

<http://histoirechimie.free.fr>

*A visiter absolument !!!!*

## Histoire de la chimie :



Quelques extraits et compléments

## Table des matières

<u>De la Préhistoire au 19<sup>me</sup> siècle</u> .....	2
<u>1) La chimie pratique</u> .....	2
a) L'utilisation du feu.....	2
b) La métallurgie.....	2
Fer et acier.....	3
<u>Obtention de l'acier au Moyen Âge</u> .....	4
La trempe.....	4
Le site classé de l'ancienne fenderie est le témoin de plus de 500 ans de vie laborieuse de la vallée.....	5
<u>2) La chimie de la vie quotidienne</u> .....	7
<u>"l'argent n'a pas d'odeur"</u> .....	7
<u>3) Les conceptions théoriques des philosophes grecs : la fondation de la Science</u> .....	9
a) La théorie élémentale -Empedocle->Aristote.....	9
b) La théorie Atomique.....	11
<u>Origines</u> .....	12
<u>Caractères de l'Alchimie</u> .....	12
<u>La matière chez les alchimistes</u> .....	12
<u>L'influence des planètes</u> .....	13
<u>L'expérimentation alchimique : la protochimie</u> .....	13
<u>1) La nouvelle expérimentation chimique</u> .....	14
<u>2) Développement de l'expérimentation</u> .....	14
a) La chimie technique.....	14
b) La chimie préparative.....	14
c) La chimie des combustions.....	14
<u>3) Le renouveau des théories atomiques et corpusculaires</u> .....	14
Explication de tout ce mouvement intellectuel et de tous ces changements :.....	15
Nicolas Lémery (1645 - 1715).....	15
Isaac Newton (1642 - 1727).....	15
<u>1) La théorie du phlogistique (fin XVII<sup>e</sup> - Début XVIII<sup>e</sup>)</u> .....	16
<u>2) La théorie pneumatique (théorie des gaz)</u> .....	16
Lavoisier.....	17
<u>Volta</u> .....	18
<u>Dalton</u> .....	18
Loi de Dalton.....	18
<u>Amedeo Avogadro</u> .....	19
<u>La radioactivité</u> .....	22
Marie Curie.....	22
Ernest Rutherford.....	22
1913 : Bohr publie son modèle de la structure de l'atome.....	24
1926 : Schrödinger.....	24
1927: Heizenberg.....	24
<u>chimie et biochimie</u> .....	25
L'eau de Javel.....	25
Propriétés.....	25
<u>Pénicilline</u> .....	26
Aspirine - Acide acétylsalicylique.....	26
<u>Acide aminé</u> .....	27
<u>Les protéines</u> .....	27



<u>1953 : Découverte de la structure de l'ADN par Watson et Crick.....</u>	28
James Watson & Francis Crick	
1928 - & 1916 - .....	28

## De la Préhistoire au 19<sup>me</sup> siècle

Durant cette large période, la chimie était surtout utilisée pour son côté pratique dans le but de transformer la matière.

### 1) La chimie pratique

#### a) L'utilisation du feu

Le feu a été une découverte fondamentale pour l'Homme ne serait-ce que pour ses rôles multiples. On a découvert des traces de foyer vers -400 000 ans (époque paléolithique).

Ses utilisations sont :

- comme source de lumière et de chaleur (cela a permis l'époque cavernicole).
- comme arme (contre les prédateurs).
- comme source d'énergie
- transformation des aliments par cuisson.
- Poterie : Un des premiers matériaux (déf : objet ou ensemble d'objets que l'homme utilise à son profit.) utilisés a été l'argile dont la cuisson permet la confection de divers objet.

#### b) La métallurgie.

Transformer un minerai en métal

Le métal est généralement présent, dans la nature, sous forme de sel. On en extrait des métaux et ensuite des alliages. Les principaux métaux ou alliages de cette période furent :

- Le cuivre (Cu). Il a existé à l'état natif. Sous forme non pur, on le trouve principalement dans la malachite ( $\text{CuCO}_3$ ,  $\text{Cu}(\text{OH})_3$ ) extraite, entre autres endroits, des mines du roi Salomon. Son commerce a été longtemps une source de richesse.
- Le bronze (alliage 90% Cu et 10% Sn). L'étain nécessaire à la création d'un tel alliage était durant l'antiquité, très abondant. Il fut très utilisé vers 3000 av. J.C. (l'âge du bronze). Il a trouvé son application initiale dans la confection d'armes.
- Le fer (Fe). Son utilisation en métallurgie a été plus tardive car plus difficile. Elle ne commence réellement que vers 2500 av. J.C. (c'est l'âge du fer). Son utilisation a-t-elle aussi été d'abord militaire. La dureté des armes en fer était plus grande que celle en bronze. Certaines civilisations en ont souffert et se sont éteintes du fait de cette importante différence.

Le fer natif n'existant pas en quantité importante (seul le fer météoritique est natif mais il est extrêmement rare), on réduit les oxydes par le charbon de bois :



Très vite lors de cette opération, l'homme s'est aperçu que mélanger certaines quantités de carbone à ce fer le rendait plus tranchant, plus résistant. Ce fut le premier acier.

Il est également apparu le phénomène de trempe (refroidissement rapide d'une structure chaude qui a pour effet de la figer).

- **Le laiton (Alliage Cu et Zn).** Utilisé dès 1000 av. J.C., il est utilisé dans des pièces romaines.
- **L'argent (Ag),** un des métaux précieux. On le trouve à l'état natif ou sous forme d'alliage avec l'or pour former l'**electrum**.



- La **galène** (PbS avec Ag<sub>2</sub>S comme impureté) est un produit souvent rencontré avec le minerai de fer. On pouvait purifier l'argent contenu dans ce composé, grâce à un procédé de métallurgie très ancien (décrit dans la Bible), la **coupeellation** :  
On chauffe la galène brute avec du charbon de bois dans une coupelle en cendres d'os : on obtient alors un alliage Ag + Pb. En oxydant celui-ci à l'air, on obtient Ag + PbO. Ce dernier est adsorbé sur les cendres alors que l'argent ne l'est pas. Il apparaît alors un éclat brillant dû à l'argent restant. Cet instant est appelé l'éclair. => purification de l'argent.
- L'or (Au) est un autre métal précieux connu longtemps avant le Cuivre (5000 av. J.C.) et que l'on peut trouver à l'état natif.  
Ce métal étant inaltérable dans les conditions naturelles, il n'a fait l'objet d'aucune manipulation chimique durant l'antiquité. Sa très faible réactivité faisait de lui un métal " parfait ", d'où son importance monétaire et artistique.

### ***Fer et acier***

Le métal pour fabriquer les épées depuis les HITTITES, Peuple de l'Antiquité d'Asie Mineure 3000 ans avant J.C, est de deux origines

L'acier obtenu au bas fourneau

Les météorites

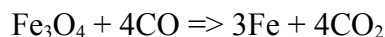
Le bas fourneau est une construction en brique.

Le bas fourneau est chargé avec du minerai de fer et du charbon de bois.

La température obtenue autour de 1000° degrés **ne permet pas la fusion**.

Le bas-fourneau se présente comme une cheminée de taille humaine en briques et en terre cuite, dans laquelle on dispose en alternance une couche de minerai de fer et une couche de charbon de bois. La combustion est activée par un ou deux soufflets.

Lorsque l'on met le feu, le charbon de bois produit du monoxyde de carbone (gaz CO) qui vient réduire le minerai: le fer est présent dans le minerai sous forme oxydée Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, par réaction avec le CO, il se forme du fer:



On obtient un solide spongieux qui est donc composé de fer impur et de laitier appelé « massiot ». Ce massiot sera ensuite travaillé par le forgeron pour fabriquer l'outil (soc de charrue, serpe, cerclage de roue...) ou l'arme: **les impuretés (laitier) sont enlevées par martelage**. On obtient ainsi, après un long processus, un bloc de fer qui sera mis en forme, puis trempé (plongé dans l'eau froide alors qu'il est au rouge). Le fer obtenu contient environ 0,06 % en masse de carbone, et contient encore des inclusions de laitier.

