

L'HISTOIRE DE LA PHYSIQUE

I- Généralité :

Les hommes ont toujours cherché à **comprendre le monde** dans lequel ils vivent et les **lois** qui le régissent. **Observation, interprétation et expérimentation** constituent le fondement même de la physique.

Si l'histoire de la physique est jalonnée d'erreurs, elle est aussi et surtout marquée par le génie de certains hommes. « Juchés sur les épaules de géants », selon les termes d'**Isaac Newton**, les chercheurs mettent à profit les découvertes de leurs prédécesseurs pour progresser dans leur connaissance du monde. C'est pourquoi **l'histoire de la physique est avant tout une formidable épopée humaine**.

C'est dans l'**Antiquité**, tout autour du bassin méditerranéen, que naissent dans l'esprit des philosophes les premières conceptions du monde et de la science d'aujourd'hui. D'Alexandrie à Athènes, en passant par Bagdad et Tolède, de grandes écoles et institutions diffusent les enseignements de **Thalès, Pythagore, Platon, Aristote, Archimède, Ptolémée**, etc.

Les **mathématiques** connaissent un premier développement fulgurant, tandis qu'en physique sont découverts les **effets électrostatiques de l'ambre** et les **propriétés magnétiques des aimants**. Les premières conceptions de la **matière** et de la **lumière** supposent, pour certaines, l'existence des **atomes** et des **photons**.

Mais c'est surtout la **mécanique** et l'**astronomie** qui connaissent un important développement. **Aristote**, qui encourage l'expérimentation en sciences, énonce les bases de la mécanique qui portera son nom (mécanique aristotélicienne). Il considère notamment que le mouvement d'un objet est rendu possible par la transmission, dans l'air et de proche en proche, d'une action extérieure. **Archimède** énonce le **principe fondamental de l'hydrostatique** (ou **principe d'Archimède**), selon lequel « tout corps plongé dans un fluide subit une poussée verticale, dirigée de bas en haut et égale au poids du fluide déplacé ».

En **astronomie**, les savants de l'Antiquité pensent que la Terre est le centre du monde, autour duquel tournent le Soleil et les autres planètes, portés par des sphères invisibles ou par un fluide immatériel qu'ils nomment **l'éther**. En se basant sur des observations astronomiques, **Ptolémée** perfectionne cette théorie en affirmant que les planètes sont également en rotation sur de plus petites orbites qu'il appelle **épicycles**. Les théories d'Aristote et de Ptolémée, bien que complètement fausses, sont acceptées par tous jusqu'au milieu du **XVI^e siècle**. Si ces théories erronées perdurent si longtemps, c'est en partie parce qu'elles ont l'appui de l'Église qui voit dans le système de Ptolémée un cadre théorique parfait, en accord avec les préceptes de la Bible.

En **1543**, l'astronome polonais **Nicolas Copernic** remet en cause le système de Ptolémée et propose un modèle dans lequel le Soleil est au centre de l'Univers, la Terre et les autres planètes tournant autour. **Johannes Kepler** formule les lois qui régissent le mouvement des planètes dans le système copernicien.

Galilée défend également la théorie de Copernic qui est en accord avec ses travaux sur les marées, mais il s'attire les foudres de l'Église. Contraint d'abjurer devant le tribunal de l'**Inquisition**, il aurait murmuré « et pourtant elle tourne », faisant référence au mouvement de la Terre autour du Soleil.

Sa contribution ne s'arrête pas là puisqu'il remet également en question la mécanique d'Aristote : pour lui, seuls les changements de vitesse, et non les mouvements uniformes, sont révélateurs d'une action extérieure. Il affirme par ailleurs que **tous les objets en chute libre subissent la même accélération**, si l'on néglige les frottements de l'air. Il est le premier à faire véritablement usage des mathématiques en physique.

Isaac Newton, considéré comme l'un des plus grands physiciens de l'histoire, se penche sur les travaux de **Galilée** et de **Kepler**. Grâce aux mathématiques notamment, il structure et formalise les connaissances de son époque en physique dans un ouvrage intitulé ***Philosophiæ naturalis principia mathematica*** (*Principes mathématiques de la philosophie naturelle*). Cette œuvre, publiée en 1687, reste un ouvrage de référence en physique.

Introduisant les notions de **masse**, de **force** et d'**inertie**, il énonce **les lois fondamentales de la mécanique**. Mais la plus grande découverte de **Newton** est celle de la loi de la **gravitation universelle**, qui explique aussi bien la chute des corps sur Terre que le mouvement des planètes du Système solaire (lorsqu'elle est combinée aux lois de la mécanique) : selon Newton, deux objets pourvus d'une masse exercent l'un sur l'autre une force, l'**attraction gravitationnelle**.

