

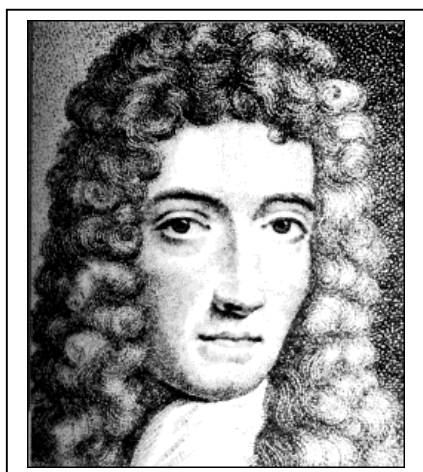
6 . LA CHIMIE

6.1. La chimie avant Lavoisier

Le médecin suisse Paracelse,¹ qui se définit comme le prince des alchimistes, préconise d'utiliser l'alchimie dans le domaine de la médecine. En ce qui concerne la transmutation des métaux, il pense que seule la nature peut réaliser cette opération au sein de la Terre².

Sa théorie est basée sur les quatre éléments des grecs et trois principes : le soufre et le mercure, introduits au moyen âge, auxquels il ajoute le sel. Pour Paracelse : *''Lors de la combustion, le mercure élément actif, s'échappe, le soufre assure la combustion et le sel est ce qui reste, les cendres''*³.

Van Helmont⁴ pense que l'alchimie permet de découvrir tous les secrets du monde dans lequel nous vivons. Au cours de ses expériences, il attache une grande importance aux mesures, notamment aux pesées.



Robert BOYLE



Georg Ernst STAHL



Antoine LAVOISIER

Il découvre, à partir de ses études sur la combustion, un corps aéiforme autre que l'air⁵, qu'il appelle *esprit⁶ sylvestre* (gaz carbonique). Il est à l'origine du mot gaz qui proviendrait, selon Lavoisier, du terme néerlandais *ghoast* qui signifie esprit.

Boyle⁷ rejette la théorie des quatre éléments d'Aristote et propose une théorie mécaniste : la matière est composée de vide⁸ et de particules en mouvement.

¹ Philippus von Hohenheim dit Paracelse (1493/1541) est un médecin et alchimiste suisse.

² On retrouve l'idée d' Ibn Sina (Voir Ch III § 1.5)

³ Bensaude page 36.

⁴ Jean Baptiste Van Helmont (1577/1644) : chimiste et médecin belge.

⁵ La découverte d'un gaz autre que l'air est l'une des plus importante de la chimie. *'' Esprit sylvestre ''* signifie esprit sauvage.

⁶ Esprit : *Terme générique pour désigner les alcools, les acides et les parties volatiles d'un corps.* Fauque : Lavoisier Ed. Vuibert 2003 . (Lexique, page 215)

Esprit de vin : alcool, *esprit de sel* : acide chlorhydrique, *esprit sylvestre* : gaz carbonique.

⁷ Robert Boyle (1627/1691) physicien et chimiste britannique.

⁸ Les expériences de Torricelli et de Otto Von Guericke (hémisphères de Magdebourg) prouvèrent l'existence du vide contrairement à ce que pensait Aristote.

Cette hypothèse lui permet d'aboutir à la loi qui porte son nom⁹ (loi de Boyle-Mariotte).