Il est possible de durcir le fil par Frottage a chaud avec une corne d'animal ou Poudre a ciment.

Un **cément** est une matière qui diffuse ses éléments quand elle est chauffée et mise en contact avec un métal comme le carbone pour produire l'acier à partir du fer. Le cément de Caron était très utilisé (60 parties de charbon de bois et 40 parties de carbonate de calcium)



En plus d'une dureté superficielle élevée, la cémentation apporte résistance à l'usure et tenue à la fatigue.

## Obtention de l'acier au Moyen

### Âge

C'est par empirisme que les forgerons ont découvert la différence entre le fer et l'acier, et surtout leur obtention à volonté. D'autre part, la fonte (alliage fer-carbone, avec plus de 2,5% de carbone) n'est obtenue volontairement de manière générale en Occident qu'à partir du XIV<sup>e</sup> siècle. La réduction indirecte s'est généralisée pour des raisons de production quantitative; jusque là, la réduction directe évitait soigneusement la production de fonte.

### La trempe

La trempe d'un acier a pour but d'augmenter sa dureté. Il faut savoir que plus la teneur en carbone est grande, moins l'acier est ductible (apte à être façonné par déformation). Aux alentours de 2,3% de carbone, le forgeage n'est plus possible, le métal devient trop cassant. De plus, la résilience d'un acier trempé (sa résistance aux chocs) diminue avec l'augmentation du taux de carbone de même que son aptitude à être soudé. Par contre sa dureté, elle, augmente. Les aciers sont formés de macrocristaux ou grains (rangés en fibres), eux-mêmes composés d'une multitude de petits cristallites visibles seulement au microscope et apparus au cours du refroidissement du métal. Au cours de la chauffe d'un acier, son organisation cristalline change. En effet, à chaque température correspond une structure bien précise dans l'alliage fer-carbone.

*La trempe dans un liquide plus ou moins froid a pour but de conserver une*

*structure cristalline désirée qui confère à l'alliage une dureté voulue. La composition du bain, sa température, jouent un grand rôle au niveau des propriétés mécaniques du produit fini.*

Au cours du XIV<sup>e</sup> siècle, la force hydraulique est appliquée pour la ventilation des foyers ou bas fourneaux utilisés pour extraire le fer du minerai. L'utilisation de **roues à aubes ou à godets** en remplacement de la force humaine permet d'augmenter la puissance des vents. Ceci permet l'augmentation de la hauteur des fours jusqu'à atteindre quatre à cinq mètres. Avec un fourneau de cette hauteur et les températures permises par les nouveaux soufflets, le fer une fois réduit se

### LES FORGES D'HABAY

B-6720 HABAY-LA-NEUVE (HABAY)

source :

[http://www.ardenne.org/organismes\\_touristiques/patrimoine/industriel/les\\_forges\\_d\\_habay/200909010001](http://www.ardenne.org/organismes_touristiques/patrimoine/industriel/les_forges_d_habay/200909010001)

Dès le 16<sup>ème</sup> siècle, la vallée de la Rulles s'ouvrit à quantité d'industriels désireux d'y développer l'activité sidérurgique.

Deux facteurs prépondérants les attiraient en ces lieux : l'eau qui allait fournir l'énergie hydraulique et la forêt où on allait façonner le charbon de bois, cet excellent combustible destiné à la fabrication du fer.

Cinq usines furent établies en peu de temps sur quelques kilomètres de distance d'amont en aval : les Forges du Prince, du Pont d'Oye, du Châtelet, de Bologne et de la Trapperie. De grands barrages furent édifiés, donnant ainsi naissance à des étangs destinés à alimenter des usines. Le minerai était extrait de la Lorraine belge et française (la « minette » du bassin d'Athus-Halanzy) et amené sur place où il était lavé et nettoyé dans de grands bassins de décantation puis concassé à l'aide du « bocard ». Venait ensuite le travail de la fonte qui s'effectuait dans un haut fourneau mesurant de six à huit mètres de haut.

Une fois allumé, le feu était activé par d'énormes soufflets mus par l'énergie hydraulique. Après la mise à feu, on chargeait le haut fourneau par le « gueulard », en prenant soins d'alterner le minerai à du charbon de bois et à de la « calistène », pierre à chaux, qui allait faciliter la fusion du fer. Une fois lancé, le haut fourneau fonctionnait jour et nuit pendant de longs mois.

Dès que le fer était en fusion (après deux ou trois jours), on procédait à la première coulée. La fonte s'écoulait à même le sol constitué par du sable mouillé. Une rigole la dirigeait vers une cavité, sorte de moule, qui permettait d'obtenir, après refroidissement, une grande barre de fonte : la « gueuse » pesant de six cents à mille kilos. Cette masse de fer brut devait encore être traitée sur le site ou à un autre endroit de la vallée afin d'être transformée en fer ou en acier dans une affinerie. Dès que l'on obtenait une loupe de fer plus ou moins épurée, celle-ci était soumise au martèlement du « maka », grand marteau mécanique dont l'action avait pour effet d'expulser l'excédent de scories et de souder les particules de fer. Après diverses opérations, on obtenait ainsi un produit fini destiné à la fabrication métallique.



combinait au carbone, **produisant de la fonte**, dont la température de fusion (environ 1200°) est nettement inférieure à celle du fer pur. On obtenait donc de la fonte liquide au bas du fourneau, et non plus la loupe de fer pâteux qu'il fallait jusque là extraire du fourneau pour l'amener à forger.

Le lieu et la date précise d'apparition des hauts fourneaux ne sont pas encore établis avec certitude ; ils semblent avoir été **connus au XIVe siècle dans la région de Liège** ; des structures fouillées en Suède ainsi qu'en Westphalie, datée du XIIIe siècle pourraient également être des fourneaux de ce type. Ils se généralisent au XVe siècle dans la plus grande partie de l'Europe du Nord.

Voir le site <http://www.poissons52.fr/economie/industrie/metallurgie/metallurgie2.php>

La conséquence majeure de la production de fonte est que les hauts fourneaux peuvent fonctionner en continu, la fonte étant périodiquement coulée, alors que le bas fourneau doit être arrêté pour extraire la loupe qui s'y est formée.

## Le bief de la fendrie à Trooz

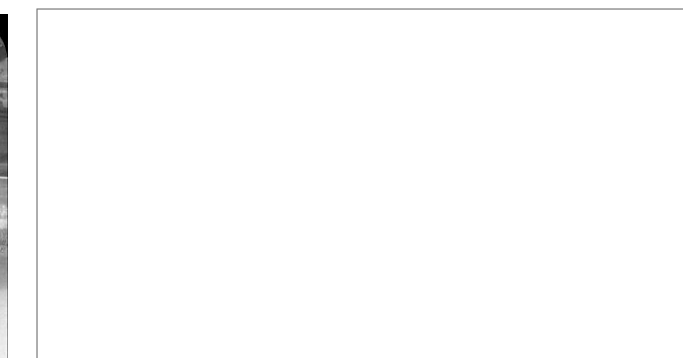
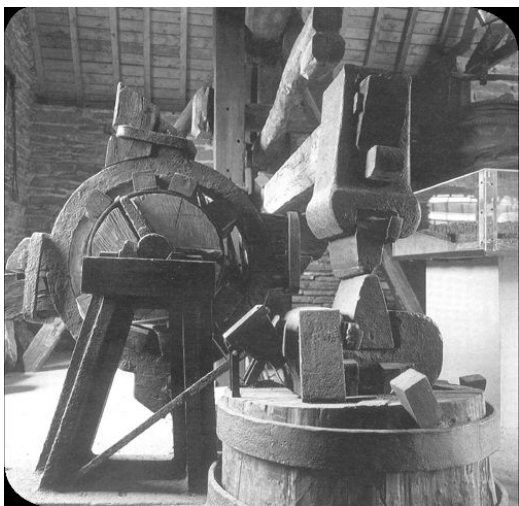
*Le site classé de l'ancienne fendrie est le témoin de plus de 500 ans de vie laborieuse de la vallée.*

Site: <http://www.gmvloisirs.be/fendrie/>

Profitant d'un coude de la rivière, on aménageait une "venne", créant ainsi une réserve d'eau qui alimentait le mécanisme de roues hydrauliques, motrice de fouleries en amont de Pepinster, de "makas", de laminoirs et de "fendries" en aval jusqu'à Chênée.

