres découvertes ont été faites plus tard, qui ont supposé de nouvelles révolutions dans le domaine de la biologie et dans l'ensemble de la science expérimentale.

###### a) La théorie de la relativité

La théorie de la relativité, l'un des succès les plus importants de l'histoire de la science, a été l'œuvre d'une seule personne, Albert Einstein (1879-1955), qui publia en 1905 sa théorie spéciale de la relativité et en 1915 celle de la relativité générale.

1905 : la relativité spéciale part de deux postulats :

- 1) La célérité de la lumière est une constante, indépendamment du mouvement de la source de lumière ou de l'observateur. Ce postulat était avalisé par les expériences d'Albert Michelson et Edward Morley (1881, 1887). Einstein en tira la conclusion que l'éther n'existait pas et par conséquent, il était impossible d'attribuer un caractère absolu à un mouvement : tout mouvement est relatif à un repère, d'où le nom de théorie de la relativité.
- 2) Les lois de la physique doivent présenter la même forme lorsqu'elles sont exprimées par rapport à deux repères, si ceux-ci se meuvent l'un par rapport à l'autre avec une vitesse constante (ce qui veut dire aussi une trajectoire en ligne droite).

A partir de ces deux postulats, Einstein arrive à une nouvelle formulation des lois de la mécanique, et obtient des conclusions révolutionnaires :

Les mesures des longueurs et des temps dépendent du repère dans lequel elles sont faites.

La masse n'est pas constante : elle dépend de la vitesse.

Il y a une équivalence entre la masse et l'énergie dans les transformations physiques ; cette équivalence a des conséquences importantes dans la physique atomique, et est à la base de l'utilisation de l'énergie atomique.

1915 : relativité générale : repères non galiléens

Einstein généralise sa théorie aux repères qui se déplacent les uns par rapport aux autres à des vitesses non constantes. La théorie est exposée dans un formalisme mathématique plus complexe. Elle fournit un outil pour l'étude de l'univers dans son ensemble et est utilisée par tous les modèles qui sont proposés par la cosmologie scientifique sur l'origine de l'univers.

Elle a permis d'expliquer certaines anomalies qui avaient été observées concernant le mouvement de Mercure. Et, chose plus surprenante, elle permit de prédire un phénomène qui n'avait jamais été observé auparavant : que la lumière serait déviée en présence d'un champ gravitationnel très fort. Lorsque cette prédiction presque incroyable fut vérifiée de façon expérimentale à l'occasion des expéditions organisées en 1919 par sir Arthur Eddington (1882-1944) au golfe de Guinée et au Brésil la célébrité d'Einstein devint extraordinaire.

La théorie de la relativité supposait la fin d'une période de plus de deux siècles pendant laquelle la conviction s'était répandue que la mécanique de Newton offrait le schéma fondamental et définitif de la structure de la nature. Des concepts tenus pour fondamentaux tels que l'existence de l'espace, du temps et du mouvement absolus s'effondraient alors que de nouvelles perspectives s'offraient comme un outil d'interprétation d'autres phénomènes importants.

Du point de vue de la philosophie de la science, la relativité venait ébranler la seule (ou presque) certitude qui restait : celle de la mécanique classique ! Même les théories les mieux vérifiées étaient donc susceptibles de révisions et de perfectionnements. Perfectionnements et révisions : La mécanique de Newton n'était pas pour autant rejetée ; elle est toujours utilisée dans de nombreux problèmes techniques. Il s'agit « seulement » de savoir qu'elle ne fournit pas de modèles acceptables pour étudier des phénomènes dans lesquels les vitesses en jeu ne sont pas négligeables par rapport à celle de la lumière (300.000 kilomètres par seconde). Pour des vitesses beaucoup plus petites les formules de la relativité aboutissent à celles de la mécanique classique.

Il faut signaler que « relativité » ne veut pas dire « tout est relatif » : on est toujours dans le domaine d'une science pleine de certitudes, rigoureuse, avec des lois déterministes, qui aboutissent à des résultats bien précis ; On souligne seulement que pour étudier le mouvement il faut préciser quel est le système de coordonnées que l'on prend comme repère et que les résultats peuvent être différents lorsqu'ils sont rapportés à des repères différents. Mais les résultats que l'on obtiendra dans chaque système sont bien déterminés, et l'on sait par ailleurs comment il faut passer d'un système à un autre.

La théorie de la relativité n'a rien à voir avec le relativisme ou le subjectivisme philosophiques.

#### b) La physique quantique

En 1900, Max Planck (1858-1947) établit que l'énergie n'est pas émise ni absorbée de façon continue, mais par des quantités discrètes, égales au produit de la fréquence de la radiation par une certaine constante (la constante de Planck). Cette constante occupe une place centrale dans toutes les explications des phénomènes de la physique atomique.