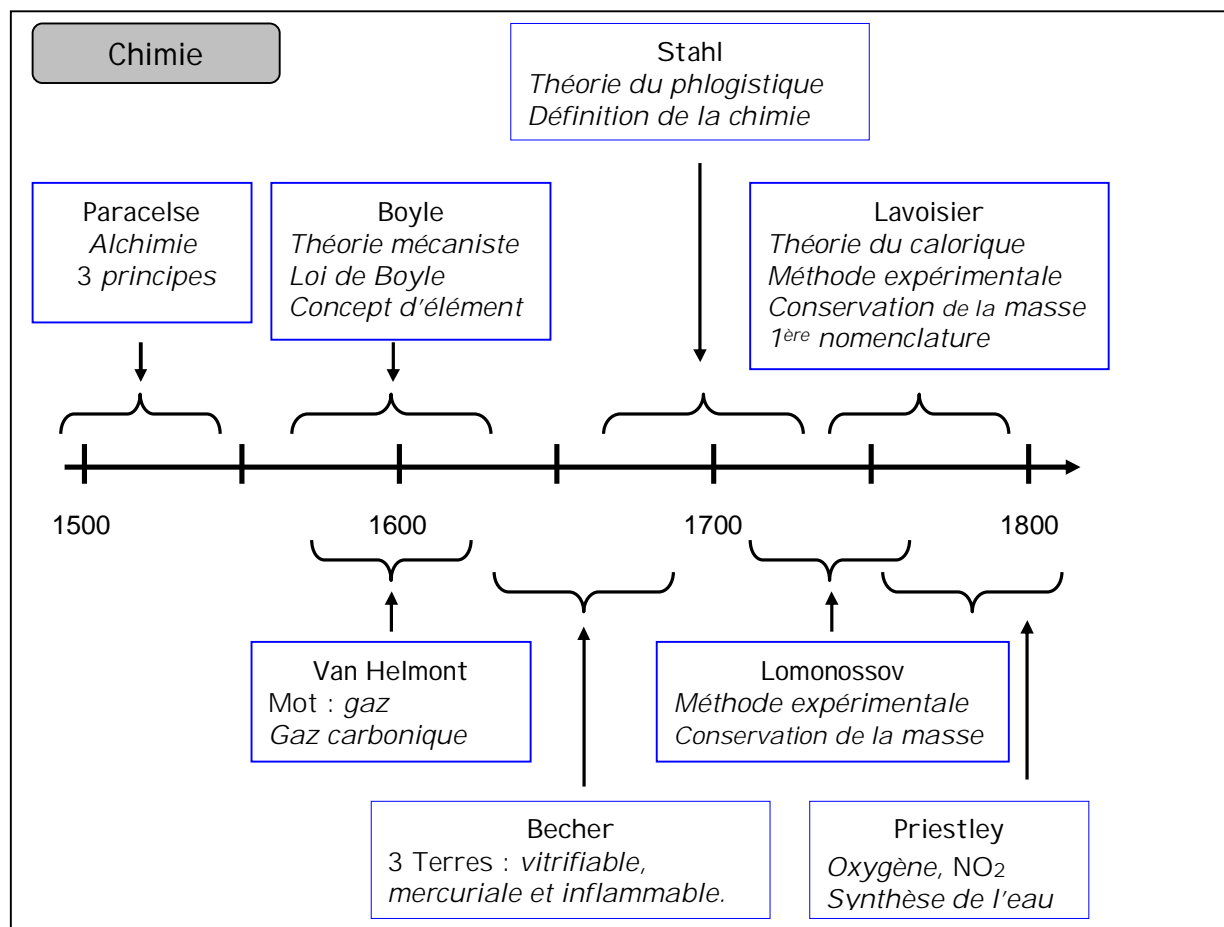


Figure IV. 10 *Évolution des connaissances en chimie de 1500 à 1800*

Boyle enlève toute matérialité au feu¹⁰ et devient le premier savant à se détacher complètement de l'alchimie. Dans son livre intitulé "*The sceptical chymist*", il introduit les concepts d'*élément*¹¹ et de *composé*. Il décrit les éléments comme des substances homogènes qui, en se combinant, forment des *corps composés*.

A la même époque, le médecin anglais John Mayow invente la cuve à eau qui permet de recueillir les gaz qui se dégagent au cours d'une réaction chimique.

Avec Becher (1635-1682), on assiste à un retour à l'alchimie. Il considère trois espèces de Terre : vitrifiable, mercuriale et inflammable. Les corps

⁹ Robert Hooke (Voir § 4.1), assistant de Boyle, a construit une pompe à vide très performante qui lui a permis d'étudier, avec Boyle, la variation du volume d'un gaz en fonction de sa pression à température constante (Loi de Boyle-Mariotte)

¹⁰ Rappelons que, dans l'antiquité, Théophraste avait émis la même opinion en ce qui concerne le feu

¹¹ Ce sont des *éléments chimiques* qui diffèrent des *éléments* d'Empédocle et d'Aristote. Boyle écrit à ce sujet: "Quel que soit le nombre des éléments, on démontrera peut être un jour qu'ils consistent dans des corpuscules insaisissables, mais de forme et de grandeur déterminées, et que c'est de l'arrangement et de la combinaison de ces corpuscules que résulte une multitude de composés complexes". Cité dans De La Cotardière : p 319

combustibles et les métaux renferment ces trois types de terre, lors de la combustion la terre inflammable se dégage.

Georg Ernst Stahl (1660/1734), adepte des idées de Becher, introduit la théorie du phlogistique selon laquelle la chaleur est constituée d'une substance responsable de la combustion, le *phlogistique*. Ce dernier correspond à la *terre inflammable* de Becher. Tous les matériaux inflammables contiennent du *phlogistique*, qui est dégagé lors de la combustion et entraîne une perte de masse.

Stahl publie un ouvrage en 1723 intitulé "*Les fondements de la chimie*", où il donne une définition de la chimie : C'est une science dont le but est de décomposer un corps en éléments simples (analyse) et de procéder à leur recombinaison (synthèse)

En Russie, Lomonossov¹² ouvre la voie à la chimie moderne en optant pour la méthode expérimentale :

Celui qui veut faire des expériences physico-chimiques doit se servir de poids et mesures¹³.

Il énonce, avant Lavoisier, le principe de la conservation de la masse

Tous les changements ayant lieu dans la nature sont tels que tout ce qui est enlevé à un corps s'ajoute à un autre¹⁴.

En Angleterre, Henry Cavendish (1731/1810) utilise la cuve à mercure et découvre un nouveau gaz : l'air inflammable (l'hydrogène) et Joseph Priestley (1739/1804) d'autres gaz : l'air nitreux (NO_2), l'air alcalin (ammoniac) l'air déphlogistiqué (oxygène) ce qui montre qu'il est resté attaché à la théorie du phlogistique de Stahl. Priestley réussit la synthèse de l'eau en faisant exploser, dans une bouteille à l'aide d'une étincelle, un mélange d'air déphlogistiqué (O_2) et d'air inflammable (H_2).

Le chimiste suédois Carl Wilhem Scheele (1742/1786) découvre le chlore, le molybdène, le tungstène. Il remarque que le graphite est une forme de carbone. Il réussit à produire l'acide fluorhydrique, l'acide cyanhydrique et la glycérine.

6.2. Lavoisier.

En 1783, Lavoisier¹⁵ réfute la théorie du phlogistique et montre, à partir d'expériences sur du soufre, de l'étain, du plomb, qu'après la combustion de ces éléments, la masse des résidus augmente.

¹² Mikhaïl Lomonossov (1711/1765) savant russe, il fonde en 1755 l'université de Moscou.

¹³ Cité dans Sénéchal page 136.

¹⁴ Cité dans Sénéchal page 137.

¹⁵ Antoine Laurent de Lavoisier (1743-1794) est un chimiste français, il est considéré comme le fondateur de la chimie moderne. Lavoisier meurt sur l'échafaud, après la révolution française, pour avoir exercé les fonctions de "fermier général" (collecteur d'impôts). Lagrange dira " Il ne leur a fallu qu'un moment pour faire tomber cette tête et cent années, peut-être, ne suffiront pas pour en reproduire une semblable".