C'est à la fendrie que l'on scindait les barres de métal en baguettes, matières premières des cloutiers.

## Le maka



Le maka est un gros marteau de fonte ou de fer (A) fixé à un manche en bois d'environ trois mètres de long (B), pivotant autour d'un axe d'oscillation. Ce manche est soulevé par un arbre à cames composé d'un axe, l'arbre (C), dont l'une des extrémités est raccordée à une roue hydraulique, et dont l'autre, est munie d'un collier en fonte (D) supportant les cames (E) sortes de sabots de bois engagés dans une roue cerclée de métal.

Quand la roue hydraulique entre en action, l'arbre à cames tourne. Chaque came heurte le manche et le soulève. Le maka retombe par son propre poids et frappe à coups réguliers la pièce de fer placée sur l'enclume. Ce morceau de fer, également dénommé loupe, est ainsi cinglé et compacté afin de lui faire acquérir une certaine homogénéité et d'en éliminer les scories.



Le maka de **la Maison de la Métallurgie**, qui provient de Montigny-le-Tilleul date de 1700. C'est un gros marteau hydraulique qui bat la loupe et produit un petit lingot qui sera étiré en barres ou aplati en tôles dans un laminoir, comme celui de Matton qui date de 1816

## **Fer, fonte et acier -Réaumur, Monge, Berthollet, Vandermonde**

À partir du XVIII<sup>e</sup> siècle, la définition des termes « fer », « acier » et « fonte » se fonde sur le taux de carbone contenu dans l'alliage.

**René-Antoine Ferchault de Réaumur** étudie, en appliquant des règles scientifiques et même industrielles (calcul de prix de revient) entre 1716 et 1726, les méthodes de fabrication du fer. Il affirme contre l'esprit commun de l'époque ; « L'acier est un fer moins affiné où les molécules de fer sont séparées par des masses de soufre et de sels qui lui donnent sa dureté. »

Pendant la Révolution française, comme beaucoup de scientifiques, **Gaspard Monge, Claude Louis Berthollet et Alexandre-Théophile Vandermonde** se mettent "au service de la République française".

La France est en guerre contre le reste de l'Europe, elle a besoin d'acier pour fabriquer des armes. Or, elle est dépendante de ses voisins (Allemagne, Angleterre) pour l'approvisionnement en acier. Pour stimuler l'industrie nationale, ils publient un ouvrage faisant le point sur l'industrie de l'acier de l'époque, Avis aux ouvriers français en fer sur la fabrication de l'acier. L'ouvrage débute ainsi par :

« Pendant que nos frères prodiguent leur sang contre les ennemis de la liberté. ... il faut que notre énergie tire de notre sol toutes les ressources dont nous avons besoin, et que nous apprenions à l'Europe que la France trouve dans son sein tout ce qui est nécessaire à son courage.

L'acier nous manque, l'acier doit servir à fabriquer les armes dont chaque citoyen doit se servir pour terminer enfin la lutte de la liberté contre l'esclavage. »

Malgré quelques erreurs (le rôle de l'oxygène), ils établissent la distinction entre les trois types d'alliages en se fondant sur le taux de carbone. Dans son ouvrage Description de l'art de fabriquer des canons, Monge définit l'acier comme étant « du fer affiné qui a absorbé du charbon, et c'est principalement par la quantité dont le charbon est distribué dans la masse que les aciers diffèrent entre eux. »





## 2) La chimie de la vie quotidienne

La chimie était pratiquée dans de multiples domaines tels que :

- La teinturerie :

C'est une activité très ancienne mais aux origines mal fixées. Elle fait appel à plusieurs colorants, qui ont principalement trois origines :



- Les teintures végétales :

Les extraits de la garance fournissaient le rouge.

Les extraits de la gaude donnaient la couleur jaune.

Les extraits du pastel et de l'indigo donnaient le bleu.

- Les teintures animales telles que le pourpre (utilisé pour l'encre du Pape) extrait d'un coquillage : le murex.
- Les teintures minérales (qu'on utilisait beaucoup dans les produits de beauté ou pour la décoration).
  - La céruse ( $\text{PbCO}_3$ ) donnait une belle coloration blanche mais toxique.
  - Le cinabre ( $\text{Hg}_2\text{S}$ ) utilisé comme rouge à lèvres mais toxique lui aussi !
  - La malachite fardait les yeux en vert.
  - Le minium ( $\text{Pb}_3\text{O}_4$ ) servait de peinture et de protection du bois des bateaux pour les Grecs.
  - Le gypse ( $\text{CaSO}_4 ; 2 \text{H}_2\text{O}$ ) donne le plâtre en chauffant.
  - Le natron ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) est une source de soude native et servait d'agent desséchant des momies.
  - La "potasse" (en fait  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ) pour l'enrichissement du sol puis pour la coloration de verres (100 après JC).
  - Le salpêtre ( $\text{KNO}_3$ ) : premier produit

### "L'argent n'a pas d'odeur"

Ce proverbe est attribué à l'empereur romain Vespasien (9-79), en réponse à son fils Titus qui lui reprochait d'avoir instauré un impôt sur l'urine.

Dans la Rome Antique, l'urine était collectée dans les toilettes publiques afin d'être utilisée par les tanneurs pour dégraisser la laine. Vespasien eut l'idée d'établir une taxe sur cette collecte. Critiqué par son fils, il lui mit sous le nez des pièces de monnaie en lui demandant s'il était importuné par l'odeur. Au 19e siècle, les Parisiens appelèrent leurs toilettes publiques des "vespasiennes" en mémoire de cette anecdote.





de biotechnologie !

- Le soufre, dont il est fait mention dans la Bible et l'Odyssée, servait de désinfectant et de purificateur rituel.
- Le tannage des peaux
- La fermentation pour donner de la bière en Egypte et à Sumér (plus rarement du vin).

L'homme a donc acquis très tôt la capacité de transformer la matière à son profit.