Newton travaille également sur la nature physique de la lumière et sur ses propriétés. Deux conceptions radicalement différentes s'opposent alors.

- **La première**, défendue par Newton et énoncée pour la première fois dans l'Antiquité, est

dite **corpusculaire** : la lumière est constituée de particules.

- **La seconde**, défendue par **Christiaan Huygens** et **René Descartes** (qui établit par ailleurs les

lois de la réfraction de la lumière), est dite **ondulatoire** : la lumière est une onde qui se propage dans l'éther. Les découvertes du **spectre lumineux** par Newton et des **interférences** par **Thomas Young** corroborent la seconde théorie. Elle restera la seule admise jusqu'au début du **XX^e siècle**.

L'œuvre de Newton, dans laquelle les mathématiques ont une grande importance, apparaît comme un modèle de rigueur et de méthode et donne une impulsion nouvelle à la physique. En effet, l'un des plus grands mérites de Newton, outre sa découverte des lois de la mécanique, est d'avoir vu que **les mêmes lois s'appliquent aussi bien aux planètes qu'aux objets**, signifiant de ce fait l'**universalité de la physique**. Bientôt se rejoignent des disciplines jusque-là étudiées séparément, comme l'électricité, le magnétisme et l'optique, ou encore la thermodynamique et la mécanique...

Au cours du **XVII^e siècle**, les scientifiques étudient les phénomènes électriques et magnétiques, connus depuis l'Antiquité à travers les propriétés de l'ambre jaune ou de la boussole, qui avait révolutionné par ailleurs la navigation à partir du **X^e siècle**. Ils imaginent pour cela de multiples instruments, observent les propriétés de la matière et en déduisent au **XVIII^e siècle** l'**existence des charges électriques, positives et négatives**.

En 1752, l'Américain **Benjamin Franklin** invente le **paratonnerre** et établit la nature électrique de la foudre. En 1785, le Français **Charles de Coulomb** énonce les **premières lois expérimentales et**

théoriques de l'électricité, tandis qu'en 1800 l'Italien **Alessandro Volta** invente la **première pile électrique**.

Le lien entre électricité et magnétisme est fait au **XIX^e siècle** par le physicien écossais **James Maxwell** : **l'électromagnétisme est né**. La nature électromagnétique de la lumière est alors établie. C'est une véritable révolution dans l'histoire de la physique : **la lumière est une onde électromagnétique**, qui naît des variations dans le temps et l'espace des champs électriques et magnétiques.

Avec la **révolution industrielle**, les hommes commencent à produire de très grandes quantités d'électricité dans des **centrales électriques** et lui trouvent de multiples applications, comme le **téléphone** (en 1876), la **lampe à incandescence** (en 1879) ou la **radio** (en 1895).

L'**hydrostatique**, développée notamment par **Archimède** dans l'Antiquité et par **Blaise Pascal** au **XVII^e siècle**, décrit le **comportement des fluides (liquides et gaz) au repos** et intègre les notions de **poussée**, de **pression**, etc. L'hydrostatique et la mécanique donnent naissance au **XIX^e siècle** à la **mécanique des fluides**, qui étudie indifféremment **les fluides au repos et en mouvement**. Ses applications seront nombreuses, dans l'industrie chimique notamment, puis en aéronautique, au cours du **XX^e siècle**.

Le **XIX^e siècle** est aussi marqué par la naissance de la **thermodynamique**, qui fait le lien entre la **chaleur** (créée par le mouvement microscopique des particules d'un gaz par exemple) et le **travail** (créé par leur mouvement macroscopique). **Julius Robert von Mayer** formule le **principe de conservation de l'énergie** : l'énergie totale d'un système isolé (c'est-à-dire qui ne reçoit ni travail ni chaleur de l'extérieur) est constante. **Sadi Carnot** décrit la transformation de la chaleur en travail et **Rudolf Clausius** imagine le concept d'**entropie**, grandeur physique qui représente le **désordre d'un système**, et qui ne peut qu'augmenter dans le cas d'un système isolé. Enfin, **William Thomson** (dit **lord Kelvin**) fixe une température limite, le **zéro absolu**, à l'origine d'une nouvelle unité de mesure de la température : le kelvin (de symbole K). Sur cette échelle de température, le zéro absolu (valeur théorique, impossible à atteindre) est égal à **0 K**, soit **- 273,16 °C**.