Il introduit le concept de *calorique*, fluide impondérable qui s'écoule d'un corps chaud vers un corps froid. Antoine Lavoisier explique les changements d'état de la matière par l'action de ce fluide :

le passage des corps de l'état solide à l'état liquide, de l'état liquide à l'état aériforme *est dû* à un fluide très subtil qui s'insinue à travers les molécules¹⁶ de tous les corps et qui les écarte.

Ce fluide éminemment élastique est la cause de la chaleur.... La chaleur sensible n'est que l'effet produit sur nos organes par le passage du calorique.¹⁷

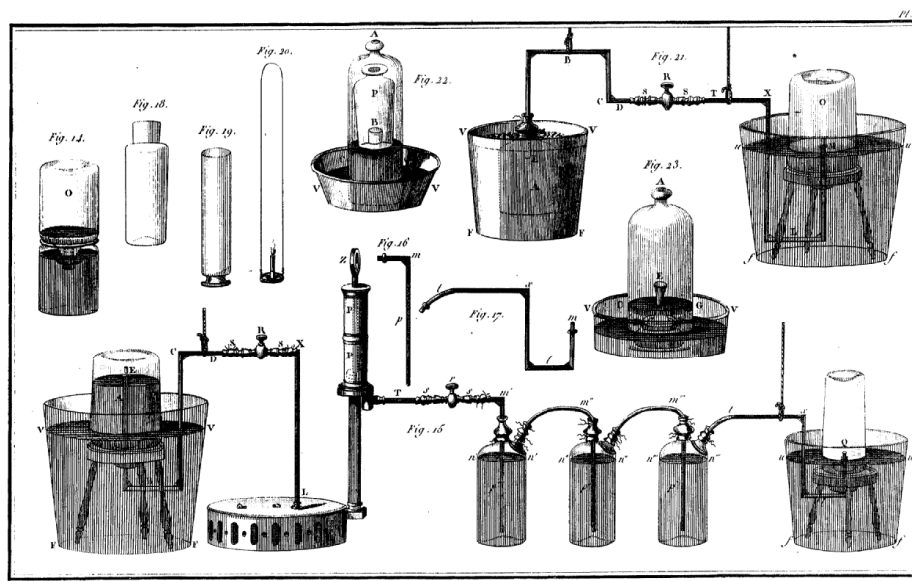


Figure IV. 11 Instruments utilisés par Lavoisier
Lavoisier : *Opuscules physiques et chimiques* Gallica BNF

Source gallica.bnf.fr / Université de Paris Sud 11

En 1798 Le comte de Rumford¹⁸ écrit un article¹⁹ où il rejette la théorie du calorique et émet l'idée que la chaleur peut être obtenue à partir d'une opération mécanique, le forage d'un métal par exemple²⁰.

¹⁶ Il s'agit ici de particule, le concept de molécule n'est pas encore bien défini. Une vingtaine d'années après la mort de Lavoisier, Thénard écrit, dans son traité de chimie de 1816, que *la matière est formée de particules qu'on appelle indifféremment corpuscules, atomes ou molécules*. La distinction entre atome et molécule est due au chimiste italien Stanislas Cannizzaro en 1858 (Congrès de Karlsruhe)

¹⁷ Lavoisier : " *Traité élémentaire de chimie* " 1864

¹⁸ Benjamin Thompson, comte de Rumford (1753-1814) physicien américain, il vécut en Bavière puis en France où il épousa la veuve de Lavoisier.

¹⁹ Benjamin count of Rumford : *An Inquiry concerning the Source of Heat which is excited by Friction*. Philosophical Transactions Vol 88 pages 80-102 (1798)

²⁰ C'est en observant le forage des canons, dans les ateliers de l'arsenal de Munich, qu'il remarque l'énorme quantité de chaleur qu'acquiert le métal lors de cette opération. Intéressé par ce curieux phénomène, il procède alors à quatre expériences. Au cours de l'une d'elles le dispositif est plongé dans de l'eau. Il réussit alors à faire bouillir une grande quantité d'eau froide sans avoir recours au feu. La source de chaleur, qui intervient dans ces expériences, est inépuisable et se maintient tant que dure l'opération mécanique. Elle ne peut donc être fournie par une substance qui existe à l'intérieur des corps en présence, car elle finirait par s'épuiser. La transformation d'une *énergie mécanique* en chaleur (*énergie calorifique*) apparaît clairement dans les travaux de Rumford.

A partir des nombreux travaux de Lavoisier, on peut dégager deux thèmes :

- L'oxydation des métaux et la réduction des oxydes d'une part,
- puis l'analyse et la synthèse de l'eau d'autre part.

Avec Lavoisier, la chimie devient une science exacte basée sur la méthode expérimentale : Il mesure les masses avec les balances les plus précises de l'époque, la balance de Mégnie est sensible à cinq milligrammes pour une portée de 600 grammes. Pour la mesure des volumes, il utilise la cuve à eau et la cuve à mercure et, pour relever les températures et les pressions, il fait construire des appareils par les meilleurs artisans. Ses dispositifs expérimentaux, composés de verrerie, de fourneaux, de pompes pneumatiques etc., sont montés avec beaucoup de soin pour éviter toute fuite²¹.

La précision des mesures, qu'il obtient au cours de ses expériences, l'amènent à énoncer le *principe de la conservation de la masse*²².

Éléments chimiques connus à la fin du XVIIIe siècle.

Éléments connus dans l'antiquité et au moyen âge

Antimoine ,	Argent,	Arsenic,	Carbone,	Cuivre,	Étain,
Fer,	Mercure,	Or,	Plomb,	Soufre,	Zinc.

Éléments découverts aux temps modernes

Azote,	Bismuth,	Chlore,	Cobalt,	Hydrogène,	Manganèse,	Molybdène,
Nickel,	Oxygène,	Phosphore,	Platine,	Tellure,	Tungstène.	