### 3) Les conceptions théoriques des philosophes grecs : la fondation de la Science.

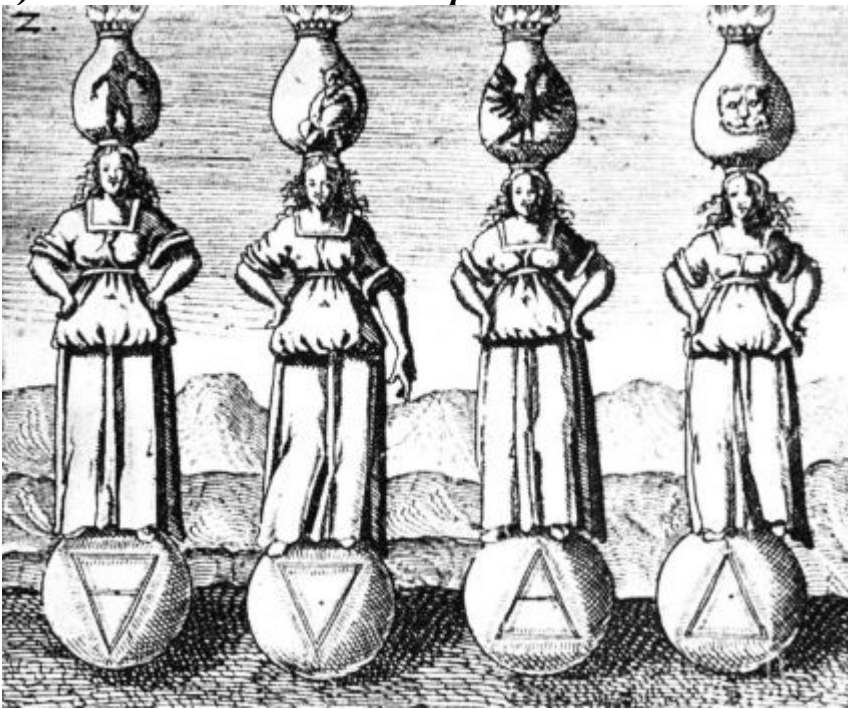
Ces philosophes furent les premiers à s'intéresser à la connaissance pure sans intérêt technique.

Ils élaborent de grands ensembles intellectuels fondés sur la raison (ex Thalès au VII<sup>e</sup> siècle av. J.C.).

Leurs réflexions totalement dénuées d'expérimentation débouchent sur deux théories :

- La théorie élémentale.
- La théorie atomique.

#### a) La théorie élémentale -Empedocle->Aristote



Feu



Air



Eau



Terre

Le terme élément est ici une qualité ou une propriété générale de la matière et non pas des corps matériels. Le corps matériel n'est en fait rien d'autre qu'une combinaison de ces différents éléments.

On les voit apparaître pour la première fois chez Homère au IX<sup>e</sup> av. J.C., au nombre de trois :

- L'Eau
- La Terre
- Le Feu

Pour Thalès, l'eau est le principe de toute chose. Anaximène (~ 556~ 480), à la différence de Thalès, enseignait que toute substance provient de l'air (*pneuma*) par raréfaction et condensation ; dilaté à l'extrême, cet air devient feu ; comprimé, il se transforme en vent ; il produit des nuages, qui donnent de l'eau lorsqu'ils sont comprimés. Une compression plus forte de l'eau transforme celle-ci en terre, dont la forme la plus condensée est la pierre.

Au lieu de l'eau de Thalès et de l'air d'Anaximène, Héraclite d'Éphèse (~ 535~ 475) pense que le



principe de toutes choses est le feu, le Soleil lui-même n'étant qu'une mitraille incandescente

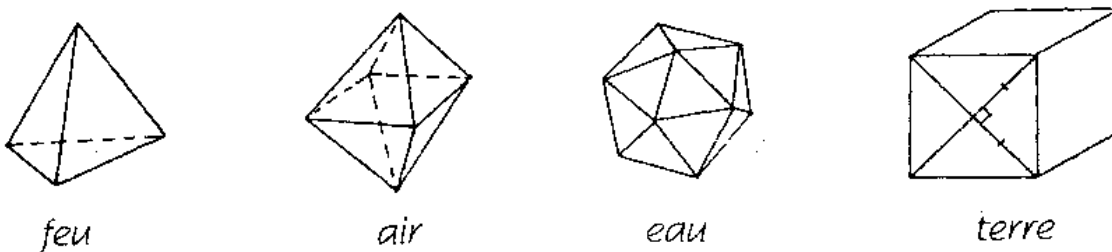
**Empédocle** (au V<sup>e</sup> av. J.C.), lui, prône les quatre éléments.

**Platon** (428 - 348 av. J.C.) reprend ces éléments mais les associe à des formes géométriques reliées à des nombres de triangles :

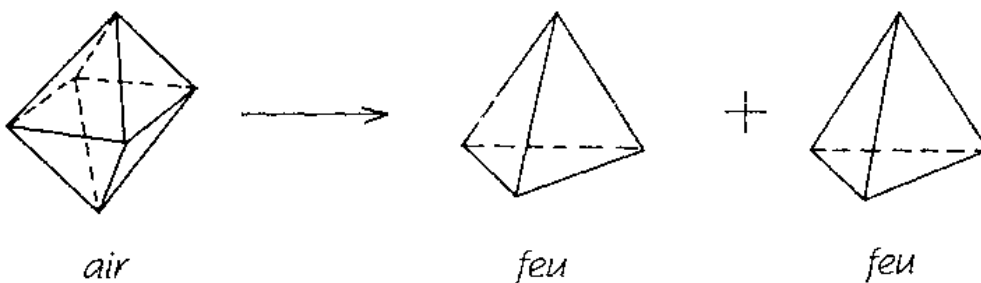
- Le Feu est associé au tétraèdre, c'est à dire à 4 triangles équilatéraux (le tétraèdre est le plus léger des volumes réguliers, de plus ces arêtes sont les plus pointues d'où le fait qu'il pique).
- La Terre est associée au cube, 24 triangles rectangles isocèles (symbole de stabilité).
- L'Air serait un octaèdre, 8 triangles équilatéraux.
- L'Eau est un icosaèdre, 20 triangles équilatéraux.

Enfin, il propose un cinquième polyèdre : le dodécaèdre qui symboliserait l'harmonie de l'Univers.

On peut les associer pour les transformer. Par exemple, 2 feu  $\rightarrow$  1 air car  $4+4=8$  triangles, 1 eau  $\rightarrow$  2 air + 1 feu car  $20=8+8+4$  triangles ! C'est la base de l'alchimie.



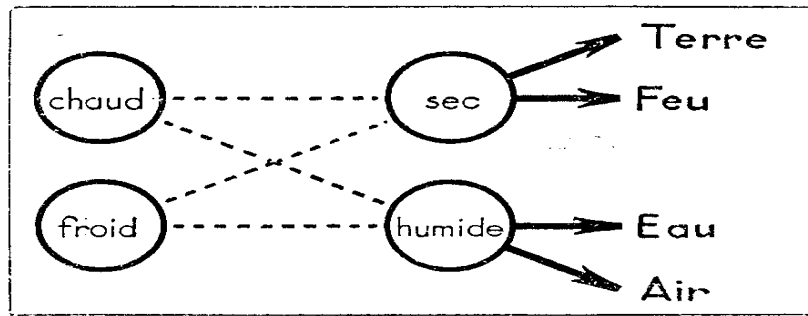
On comprend que, dans un tel système, la transformation de l'air (à huit côtés) en deux corpuscules de feu (à quatre côtés) soit possible.