Par ailleurs, à la fin du **XIX^e siècle**, le physicien **Joseph John Thomson** met en évidence les électrons et prouve ainsi que les atomes ne sont pas indivisibles, mais composés de particules plus petites. En **1911**, le physicien britannique **Ernest Rutherford** décrit la structure d'un atome et la compare à celle d'un système solaire : au centre se trouve le noyau, autour duquel gravitent les électrons. Parallèlement, la chimie permet d'identifier les **atomes (les éléments chimiques) et d'étudier leurs propriétés** : la **matière** est ainsi disséquée en atomes et **molécules**, assemblages plus ou moins complexes d'atomes.

James Maxwell et **Ludwig Boltzmann** appliquent les lois de la mécanique et des probabilités au comportement des atomes et des molécules, afin d'expliquer et de prévoir le comportement thermodynamique des corps : ainsi naît la **mécanique statistique**, qui ouvre la voie à de nouvelles applications comme la **supraconductivité** (phénomène observé sur certains métaux qui n'opposent plus de résistance au passage d'un courant électrique lorsqu'ils sont refroidis à très basse température).

Au début du **XX^e siècle**, les scientifiques pensent avoir découvert l'essentiel des lois de la physique. Mais certains phénomènes ne peuvent toujours pas être expliqués, comme par exemple **l'effet photoélectrique** au cours duquel un métal, soumis à un rayonnement lumineux de longueur d'onde particulière, émet des électrons. **Albert Einstein** et **Max Planck** démontrent l'existence de petites quantités indivisibles d'énergie ou de matière : les **quanta**. La lumière en particulier, qui conserve par

ailleurs un comportement ondulatoire, est constituée de particules d'énergie fixe : les **photons**. Einstein découvre également que **la vitesse de la lumière dans le vide est constante** (soit environ **300 000 km/s**), quel que soit le repère dans lequel elle est mesurée. Ceci implique notamment que le temps ne s'écoule pas de la même façon pour deux observateurs en mouvement l'un par rapport à l'autre, et que les dimensions apparentes d'un objet ne sont pas les mêmes pour l'un et l'autre.

Einstein établit également l'**équivalence entre masse et énergie**, grâce à sa célèbre formule : **$E = mc^2$** , c étant la vitesse de la lumière et E l'énergie d'un corps de masse m . Einstein étend sa théorie de la relativité aux phénomènes gravitationnels : c'est la **relativité généralisée**. La **cosmologie**, qui étudie l'ensemble de l'Univers, trouve en elle un cadre théorique pertinent, qui permet notamment d'expliquer de nombreux phénomènes observés, comme la déviation des rayons lumineux aux alentours d'étoiles massives.

En ce début de **XXI^e siècle**, plusieurs axes de recherche sont particulièrement actifs et prometteurs. En physique des particules, les physiciens s'attachent à réussir l'**unification des quatre forces fondamentales** par une théorie de **supersymétrie** ou d'un autre type. Du côté expérimental, cela consiste notamment à détecter une particule hypothétique, appelée **boson de Higgs** ; c'est l'objectif principal du gigantesque accélérateur de particules (baptisé **LHC** pour Large Hadron Collider) du **CERN** de **Genève**.

En **astrophysique**, les deux principales énigmes sont :

- **le problème de la masse manquante de l'Univers** : on connaît seulement **5 à 10 %** de la masse totale de l'Univers (**étoiles, galaxies**, etc.) ; tout le reste, soit environ **90 %** du contenu de l'Univers, est encore sous forme inconnue ;
- **l'énigme des premiers instants du big bang** : selon la théorie du big bang (théorie la plus en accord avec les observations), l'Univers serait né il y a environ **15 milliards d'années** dans une explosion inimaginable, qui aurait provoqué son expansion ; ce qu'il s'est passé juste après cette explosion et ce qu'il y avait avant cette explosion restent pour l'instant un mystère complet.

Un autre grand défi scientifique de ce siècle est la **production d'électricité à partir d'énergie thermonucléaire**. Si l'on parvenait à reproduire sur Terre les réactions de fusion thermonucléaire qui ont lieu au centre du Soleil, les hommes disposeraient d'**une source d'énergie presque inépuisable**. Les espoirs d'utiliser un jour cette source d'énergie reposent sur la construction du réacteur expérimental **ITER** (International Thermo nuclear Experimental Reactor) — projet international réunissant l'**Europe**, la **Russie**, le **Japon**, la **Chine**, la **Corée du Sud**, le **Canada** et les États-Unis. Toutefois, la production d'électricité à partir d'un réacteur de ce type n'est envisagée qu'à l'horizon de la fin du **XXI^e siècle**.