Puis à la fin du XVIIIe siècle

Béryllium,	Chrome,	Strontium,	Titane,	Uranium,	Yttrium,	Zirconium
------------	---------	------------	---------	----------	----------	-----------

N.B : En 1869, Mendeleïev recense 70 éléments et en 2012 on compte 118 éléments naturels.

En 1787, il met en place, avec la collaboration de Morveau et Fourcroy²³ une nouvelle nomenclature de la chimie²⁴. Il donne à chaque substance un nom :

Le vitriol devient	l'acide sulfurique,
l'eau forte	l'acide nitrique,
l'air déphlogistiqué	l'oxygène,
l'air inflammable	l'hydrogène etc..

²¹ Les joints en caoutchouc n'existaient pas à l'époque. Lavoisier utilisait une pâte, le *lut*, dont la composition est décrite dans son "*Traité de chimie*".

²² Le principe de la conservation de la masse sera remis en cause par la théorie de la relativité, c'est l'énergie qui est conservée. (Cours de Relativité L3). Néanmoins, au cours des réactions chimiques, la perte de masse est tellement faible qu'elle ne peut pas être décelée par les balances. Par contre, il faut en tenir compte dans les réactions nucléaires.

²³ Guyton de Morveau et Fourcroy, chimistes français, furent parmi les fondateurs de l'Ecole Polytechnique de Paris.

²⁴ Essai de nomenclature chimique

7. LA TECHNOLOGIE.

7. 1. La machine à vapeur.

Au moyen âge, on ne disposait que des énergies éolienne et hydraulique, au dix-huitième siècle, on a pu, pour la première fois, transformer, grâce à la machine à vapeur, l'énergie thermique en énergie mécanique exploitable.

La première machine à vapeur remonte à l'antiquité²⁵. Mais la machine d'Héron n'avait aucune application pratique. De même, au XVII^{ème} siècle la machine de Denis Papin ne servait qu'à actionner des jets d'eau.

En 1712 Thomas Newcomen et John Cawley fabriquent une machine à piston qui sera utilisée, en Angleterre, pour pomper l'eau dans les mines de charbon. Les performances de cette machine seront améliorées par James Watt en 1769.

La machine à vapeur sera utilisée, au XIX^{ème} siècle, dans l'industrie textile, puis dans les transports maritimes et ferroviaires.

La première ligne de chemin de fer entre Manchester et Liverpool date de 1829. Les premiers bateaux à vapeur ont commencé, dès le XVIII^{ème} siècle, à naviguer sur les lacs et sur les rivières, ils étaient propulsés par des roues à aubes. Puis on construisit, au siècle suivant, des bateaux à hélice pour la navigation maritime.

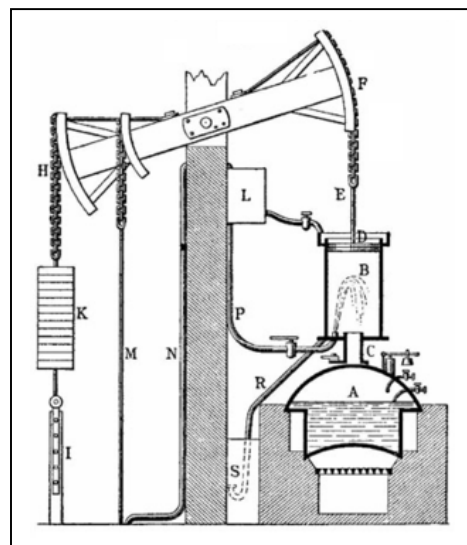


Figure IV. 12 Machine de Newcomen

7. 2. L'industrie textile.

Des techniques de fabrication des tissus (cardage, filage et tissage) ont été inventées par les anciennes civilisations de l'antiquité et ont été perfectionnées au cours de l'histoire. Mais ce n'est qu'au dix-huitième siècle que l'industrie textile a pris naissance. En 1668 Richard Arkwright met au point une machine à filer mécanique et Edmund Cartwright invente en 1785 le premier à tisser mécanique. Son rendement reste cependant le même que celui du métier à tisser manuel.

L'industrie textile prendra son véritable essor au dix-neuvième siècle, avec l'utilisation de la machine à vapeur, des milliers d'artisans tisserands se retrouvent sans travail.

7. 3. La métallurgie.

Les premières techniques de la métallurgie remontent à la préhistoire. Elles ont été améliorées, durant l'antiquité et le moyen âge, pour la fabrication d'objets à usage civil et militaire (scies, ciseaux, épées, arquebuses, canons..).

²⁵ Voir Ch. II, § 5.

Les progrès réalisés, au cours des temps modernes, dans le domaine de l'exploitation minière et du traitement des minerais, grâce à la construction des premiers hauts fourneaux, ont permis la mise en place d'une industrie métallurgique.

Au dix neuvième siècle, la fabrication de machines outils métalliques²⁶, et l'utilisation de la vapeur comme source d'énergie, vont être à l'origine de la première *révolution industrielle*.

Remarque : Aucun des outils et dispositifs techniques, inventés depuis l'antiquité, n'a disparu. Ils ont, certes, été perfectionnés mais ils n'ont pas été abandonnés. On utilise, jusqu'à présent, des outils tels que la scie, le couteau, le rabot, le vilebrequin, la vis sans fin, la roue dentée etc..