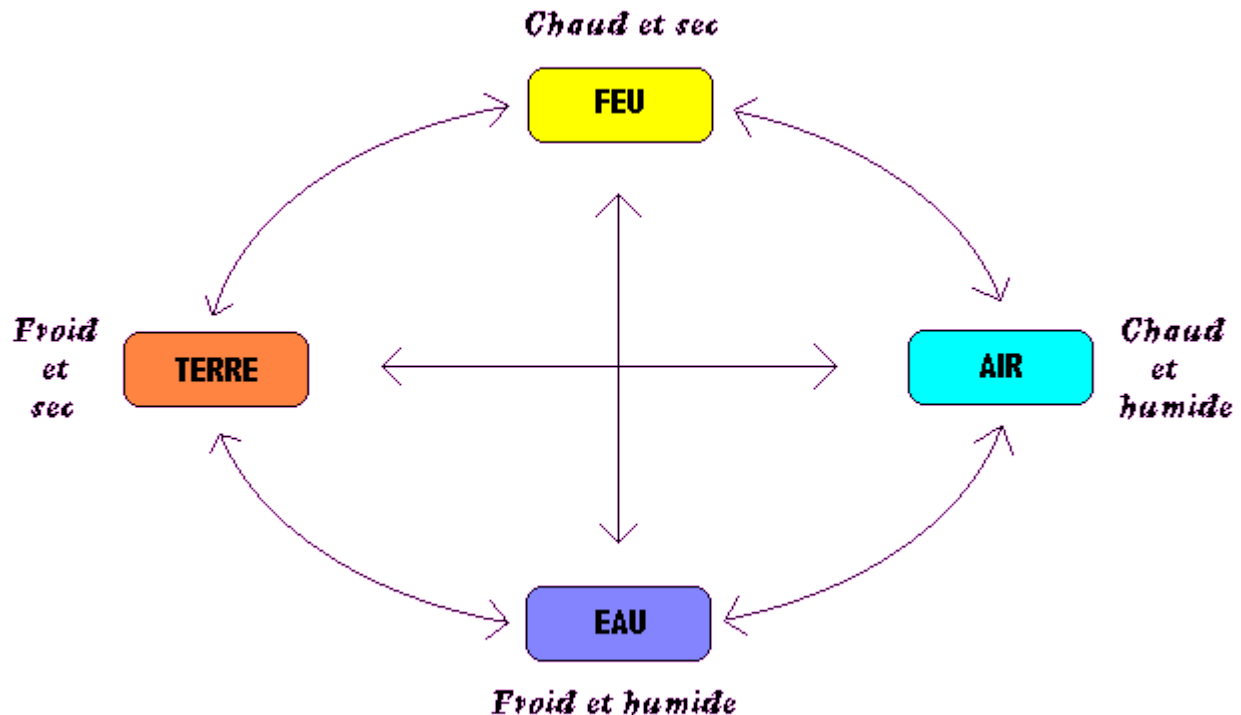
De même, l'eau (à vingt côtés) peut donner un corpuscule de feu (à quatre côtés) ainsi que deux d'air (à huit côtés). Il y a conservation du nombre des triangles équilatéraux.

Aristote (384 - 322 av. J.C.) ajoute à la notion d'intertransformation des éléments, déjà existante, une base logique à celle-ci en dotant chaque élément d'un couple de qualité le caractérisent comme suit :





LA GENÈSE DES QUATRE ÉLÉMENTS.



### b) La théorie Atomique.

Son père fondateur est **Démocrite** (460 - 370 av. J.C.).

Ses vulgarisateurs furent Epicure (grec vivant de -341 à -270) et Lucrèce (Latin de -98 à -55) dans son *De Natura Rerum* (De la nature des choses).

Selon eux, la matière serait discontinue et formée d'entités élémentaires : les atomes (Etym : insécable). L'assemblage serait mécanique :

- La cohésion d'un solide est due à l'entrelacement **d'atomes crochus**.
- Les liquides sont caractérisés par des atomes lisses et ronds qui glissent facilement. Certains sont plus gros que d'autres (ex : l'huile passe plus difficilement que l'eau dans un filtre car l'huile a des atomes plus gros !).

Ces deux théories sont des **théories totalement philosophiques** (sans expérience justificatrice ou contre expérience). C'est la théorie élémentaire qui va longtemps l'emporter (base de la culture des alchimistes), jusqu'à ce que l'atomisme réapparaisse sérieusement remanié au XIXe avec John Dalton (1766 - 1844), comme un système explicatif presque moderne.



## L'Alchimie - d'Alexandrie (IV<sup>e</sup> s. av. J.C.) à la Renaissance

### Origines

C'est d'abord une philosophie à base expérimentale, trouvant son origine à Alexandrie, centre intellectuel de la civilisation gréco-romaine. La bibliothèque de cette ville (brûlée au VI<sup>e</sup> s. par des envahisseurs arabes) contenait toute la sagesse de l'Antiquité ainsi que l'alchimie arabe et juive (ex : Marie la juive inventa le Bain-marie), et attirait beaucoup de savants. Sa situation géographique en faisant un carrefour obligé entre les civilisations du Moyen-Orient et occidentales.

### Caractères de l'Alchimie

C'est un "art sacré" (mouvement spirituel, ésotérique, mystique et secret).

Un alchimiste, en purifiant la matière, essaie de se purifier lui-même. Sa base théorique est la théorie des éléments, et applique sa recherche dans la transmutation des métaux (au nombre de 7), dans le but d'arriver à l'or.

Pour ce faire, il nécessite un accessoire : la pierre philosophale ou poudre de projection (en chimie moderne, on nommerait cela un catalyseur...)

De plus, cette recherche de la perfection s'accompagnait de la recherche de l'Elixir de longue Vie.

Cette quête s'est donc accompagnée d'un nombre impressionnant de manipulations et de la mise au point (ou amélioration) d'un grand nombre de procédés (fusion, alliages, techniques de séparations et de purification : distillation, sublimation, filtration, dissolution, ...)

### La matière chez les alchimistes

La base de cette philosophie est la théorie des quatre éléments de Platon (428 - 348 av. J.C.).

Très vite, ils se rendent compte de la nécessité de compléter ce modèle par l'introduction de la quintessence (la 5<sup>ème</sup> Essence ou le cinquième élément).

Les qualités d'Aristote (384 - 322 av. J.C.) se voient adjoindre la théorie des Principes au XIV - XV<sup>e</sup> siècle.

- Soufre
- Mercure
- Sel

Définition de Principe : "Concepts qui précisent les propriétés antagonistes de la matière que l'on peut transformer avec un dualisme sexuel assez primitif".

Tandis que le soufre et le mercure viennent de l'alchimie arabe, c'est Paracelse (1493 - 1541) qui ajoute le sel comme troisième principe.

- Le Soufre principe est : **ce qui est actif, chaud, dur : le masculin.**
- Le Mercure principe est : **ce qui est passif, froid, malléable, volatile : le féminin.**
- Le Sel : **Ce qui permet dans un corps d'unir le soufre et le mercure, et d'assurer la cohésion du résultat.**

En effet, le sel empêche la putréfaction des viandes en empêchant le Mercure et le Soufre de se séparer et donc la décomposition...

L'eau de mer contient principalement du Sel : le sel reste symbole de vie.

Notons que René Descartes (1596 - 1650), lui n'était pas du même avis :

*« Je souscris en tout point au jugement que Votre Excellence fait des chimistes et crois qu'ils ne font que dire des mots hors de l'usage commun pour faire semblant de savoir ce qu'ils ignorent. Selon mon opinion, leur sel, leur soufre et leur mercure ne diffèrent pas plus entre eux que les quatre*



*éléments des philosophes, ni guère ni plus que l'eau diffère de la glace, de l'écume et de la neige, car je pense que tous les corps sont fait d'une même matière, qu'il n'y a rien qui fasse de la diversité entre eux ; sinon que les petites parties de cette matière ont d'autres figures, ou sont autrement arrangées que celle qui composent les autres. »*

### **L'influence des planètes**

Il existait une relation Astrologie - Alchimie très importante. A l'époque, on connaissait 7 planètes et 7 métaux (Au, Cu, Fe, Sn, Ag, Hg, Pb). D'où pour eux une liaison évidente (le Saturnisme est une maladie due au plomb...)

### **L'expérimentation alchimique : la protochimie**

Dans leurs essais de transmutation, les alchimistes ont fait beaucoup d'expériences qui conduisirent au développement des recettes métallurgiques et à la préparation de nouveaux composés :

le vitriol $H_2SO_4$	Les cristaux de Venus $CuNO_3$
L'eau forte $HNO_3$	La fleur de Jupiter $SnO$
Le vitriol de Lune $Ag_2SO_4$	La poudre noire
L'esprit de sel $HCl$	L'esprit de vin $EtOH$

Remarque : un mélange de 1/3 d'eau forte + 2/3 d'esprit de sel donne une solution capable de dissoudre l'or. Ce "prodige" les a surpris et cette solution fut appelée Eau Régale (eau royale)...