Planck ne prétendait révolutionner la physique ; il cherchait à résoudre un problème spécifique (la distribution d'énergie dans la radiation du « corps noir »). Mais on vit par la suite que son idée exigeait de reformuler toute la physique de l'atome et des particules sous-atomiques.

D'autres figures importantes du développement de la physique quantique sont :



Louis de Broglie (1892-1987) la dualité onde-corpuscule  
Niels Bohr (1885-1962) le modèle atomique  
Erwin Schrödinger (1887-1961) la mécanique ondulatoire  
Werner Heisenberg (1901-1976) le principe d'incertitude ou  
le théorème d'indétermination

La mécanique quantique suppose un pas de géant dans l'histoire de la physique. Mais il faut noter que l'on est très loin de ce qu'un bon positiviste pourrait appeler « observation directe ». Il y a eu dès le départ des désaccords entre les physiciens non seulement sur sa signification philosophique mais aussi sur sa valeur en tant que théorie scientifique. Einstein, par exemple, qui avait contribué de façon significative à ses premiers développements, et qui n'a jamais nié sa valeur, était insatisfait avec l'indéterminisme quantique et soutint pendant des années que l'on devrait pouvoir obtenir une nouvelle théorie plus large qui permettrait d'éliminer cet indéterminisme.

Les débats concernant la physique quantique continuent de nos jours. Personne ne met en cause son excellente valeur de prédiction. On discute si la théorie est définitive et si elle suppose l'existence réelle de l'indéterminisme et d'autres propriétés de la nature qui de toutes les façons sont loin d'être intuitives.

Dans l'ancien débat soutenu par Einstein (partisan du déterminisme) et Bohr (indéterministe) la balance semble pencher à la faveur de Bohr. Einstein, Podolsky et Rosen proposèrent un paradoxe à ce sujet (le paradoxe EPR, des initiales des noms des concepteurs). Des expériences effectuées par Alain Aspect et ses collaborateurs en 1982 semblent donner raison à Bohr contre Einstein.

Selon l'interprétation qui prévaut aujourd'hui, au niveau microphysique ne sont plus applicables certaines idées qui nous semblent « de bon sens » ; par exemple, il y aurait des connexions entre phénomènes qui, à un moment déterminé, ne peuvent pas se « communiquer » ou « interagir » entre eux physiquement : il s'agit de la « non-localisation » de la physique quantique, un peu dans le sens de « l'action à distance », dans la mesure où il y aurait des corrélations entre certains phénomènes qui devraient être indépendants en principe.

Ces discussions ont donné lieu à des interprétations philosophiques diverses, dont quelques-unes prétendent que la « non-localisation » du monde microphysique fournirait une nouvelle clé pour comprendre les dimensions métaphysiques de la nature. Dans tous les cas, il ne faut pas oublier que l'un des postulats qui sont à la base de ces interprétations est que la vitesse de la lumière établit une limite supérieure infranchissable.

c) La biologie moléculaire

La biologie moléculaire est l'un des domaines dans lesquels les progrès de la science ont été les plus forts à partir de la moitié du XX<sup>ème</sup> siècle ; ces progrès ont été rendus possibles par ceux qu'avaient connus la chimie et la physique. Les nouvelles connaissances ouvrent des possibilités extraordinaires pour agir sur les vivants.

L'un des grands pas a été la découverte de la structure de l'ADN par James Watson et Francis Crick (1953) : on pouvait désormais comprendre les mécanismes physiques qui interviennent dans les processus de conservation, de duplication, de modification et de transmission du matériel génétique. Les portes de la biotechnologie étaient ouvertes.

Dans la biologie moléculaire le concept d'information joue un grand rôle. L'information génétique est un ensemble d'instructions qui sont stockées dans l'ADN de chaque organisme, et qui guident son développement et l'ensemble des fonctions vitales. Il y a de nombreux processus biologiques qui manifestent l'existence et le stockage de l'information dans des structures spatiales, son déploiement dans de multiples processus ainsi que leur intégration unitaire ; on peut penser, par exemple, aux phénomènes de communication à l'intérieur de chaque cellule et entre des cellules différentes : des instructions nécessaires pour le bon fonctionnement de l'organisme sont transmises grâce à des processus physiques que l'on connaît de mieux en mieux, à travers de chaînes de « messagers » très efficaces.

Ces progrès présentent un grand intérêt philosophique. En premier lieu, le centre d'intérêt principal de l'épistémologie se déplace de la physique vers la biologie ; ce qui est logique, compte tenu de la plus grande complexité et richesse ontologique du vivant.

En deuxième lieu, le progrès de la physique avait tendance à souligner les causes efficientes au détriment des causes finales. L'insuffisance du mécanisme philosophique, qui pouvait survivre dans un horizon scientifique constitué de physique et chimie, devient plus évidente dès qu'on s'occupe du vivant : la biologie est le monde des tendances, de la finalité. La Philosophie de la Science est aujourd'hui plus intéressée par la biologie que par la mécanique. Les causes finales font leur rentrée.