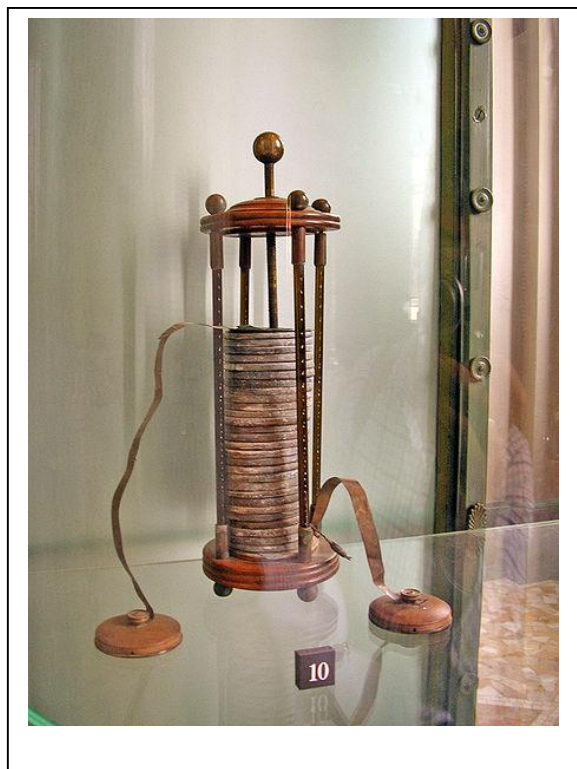
De même, on retrouve, dans les dispositifs modernes, l'arbre à cames, le cardan, les systèmes cylindre-piston, bielle-manivelle, etc..

²⁶ Rappelons que jusqu'à cette époque, les machines étaient en bois. (Voir Ch. III, § IV)

Annexe V .

L'AN 1800 : LA PILE DE VOLTA.

A la fin du dix huitième siècle, en l'an 1800, le savant italien Alessandro Volta invente la pile²⁷ qui porte son nom. Les expérimentateurs disposent désormais d'une source d'électricité qui leur permet d'obtenir des courants électriques permanents.



Figures IV. 13 : A gauche : la pile de Volta
A droite : Alessandro Volta (1745-1827)

Jusqu'à cette époque, ils se servaient de la bouteille de Leyde qui, comme tout condensateur se décharge très rapidement. Les conséquences de cette invention sont énormes en physique, en chimie et en technologie. En 1810, H. Davy écrit :

*" La pile a retenti pour les expérimentateurs comme une sonnette d'alarme à travers toute l'Europe".*²⁸

En chimie

Les phénomènes d'électrolyse, inconcevables sans cette pile, allaient permettre aux chimistes, notamment Davy et Berzélius, de découvrir de nouveaux éléments chimiques tels

²⁷ La pile de Volta est constituée par un empilement de disques de cuivre, d'étain et de carton imbibé d'une solution aqueuse de sel. Ces disques sont empilés comme suit : le cuivre, le carton, l'étain, le cuivre, le carton, l'étain etc. Le cuivre est séparé de l'étain par le carton imbibé, mais l'étain est en contact direct avec le cuivre. Faraday expliquera le principe de fonctionnement de cette pile.

²⁸ Cité dans Bensaude (page 144).

que l'iode, le brome, le sodium, le potassium, le calcium, le magnésium, le sélénium, le silicium etc...

Les lois qui régissent ces phénomènes d'électrolyse sont données en 1834 par Michael Faraday.

En physique.

A la fin du dix huitième siècle, l'électricité et le magnétisme apparaissent comme des phénomènes relevant de deux disciplines différentes²⁹. Ces dernières vont être unifiées grâce à la pile de Volta. En effet la pile va permettre au physicien danois Christiaan Oersted de mener des expériences qui montrent qu'une aiguille aimantée est déviée sous l'effet d'un courant électrique³⁰.

Cette expérience signe l'acte de naissance de *l'électromagnétisme*.

La nouvelle de cette découverte se répand à travers toute l'Europe. Des savants répètent l'expérience à Genève, à Paris à Londres et tentent de l'expliquer. En Angleterre, Davy vérifie qu'un aimant agit sur un fil parcouru par un courant électrique et Faraday découvre l'action révolutionnaire de la force d'Oersted (Rotation d'un aimant autour d'un courant)

En France, les travaux, entrepris par Ampère³¹ suite à l'expérience d'Oersted, lui permettent d'apporter une contribution inestimable au développement de l'électromagnétisme.

Il introduit le concept de "*courant électrique*" et montre que la pile et le fil conducteur sont traversés par un même courant et forment un "*circuit électrique*". . Jusqu'à ce moment, on pensait que la pile se déchargeait à travers le conducteur comme une bouteille de Leyde.

"L'action électromotrice se manifeste par deux sortes d'effets : J'appellerai le premier la tension électrique et le second courant électrique."

Il définit le sens de parcours du courant dans le circuit électrique à partir du phénomène d'électrolyse de l'eau. C'est ce courant qui est responsable du phénomène d'électrolyse et non pas la "*différence de tension*" des deux extrémités de la pile. C'est lui aussi qui agit sur l'aiguille aimantée dans les expériences d'Oersted. Il introduit alors la règle dite du "*bonhomme d'Ampère*" qui donne la direction et le sens de la force qui s'exerce sur l'aiguille aimantée. Il se propose de construire un appareil, basé sur ce phénomène, pour mesurer un courant électrique : "*Pour distinguer cet instrument de l'électromètre³² ordinaire, on doit lui donner le nom de galvanomètre*". A partir de ces travaux, Ampère propose une théorie du magnétisme qui fait intervenir des courants électriques circulant dans la matière.

Toutes ces lois, ainsi que celles de l'induction électromagnétique découvertes par Faraday et Henry, vont permettre au physicien James C Maxwell d'élaborer une théorie complète de l'électromagnétisme basée sur le concept de champ³³. Cette théorie a été vérifiée expérimentalement par Hertz et a donné naissance aux ondes hertziennes.

En outre la théorie de Maxwell a unifié l'optique et l'électromagnétisme en mettant en évidence la nature ondulatoire de la lumière.