*( $HNO_3$  oxyde  $Au$  en  $Au^{3+}$  grâce à la complexation de ce dernier par  $Cl^-$  pour donner  $AuCl_4^-$ .)*

*Les degrés d'esprit de vin :*

Esprit 3-5 (78°)

Esprit 3-6 (85°)

Esprit 3-7 (88°)

Esprit rectifié (90°)

Esprit 3-8 (92,5°)

Alcool à 40° (96°)

Alcool absolu (100°)

Mais **ces expériences n'avaient aucun caractère critique et ils n'avaient aucun soucis de reproductibilité**. Il existait de nombreux écrits, mais ceux-ci étaient crypté pour en interdire la

lecture à toute personne non initié par l'auteur : en alchimie, la recherche consiste à retrouver ce qui a déjà été fait !

Toutefois cette période a marqué un développement important de la connaissance des manipulations et des instruments qui prépare l'émergence de la chimie comme discipline scientifique au XVIII<sup>e</sup> siècle.

Néanmoins, l'aspect ésotérique de la chimie va longtemps continuer, et à partir du XVI<sup>e</sup> s., va s'ajouter une composante d'escroquerie.

La réalisation de la transmutation nucléaire montrera par les énergies colossales mises en jeu que la transmutation alchimique est impossible énergétiquement.





## De l'Alchimie à la Chimie - de la Renaissance Au XVIII<sup>e</sup> siècle

### 1) La nouvelle expérimentation chimique

Il y a un développement de la chimie des médicaments et émergence de la **notion de corps pur** (Iatrochimie = chimie médicinale). Ces remèdes étaient essentiellement constitués de composés minéraux (par exemple, on soignait la syphilis à l'aide de vapeur de mercure : les gens mourraient, mais mourraient guéris !).

**Paracelse** (1493 - 1541), médecin suisse itinérant, se rend compte de l'importance de la pureté des médicaments.

### 2) Développement de l'expérimentation

#### a) La chimie technique

Georg Bauer dit Agricola (1494 - 1555) est le fondateur de la chimie métallurgique (" De Re Metallica " : des choses métalliques).

**Bernard Palissy** (1499 - 1589), artiste (émaux,...) et expérimentateur (il brûla ses meubles et planchers pour alimenter ses fours : il mit ainsi au point la préparation de la faïence).



#### b) La chimie préparative

Jan Baptist Van Helmont (1577 - 1644) découvre l'état gazeux, individualise les différents gaz (avant, il n'en existait qu'un seul type : l'Air). Il met en évidence le gaz sylvestre (du bois) : le CO<sub>2</sub> et pressent l'O<sub>2</sub>.

Robert Boyle (1627 - 1691) énonce le principe (tout comme l'Abbé Mariotte) "*Pour un gaz, le produit de la pression par le volume est constant à température constante, pour un système fermé*".

Il rejette la théorie élémentaire d'Aristote et propose une classification en corps simples, primitifs ou composés et en acides, sels ou alcalis.

Il introduit les premiers réactifs chimiques (utilisation du sirop de violette pour mettre en évidence l'acidité : c'est le premier indicateur coloré).

#### c) La chimie des combustions

Jean Rey (1583 - 1645), médecin, publie en 1630 ses résultats sur plusieurs série d'observations et d'expériences :

*"Quant on chauffe un métal à l'air, il se forme une chaux (= OXYDE )plus lourde que le métal."*  
Cela n'a pourtant aucun écho jusqu'à sa réédition en 1777.

Pour Paracelse "*Pendant la combustion, quelque chose quitte le métal, il devient plus dense*"

Pour Boyle "*Le feu a un certain poids absorbé par le métal*"

**Rey** reconnaît donc que l'air prend part à la réaction :

*"Il y a interaction entre l'air et la chaux d'où augmentation du poids et conservation de la matière"*  
Néanmoins, l'interprétation qu'il en donne est d'ordre mécanique.

### 3) Le renouveau des théories atomiques et corpusculaires

**Francis Bacon** (1561 - 1626) exprime sa sympathie pour l'atomisme.

D. Sennert (1572 - 1637) tente une synthèse des théories élémentaire et atomique.

**René Descartes** (1596 - 1650) émet une théorie corpusculaire non atomique. Pour lui la matière est constituée de tourbillons. **Le vide n'existe pas et l'existence des atomes (insécables) serait une limitation des pouvoirs de Dieu.**



Pierre Gassendi (1592 - 1655) reprend les théories atomiques de l'Antiquité. Les atomes se meuvent dans le vide ; ce sont des corpuscules réels extrêmement petits dont la forme est responsable des propriétés de la substance.

Néanmoins, aucun de ces hommes ne dépassera le concept de liaison mécanique entre deux atomes (atomes crochus...).

### ***Explication de tout ce mouvement intellectuel et de tous ces changements :***

La Renaissance est une réaction intellectuelle contre l'état de fait et le pouvoir ecclésiastique (Galilée, la Réforme avec Calvin et Luther, ...). En effet, jusqu'à cette période, la recherche d'une explication autre que divine aux phénomènes naturels est interdite.

Il y a alors une modification des théories cosmologiques : héliocentrique avec Nicolas Copernic (1473 - 1543), et il y a avènement de l'expérimentation au détriment de la spéculation.

### ***Nicolas Lémery (1645 - 1715)***

publie le 1<sup>er</sup> traité de chimie.

### ***Isaac Newton (1642 - 1727)***

était essayeur à la Monnaie de Londres. Son travail l'a amené à s'intéresser longuement aux pratiques alchimiques. Ses travaux à ce sujet n'ont jamais été publiés de son vivant mais ont été récemment retrouvés.

Dans son ouvrage "L'Optique", il pose une série de questions et amène des éléments de réponses sous forme de conjectures.

Ainsi, à la Question 31, il caractérise la chimie comme étant le lieu de forces attractives et de forces répulsives qui peuvent se manifester à courte distance.

Cela lui permet d'expliquer le déplacement d'un métal dans un sel par un autre métal, et propose ce qui constitue la première échelle d'oxydoréduction des métaux. Il explique l'élasticité des gaz, la cohésion des liquides et des solides,...

On arrive donc à une chimie corpusculaire dépassant le cadre des liaisons mécaniques.



# La théorie du phlogistique et la chimie pneumatique

## 1) La théorie du phlogistique (fin XVIIe - Début XVIIIe)

A cette époque, l'alchimie persiste mais est en déclin.

Les alchimistes ont effectué de nombreuses observations sur la combustion et l'action de la chaleur sur les métaux; ce qui débouche ainsi sur la première théorie chimique ayant une base expérimentale et permettant en même temps l'explication et la prédiction.

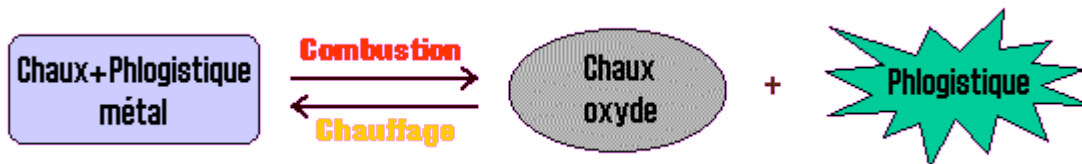
Johann Joachim **Bêcher** (1635 - 1682), médecin chimiste et alchimiste allemand, décrit 3 espèces de terre : la terre vitrifiable, inflammable et mercurielle. Il indique que les corps combustibles et les métaux renferment ces 3 terres. Par leur combustion, la terre inflammable se dégage.

Georg Ernst Stahl (1659 - 1734), un de ses élèves, appelle **phlogistique** (du grec phlogiston) la terre **inflammable** (il avait lui-même repris ce terme d'Aristote signifiant "inflammable").

*"Le phlogistique est du feu fixé dans la matière et qui s'en échappe lors des combustions."*

De ce fait, plus un corps contient de phlogistique et mieux il brûle.