#### d) La physique du chaos et de la complexité

Un autre domaine en ébullition est celui du chaos déterministe, qui est lié à la complexité, c'est-à-dire, à la formation de systèmes de plus en plus organisés.

Il s'agit d'un nouveau domaine scientifique qui s'occupe de phénomènes très différents et qui présente un grand intérêt parce qu'il cherche à comprendre l'existence et les caractéristiques des différents niveaux d'organisation qui existent dans la nature. De toutes les façons, il convient de signaler que le chaos et la complexité sont deux domaines différents, dont les relations sont

importantes. Les états complexes sont à la limite entre le comportement périodique prédictible et le chaos imprédictible.

Les études sur le chaos se sont développées à partir des travaux présentés par Edward Lorenz (1917-2008) en 1963 : Des équations donnent des résultats très différents si les conditions initiales sont très peu différentes ; les phénomènes représentés par ces équations prennent des développements imprévisibles, même si les lois qui les gouvernent sont déterministes. Lorenz parla de « l'effet papillon » : un battement d'ailes d'un papillon au Brésil pourrait provoquer une tornade au Texas. Lorenz travaillait justement dans le domaine de la météorologie.

La conclusion était qu'un système tout en suivant des lois physiques déterministes, peut présenter des évolutions strictement imprédictibles. On ne pourrait prédire la suite qu'en connaissant les conditions initiales avec toute la précision nécessaire ; or cela est impossible, selon le principe d'indétermination de Heisenberg. La belle théorie de Laplace (« Une intelligence qui, pour un instant donné, connaîtrait toutes les forces dont la nature est animée et la situation respective des êtres qui la composent... ») était définitivement enterrée.

En 1971, David Ruelle et Floris Takens publièrent un article célèbre sur les attracteurs étranges, dont l'attracteur de Lorenz serait un cas particulier.

Dans ces théories, on appelle chaos le comportement erratique de fonctions qui, tout en étant déterministes sont très sensibles aux conditions initiales. Il s'agit d'étudier des phénomènes apparemment aléatoires qui sont décrits par des équations déterministes. Des phénomènes de ce type sont fréquents dans la nature. Ils suivent donc des lois physiques déterministes mais produisent des effets incertains.

Les théories du chaos déterministe permettent aussi de comprendre comment, à partir d'une collection assez limitée d'éléments et de lois de base, peuvent se former des systèmes très variés.

Lors des dernières décennies on a accordé une importance croissante à l'étude de l'« auto-organisation » dont l'analyse peut être mise en rapport avec les concepts d'information, de potentialités et de directionnalité, concepts qui occupent une place centrale dans la philosophie de la nature.

#### e) L'informatique

Le concept d'information joue un rôle de plus en plus important dans la science (surtout, mais pas seulement, dans la biologie).

On l'utilise avec trois acceptions :

Communiquer une information, un message

Techniques pour transmettre et diffuser ces informations

Programme inscrit dans les structures naturelles et qui guident le fonctionnement (notamment des vivants). L'information génétique, physique, chimique.

La théorie de l'information s'occupe de l'étude scientifique du traitement et de la transmission de l'information.

L'informatique étudie ce domaine, y compris les ordinateurs, les télécommunications, la microélectronique et les programmes et instructions qui les font fonctionner. Il s'agit d'un domaine en forte expansion aux conséquences énormes, aussi bien conceptuelles que pratiques.

#### 4.2.- Ethique et biogénétique

On a déjà vu que si la biotechnologie n'en est qu'à ses commencements, elle permet déjà d'obtenir des résultats inimaginables il y a quelques décennies, et ouvre des perspectives extraordinaires.

On utilise des êtres vivants pour produire des aliments, des médicaments, des produits industriels. Quelques-uns de ces processus sont utilisés depuis des siècles : la fermentation du pain ou des boissons alcoolisées, par exemple. Les progrès les plus récents concernent spécialement l'« ingénierie génétique », qui manipule l'ADN des vivants à de fins différentes, qui vont de la production de médicaments à l'obtention de vivants par clonage.

Il est évident que l'ingénierie génétique soulève des questions éthiques dont la société commence à percevoir l'importance.

Dans ce domaine il est particulièrement important compter sur des principes éthiques adéquats ; autrement on pourrait perdre de vue que tout ce qui est techniquement faisable n'est pas forcément éthiquement admissible. Perdre de vue cet aspect de la question pourrait amener la société à des conséquences désastreuses. La biotechnologie offre des possibilités énormes dans le domaine de la santé ou de l'alimentation, mais elle pose aussi des défis éthiques graves.

C'est dans ce domaine, plus encore que dans celui de la physique atomique, que l'on voit que la science a le droit à faire valoir son autonomie légitime, mais elle doit être encadrée par des considérations éthiques que la science ne peut pas fournir.