En technologie

La technologie a largement bénéficié de toutes les découvertes scientifiques qui ont abouti à la théorie électromagnétique de Maxwell, notamment dans le domaine de l'électrotechnique et des télécommunications.

En 1871 Zénobe Gramme³⁴ construit la première machine électrique à courant continu.

²⁹ Les recherches menées durant ce siècle ont abouti à une loi d'interaction entre deux charges électriques (Priestley 1771) similaire à la loi de la gravitation de Newton et une autre qui donne les forces qui s'exercent entre deux "*charges magnétiques*" (Coulomb 1785)

³⁰ Oersted H.C: *Expérience sur l'effet du conflit électrique sur l'aiguille aimantée* Ann. Chim. Phys 14-417-25. (1820)

³¹ Ampère A.M. *Théorie mathématiques des phénomènes électrodynamiques uniquement déduite de l'expérience*. Ed.. Firmin Didot (1827) Réédité par Jacques Gabay 1990

³² Cet appareil indique la "tension" entre les deux extrémités d'une pile.

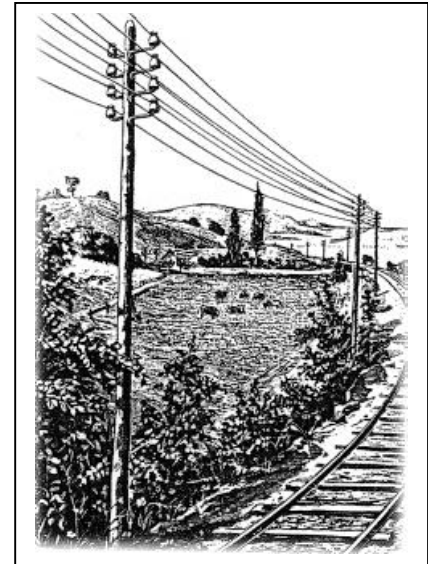
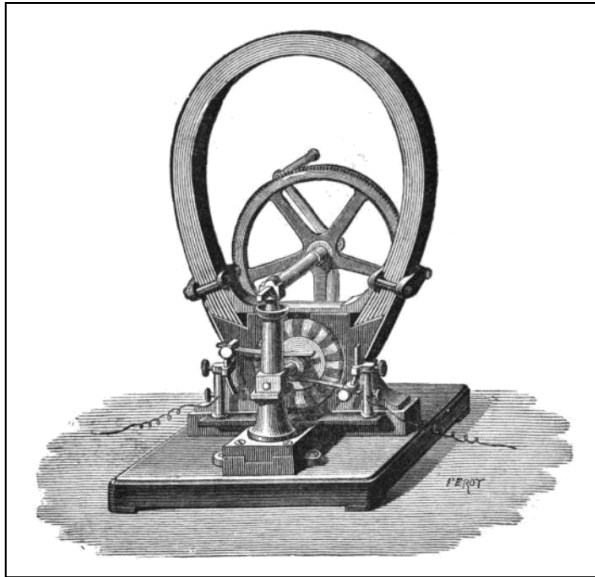
³³ La théorie de Newton est basée sur le concept de force, voir le *cours d'électricité* L2 Aït Gougam et al : site usthb.dz faculté de physique.

³⁴ Zénobe Gramme (1826-1901) inventeur autodidacte belge.

Puis avant la fin du dix neuvième siècle, on voit apparaître les machines à courant alternatif (alternateurs, transformateurs, moteurs).

Les machines électriques tournantes, qu'elles soient à courant continu ou à courant alternatif, sont réversibles. Elles peuvent fonctionner en génératrice ou en moteur. On dispose alors d'une nouvelle source d'énergie : *l'énergie électrique*.

L'invention des machines électriques et du moteur à explosion va donner naissance à la seconde révolution industrielle.



Figures IV. 13 : à droite : Dynamo de Gramme (1871).

à gauche : Ligne télégraphique le long d'une voie ferrée (1845).

En ce qui concerne les télécommunications électriques³⁵, le premier télégraphe est dû à Samuel Morse³⁶ (1838). En Europe et aux Etats Unis d'Amérique, les lignes télégraphiques étaient placées le long des voies ferrées³⁷.

La découverte des ondes hertziennes va permettre de développer, au cours du vingtième siècle, les transmissions sans fil (radio, télévision, radar etc..).

³⁵ Auparavant, on utilisait essentiellement des procédés optiques : signaux de fumée et signaux lumineux.

³⁶ Samuel Morse (1791-1872), inventeur américain.

³⁷ Au milieu du XIX^{ème} siècle, il y eut un bouleversement considérable dans le mode de vie des hommes qui, jusqu'à cette époque, avait peu changé depuis l'antiquité. Au début de ce siècle, les armées de Napoléon se déplaçaient à pied ou à cheval pour faire le trajet Paris-Moscou de la même façon que celles d'Alexandre le Grand, vingt siècles plus tôt, lorsqu'elles sont arrivées en Inde. Les modes de communication étaient pratiquement identiques. Une cinquantaine d'années plus tard, lors de la guerre de 1870, les troupes prussiennes étaient envoyées en France par le chemin de fer et les lignes du télégraphe étaient déjà installées.

ANNEXE VI

Interaction entre science & société.

1°) Influence de la société sur la science.

Ce cours a montré que la science n'a pu évoluer que dans une société prospère (mais dont la richesse est acquise par le travail), tolérante, ouverte aux idées nouvelles, et qui manifeste du respect envers le savoir.

En voici quelques exemples :

Dans la *Grèce antique* la science a atteint les sommets, d'abord à Milet et dans les cités ioniennes, villes florissantes de la Méditerranée, puis à Athènes berceau de la démocratie et enfin à Alexandrie ville commerçante célèbre par sa bibliothèque, son musée et sa société cultivée³⁸.