Calcination d'un métal :



Pour l'étape inverse, c'est à dire la régénération du métal, il faut fournir du phlogistique (en transférant celui contenu dans un corps en ayant beaucoup comme par exemple le charbon) :



C'est la première fois qu'il y a **analogie entre calcination et oxydation**.

Le charbon, et "l'air inflammable" (c'est à dire le dihydrogène H<sub>2</sub>) sont considérés comme du phlogistique pratiquement pur (tout comme le soufre et les huiles combustibles).

**L'air inflammable (H<sub>2</sub>)** est isolé en **1765** par un physicien et chimiste anglais : **Henry Cavendish** (1731 - 1810). Il pensera avoir isolé du phlogistique pur.

Toutefois, cette théorie soulevait de grosses insuffisances :

On savait que la calcination d'un métal en chaux, s'accompagnait d'une augmentation de poids alors que selon la théorie du phlogistique, elle aurait dû être plus légère (Cf. perte du phlogistique).

## 2) La théorie pneumatique (théorie des gaz)

Elle n'a pu se développer que lorsqu'on a su isoler et manipuler les gaz.

Le principe de la cuve à eau arrive en 1719 avec Robert Boyle (1627 - 1691).

Cavendish isole le premier gaz : le dihydrogène ou "air inflammable".

On isolera aussi :

- "L'Air Fixe" ou "Air Sylvestre" : le CO<sub>2</sub>.
- "L'Air Vital" : l'O<sub>2</sub>.



Le dioxygène sera mis en évidence plusieurs fois entre 1770 et 1775. Carl Wilhelm Scheele (1742 - 1786) l'appelle "l'Air du Feu" en 1771 (cela ne sera publié qu'en 1777). Il le prépare avec  $MnO_2$ .

Joseph Priestley (1733 - 1804), en 1774, le prépare à partir de  $HgO$ . Il montre que cela entretient la flamme de la bougie et est nécessaire à la survie. Dans "Recherche sur plusieurs espèces d'air", il le nomme "Air Vital".

Pour eux, l'air ordinaire ne serait que partiellement saturé en phlogistique ---> il pourrait adsorber celui dégagé par une combustion pour se saturer. Ce qui reste de l'air, lorsque l'air vital (ou air déphlogistiqué) a disparu, c'est l'air phlogistiqué = Azote (*Etym* : **A est privatif** et **zote = vie** => air qui n'entretient pas la vie).

### **Lavoisier**

publie sa préparation en 1775 et cela le met en controverse avec Priestley.

## **Découverte de la loi de la conservation de la masse**

En septembre 1772, Lavoisier se procure une once (30,5 grammes) de phosphore le plus pur existant.

D'abord, il pèse tout: le phosphore et la bouteille, puis le phosphore dans la bouteille qui est



hermétiquement fermée. Il met ensuite la bouteille sous une cloche de verre. À l'aide d'une grosse loupe, pour concentrer les rayons de lumière, il calcine le phosphore dont une partie s'en va en fumée et se condense en flocons. Aussitôt que le système est refroidi, Lavoisier observe et mesure le niveau du mercure qui a monté dans la cloche. Il mesure l'écart et démonte le système. La bouteille a gagné environ 0,3 gramme lorsqu'il la pèse à nouveau. Lavoisier se pose des questions: "D'où vient le supplément? Vient-il de l'humidité de l'air?" Lavoisier n'y croit pas, mais il vérifie quand même. Il dilue les flocons d'acide phosphorique dans de l'eau distillée et pèse le tout, puis il pèse le même volume d'eau pure. L'écart de poids lui donne la quantité d'acide phosphorique obtenue: environ 0,6 gramme. La seule explication possible est que l'air de la cloche ait diminué. Pour en être sûr, Lavoisier refait l'expérience, mais avec du soufre. Le résultat coïncide avec celui obtenu

antérieurement: l'acide vitriolique obtenu est plus lourd que le soufre et l'air a diminué. Maintenant il est convaincu, voici donc ce qu'il en conclut: "Cette augmentation de poids vient d'une quantité prodigieuse d'air qui se fixe pendant la combustion et se combine avec les vapeurs." Il élucide alors le rôle de l'air dans les réactions de combustion. L'air fournit l'oxygène à la combustion, comme nous le savons aujourd'hui.

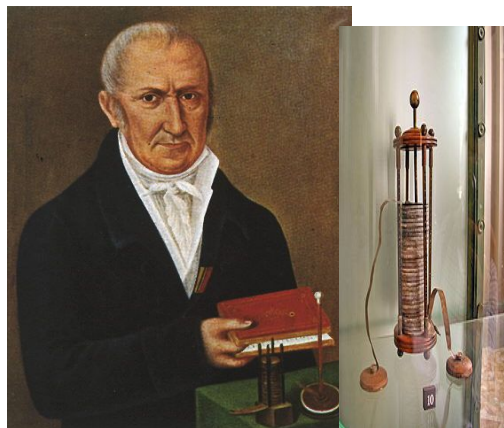
**Antoine-Laurent de Lavoisier a fait bien peur aux autorités de son époque en chambardant leurs croyances, c'est pour cela qu'il a été guillotiné alors qu'il n'avait que cinquante et un an.**

Il aurait pu faire progresser la science d'une centaine d'années, si on lui avait laissé la vie. La science était considérée comme menaçante, donc il ne fallait pas laisser un tel génie la scruter. Ainsi est mort, victime des excès de la révolution, celui qui avait reconstruit la chimie. Le lendemain de son exécution, le grand savant Louis de Lagrange regretta le geste du tribunal révolutionnaire en disant ces paroles: "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."



# L'électrolyse et la découverte de nouveaux éléments

Le comte *Alessandro Giuseppe Antonio Anastasio Volta*, né à Côme le 18 février 1745 et mort à Côme le 5 mars 1827



## Volta ,

chimiste et physicien italien, s'intéresse au problème de l'électricité. Il construit **en 1800** un appareil où des disques de zinc et d'argent, séparés par des tissus imbibés de solution acide, sont empilés. Il s'aperçoit que son appareil débite du courant. C'est la pile électrique.

## La chimie peut donc créer de l'électricité.

Les lois de l'électrolyse, approfondies par William Nicholson et Anthony Carlisle, vont mettre en évidence la dissociation d'une solution aqueuse acide ou basique sous l'action de l'électricité. On obtient deux gaz : **hydrogène et oxygène**. Ces résultats donnent l'idée à Humphrey Davy de soumettre à l'électrolyse, non plus des solutions, mais des corps fondus comme la potasse. Il constate la formation d'un métal : potassium ou sodium autour d'un des fils. Avec la même méthode il isolera, en 1808, les métaux terreux : le magnésium, le calcium, le strontium et le baryum. En 1810, il montre

que l'acide marin déphlogistiqué, ou oxyde muriatique, est un corps simple : le chlore. L'acide muriatique est l'acide chlorhydrique. **En 1834, Michael Faraday** énonce les lois quantitatives de l'électrolyse. Svante August **Arrhenius** propose, en 1883, une théorie de l'électrolyse pour interpréter la loi de Faraday, basée sur l'existence de charges atomiques élémentaires **ions**.

Les théories électrochimiques ont été développées par Jöns **Jacob Berzélius (1779 - 1848)**. Ce personnage très influent, établit de plus les symboles des éléments actuels, une table des masses atomiques très proche de l'actuelle, développe des méthodes analytiques, comprend les phénomènes d'isomérisation, polymérisation, catalyse (ces termes sont de lui...), et rédige des traités et comptes rendus sur l'état de la chimie annuellement.