En Pays d'Islam, au *moyen âge*, l'âge d'or de la science arabe eut lieu lorsque des savants d'origines et de confessions diverses étaient estimés et honorés, par des dynasties éclairées et une société tolérante.

Enfin, dans un troisième exemple, nous allons comparer, au début des "*temps modernes*" deux pays européens, l'Espagne et les Pays Bas. Cette nation était sous la domination de l'Espagne jusqu'en 1581 date à laquelle elle proclama son indépendance³⁹.

Aux XVI^{ème} et XVII^{ème} siècles, l'Espagne était le pays le plus riche d'Europe grâce à l'afflux des métaux précieux (or, argent) provenant de ses colonies d'Amérique. Mais l'or, au lieu d'enrichir les espagnols, les appauvrit plutôt. Avec cette "richesse", ils se crurent dispensés de travailler. En effet

"Isabelle de Castille et Ferdinand d'Aragon venaient d'expulser les juifs et les musulmans, qui formaient sans doute l'élément le plus laborieux et le plus industriel de la population. Pour se procurer le nécessaire, les espagnols durent faire de grands achats au dehors. L'or et l'argent ne firent ainsi que passer entre leurs mains pour aller enrichir ouvriers et marchands étrangers."⁴⁰

En outre ces rois instaurèrent, en 1478, le "tribunal de l'inquisition" dont le rôle était de persécuter tous les espagnols non catholiques et de condamner tout savant qui professait une idée contraire aux saintes écritures. L'inquisition n'a été abolie, en Espagne, qu'en 1834.

A la même époque, les Pays Bas, qui venaient de se libérer de la domination espagnole, s'enrichirent grâce au commerce et au travail : une grande partie de leurs terres agricoles furent gagnées sur la mer. En outre, aucun livre, aucun journal n'était soumis à la censure (Voir Ch. IV, § I).

On peut alors comprendre les raisons pour lesquelles l'Espagne n'eut, à cette époque, aucun grand scientifique⁴¹, alors qu'aux Pays Bas, on peut citer, en physique par exemple, Simon Stevin (1548-1620), Willebrord Snell (1580-1626), Isaac Beeckman (1588-1637), Christiaan Huygens (1629-1695), ...

³⁸ Après l'incendie de la bibliothèque d'Alexandrie, de nombreux ouvrages ont pu être retrouvés dans les bibliothèques privées appartenant à de riches alexandrins.

³⁹ MALET & ISAAC : Tome 2 ; page 95.

⁴⁰ MALET & ISAAC : Tome 2 ; page 31.

⁴¹ Pourtant cette période fut le siècle d'or espagnol en ce qui concerne les lettres et les arts avec Cervantes, Lope de Vega, Le Greco, Velasquez, etc, mais il n'y eut aucun scientifique. Les espagnols en étaient conscients, c'est ainsi que Benito Jeronimo Feijoo (1676-1764) écrivait "*Il faut une âme héroïque pour combattre Aristote, pour secouer ces autorités qui paralysent toute réflexion*" D. Pageaux *Etudes Littéraires* N°1 1969 p 9-20..

L'inquisition, qui a sévi dans d'autres pays européens, a persécuté de nombreux savants : Copernic n'a pas osé publier l'ouvrage où il propose un système héliocentrique, Galilée a été obligé d'abjurer de ses idées sur la rotation de la Terre. Quant à Giordano Bruno, il fut brûlé vif pour avoir détruit l'argument d'Aristote sur lequel était basée l'idée d'une Terre immobile.

2°) **Influence de la science sur la société.**

L'histoire a également montré que les progrès de la science se sont traduits, à chaque fois, par de profondes modifications des conditions de vie des sociétés. Les découvertes scientifiques ont été aussi bien utilisées pour le bien être de l'homme que pour son malheur. Certains savants en étaient conscients, en voici un exemple :

La découverte par Albert Einstein de l'équivalence entre la masse et l'énergie, permet de disposer, lors d'une réaction nucléaire, d'une nouvelle forme d'énergie : *l'énergie nucléaire*. Au cours de la fission d'un noyau lourd en deux noyaux plus légers, la masse de ces derniers est légèrement plus faible que celle du premier noyau. La différence de masses, tellement faible qu'elle ne peut être décelée par les balances les plus précises, est transformée, lors de la fission, en énergie :

"mais cette part, bien que relativement petite, est encore tellement énorme qu'elle porte en elle une grande menace de malheur. Détourner cette menace est devenu le problème le plus urgent de notre temps"⁴².

Ces lignes, écrites en avril 1946, soit une année après le largage des deux bombes atomiques sur les villes japonaises de Hiroshima et Nagasaki, montrent la désolation d'Einstein devant l'utilisation, à des fins néfastes, de l'une de ses découvertes. Fort heureusement cette énergie est également utilisée pour le bien être de l'humanité, encore faudrait il être sûr de pouvoir la domestiquer. Les exemples des catastrophes de Tchernobyl et Fukushima sont là pour nous inciter à plus de prudence.

Actuellement grâce à la science, l'homme mène une vie nettement plus confortable que celle de ses ancêtres ; *le machinisme a supprimé l'esclavage*, rendu le travail beaucoup moins pénible et a permis d'augmenter le temps libre et les loisirs. Les progrès de la médecine ont nettement diminué la mortalité infantile grâce aux vaccins, pratiquement supprimé les épidémies et allongé la durée de la vie.

Mais d'un autre côté, l'explosion démographique qui eut lieu au vingtième siècle et l'amélioration des conditions de vie de l'homme ont entraîné une augmentation de la consommation en produits alimentaires, en eau, en matières premières et en énergie sans précédent dans l'histoire de l'humanité.

Les problèmes, qui en résultent, deviennent très inquiétants : pollution de l'atmosphère, des nappes phréatiques et des mers, déforestation, avancée des déserts, changements climatiques, disparition des espèces etc..

L'homme a pris conscience de ces dangers qui menacent sa survie ; il ne peut y faire face qu'en faisant preuve de modération, de sagesse et en menant des recherches dans le but de trouver des solutions à ces problèmes. Les potentialités de la Science sont énormes, encore faudrait-il savoir les utiliser à bon escient.

Terminons par cette phrase écrite par François Rabelais⁴³ dans la lettre de Gargantua à son fils Pantagruel.

"Science sans conscience n'est que ruine de l'âme".

⁴² A. Einstein : *Conceptions scientifiques*. Page 103

⁴³ François Rabelais : écrivain français du XVIème siècle. F. Rabelais " *Pantagruel* " Chapitre VIII.

BIBLIOGRAPHIE

- ARCHIMEDE : *L'Arénaire : Œuvres d'Archimède* Trad F. Peyrard Ed. F. Buisson Paris 1807
- ARISTOTE : *La Physique* Livre I à VIII T 1 & 2 Trad H. Carteron Ed. "Les Belles Lettres" Paris 1931
- BARTHÉLÉMY Georges : *Histoire des Sciences* Ed. Ellipse Paris 2009
- BAUMANN et al. : *Histoire des mathématiques* Université de Strasbourg 2004
- BENDAOU Mohamed : *Epistémologie & Histoire de la Physique* Google sites : courslicencebendaoud
- BENSAUDE- VINCENT Bernadette & STENGERS Isabelle : *Histoire de la chimie* La Découverte 2001
- BONIFACIO A. & MARECHAL P. : *Histoire*. Classe de 6^{ième} Ed. Hachette Paris 1963
- BOUVERESSE J. , ITARD.J, SALLE E. *Histoire des Mathématiques* Ed. Larousse Paris 1977
- BURTON David : *History of Mathematics* Ed. Brown 1996
- COUDERC Paul *Le Calendrier* Ed. Presses Universitaires de France Paris 1970
- COUDERC Paul *Histoire de l'Astronomie* Ed. Presses Universitaires de France Paris 1966
- CROMBIE A. C. *Histoire des sciences de St Augustin à Galilée* (2 tomes) PUF Paris 1959
- CUVILLER Armand : *Nouveau précis de philosophie* Tome 1 Ed. Armand Colin 1970
- DAUMAS Maurice : *Les grandes étapes du progrès technique* PUF Paris 1981
- de la COTARDIÈRE Georges : *Histoire des Sciences* Ed. Tallandier Paris 2012
- DELACHET : *L'analyse mathématique*, P.U.F Paris 1958.
- DHOMBRES Jean : *Nombres, Mesure et Continu. Epistémologie et Histoire* Ed. F. Nathan. Paris 1978.
- DJEBBAR Ahmed : *L'âge d'or des sciences arabes* Ed. Le Pommier, Paris 2005
- DJEBBAR Ahmed : *Une Histoire de la science arabe* Ed. du Seuil, Paris 2001
- DJEBBAR Ahmed : *Al Khawârizmi* Ed. du Kangourou Paris 2013
- DUHEM Pierre : *La Théorie Physique* : 1906, Réed. Vrin 2007
- DURANT Will : *The Story of civilization*, Tome I & X Trad. Ch. Mourey Ed. Rencontres 1963
- EINSTEIN Albert : *Conceptions scientifiques* Ed. Flammarion Paris 1990.
- EUCLIDE : *Les Eléments de Géométrie d'Euclide* Trad. F. Peyrard, Ed. F. Louis Paris 1804
- FAUQUE : *Lavoisier* Ed. Vuibert Paris 2003 .
- GALILÉE : *Dialogue sur les deux systèmes du monde*.
- GRIBBIN John : *Une brève histoire des sciences*. Ed. Larousse 1999
- HAWKING Stephen. : *Une brève histoire du temps* Tr. Isabelle N Souriau Ed. Flammarion Paris 1989
- HUYGHENS Christian : *Traité de la lumière* 1691 Ed. Gauthier-Villars Paris 1920
- ITARD Jean : *Histoire des mathématiques* dans Encyclopoche Larousse Ed. Larousse Paris 1977
- KOYRÉ Alexandre : *Etudes galiléennes* Ed. Hermann, Paris 2001
- LAVOISIER : *Traité élémentaire de chimie*. 1864
- LLOYD Geoffrey : *Une Histoire de la science grecque* Ed. La Découverte Paris 1974
- LOCQUENEUX Robert. : *Histoire de la Physique* Ed. P.U.F 1987
- MAITTE Bernard : *La lumière* Ed. du Seuil Paris 1981
- MALET & ISAAC : *Histoire* T1, T2, T3, T4. Ed. Hachette Littérature Paris 2007.
- MAXWELL J.C. : *Traité d'électricité et de magnétisme*. Tomes 1 & 2 Trad. Seligman Lui, Ed. Gauthier Villars Paris 1885
- NEWTON Isaac : *Opticks* Ed. Sam Smith London 1704 (BnF Gallica)
- NEWTON Isaac : *Principes mathématiques de la philosophie naturelle* Tomes 1 & 2 Trad. Marquise du Chastellet 1759 Réédition Jean Gabay 1990
- POINCARÉ Henry : *La science et l'hypothèse*. Flammarion 1902 Réed. Flammarion 1968
- RONAN Colin : *Histoire Mondiale des Sciences*. Trad. Claude Bonnafont Ed. du Seuil Paris 1988.
- ROSMORDUC Jean : *Histoire de la physique*. Ed. Lavoisier Paris 1987
- SÉNÉCHAL David : *Histoire des sciences*. Université de Sherbrooke 2007.
- SOUTIF Michel : *Histoire de la physique*. Ed. Focus Grenoble 2003