L'année 1828 est importante : **Pelletier et Cavendou isolent la nicotine** et **Friedrich Wohler** réalise la synthèse de l'urée. Il démontre la possibilité d'obtenir des **substances organiques (urée)** à partir des substances minérales (cyanate d'argent et chlorure d'ammonium). **La salicine est extraite de l'écorce de saule par Pierre Joseph Leroux en 1829** (le lancement commercial de l'aspirine par Bayer aura lieu en 1899). En 1833, **Jean-Baptiste Dumas** établit la formule du camphre.

## Chimie quantitative

### Loi de Dalton

Loi des pressions partielles des mélanges gazeux, selon laquelle la pression totale exercée par un mélange de gaz est égale à la somme des pressions individuelles qu'exercerait chacun des gaz s'il occupait seul le volume entier.

### Dalton

Son père, Joseph Dalton, était un tisserand pauvre, qui, avec sa femme, Deborah Greenup, appartenait à la Société religieuse des Amis (quakers).

Pourquoi le nom de John Dalton est-il resté dans l'histoire ? Parce que lui-même daltonien, il a





découvert et laissé son nom à cette anomalie de la vue ? C'est vrai, mais aussi parce que ce savant éclectique est le père de la théorie atomique. Ce physicien a remis au goût du jour une idée vieille de plus de 2200 ans !

La théorie atomique, exposée par **Dalton en 1803** dans *A new system of chemical philosophy*, suppose que les atomes possèdent une masse bien déterminée appelée masse atomique. Dalton énonce la loi des proportions multiples : lorsque des composés différents sont formés des mêmes éléments, les proportions de ceux-ci sont dans un rapport simple. Cette loi sera complétée en 1805 par la loi de **Gay-Lussac** sur les gaz.

C'est en 1811 qu'Amedeo **Avogadro** publie sa théorie du Nombre d'Avogadro : un litre de gaz soit contient toujours le même nombre N de particules (atomes pour un corps simple, molécules pour un corps composé).

### **Amedeo Avogadro**

Lorenzo Romano Amedeo Carlo Avogadro, comte de Quaregna et de Cerreto, connu sous le nom d'Amedeo Avogadro, est un physicien et chimiste italien né à Turin le 9 août 1776 et mort le 9 juillet 1856.

## **Découverte de nouveaux éléments**

Une nouvelle technique, l'analyse spectrale, verra le jour en 1859, mise au point par Robert Bunsen et Gustav Kirchhoff qui caractériseront le césium et le rubidium en 1860. Le thallium sera identifié par William Hookes en 1861, en utilisant la même méthode. C'est en 1869 que **Mendeleïev** classe les 62 éléments connus dans un tableau.

## **Métallurgie**

En 1807, Humphry Davy, après avoir découvert que le sodium et le potassium entraient dans la composition de l'alun, suppose qu'il s'y trouve aussi un autre métal, qu'il baptise « **aluminium** » (en latin, « alun » se dit alumen). Pierre Berthier découvre dans une mine près des **Baux-de-Provence** en 1821 un minerai contenant plus de 50 % d'oxyde d'aluminium. Ce minerai sera appelé bauxite.

On attribue généralement la découverte et l'isolement de l'aluminium à **Friedrich Wöhler** en 1827. Toutefois, deux ans plus tôt, le chimiste et physicien danois Hans Christian Ørsted avait réussi à produire une forme impure du métal. Wöhler fut le premier à mettre en évidence les propriétés chimiques et physiques de l'aluminium, dont la plus notable est la légèreté.

1886 : de manière indépendante, Paul Héroult et Charles Martin Hall découvrent une nouvelle méthode de production de l'aluminium en remarquant qu'il est possible de dissoudre l'alumine et de décomposer le mélange par électrolyse (procédé Héroult-Hall) pour donner le métal brut en fusion. Pour cette découverte, Hall obtient un brevet (400655) la même année. Ce procédé permet d'obtenir de l'aluminium de manière relativement économique. La méthode mise au point par Héroult et Hall est toujours utilisée aujourd'hui.

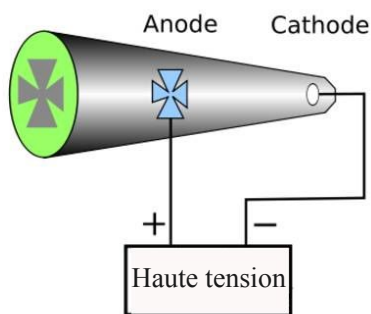




# Rayons cathodiques, rayons X et radioactivité

La nature des rayonnements cathodiques dans un tube de Hittorf est approfondie par William Crookes en 1886.

Ce sont des rayons de nature corpusculaire appelés électrons, dès 1891, par George Stoney et reconnus expérimentalement comme tels par Jean Perrin en 1895. Ces rayons cathodiques sont constitués de particules négatives électrisées pouvant se mouvoir dans le vide et subissant l'action des champs électriques et magnétiques. Joseph John Thomson parvient, par des mesures de déviations de trajectoire, à déterminer le rapport entre la charge électrique  $e$  de l'électron ( $1,602 \cdot 10^{-19}$  C) et sa masse  $m$  ( $9,109 \cdot 10^{-31}$  kg) qui représente environ 1/2000 ième de celle de l'atome



d'hydrogène. Ces découvertes et mesures, plutôt du domaine de la physique, conduiront au modèle d'atome de Thomson et effaceront les doutes sur l'existence des atomes formulés au premier Congrès des chimistes de 1860.

**Vers les années 1890, on remarque que des rayons cathodiques frappant le verre d'une ampoule provoquent une fluorescence du verre.**

Un tube de Crookes est un des premiers tubes à décharge expérimentaux inventé par le physicien britannique William Crookes et d'autres physiciens vers 1875,

dans lequel on a découvert les rayons cathodiques, c'est-à-dire les électrons.

**Wilhelm Röntgen** constate, en 1895, en plus de la fluorescence observée, la présence d'un nouveau rayonnement invisible, énergétique et pénétrant, capable d'impressionner une plaque photographique entourée de papier noir. Ces mystérieux rayons X seront utilisés en radiographie car ils traversent le corps

Le soir du 8 novembre 1895, Röntgen mit en marche le « tube de Crookes » et remarqua une lueur provenant d'un écran luminescent posé, par hasard, sur une table située à distance. Cette lueur ne pouvait avoir été créée par l'impact des rayons cathodiques car ceux-ci sont rapidement arrêtés par le verre et l'air. Röntgen comprit très vite qu'un autre type de rayonnement, invisible et pénétrant, était sorti du tube pour provoquer la luminescence observée. Il s'enferma, dit-on, 3 semaines dans son laboratoire pour caractériser ce rayonnement énigmatique qu'il nomma un peu plus tard : rayons X.





Radiographie de la main de Bertha Röntgen.

Il observa que les matériaux absorbent de façon plus ou moins efficace les rayons X. Son épouse Bertha contribua d'ailleurs à la mise en évidence de l'absorption sélective des rayons X par la matière puisque Wilhelm Röntgen réalisa la première radiographie au monde : celle de la main de sa femme, où l'on distingue même la bague qu'elle portait.

RAYONS X X RAYONS X X RAYONS X X RAYONS X

PARIS, 15, boulevard des Filles-du-Calvaire, PARIS

LIVRAISON IMMÉDIATE  
Du matériel complet pour

**RADIOSCOPIE**  
ET  
**RADIOGRAPHIE**

appliquées à la  
Chirurgie, à la Médecine et à l'Industrie

*Les bobines Radiguet sont garanties increvables*  
Nos Trembleurs permettent l'Éclairage de l'Écran sans vibrations

**VIENT DE PARAITRE :** La nouvelle Edition du *Musée Radiographique Radiguet* contenant la description de 400 sujets **MIS EN VENTE** sur papier et sur verre pour projection (anatomie, embryologie, pathologie, tératologie, zoologie et industrie). Cette brochure, illustrée de 12 gravures hors texte, sera envoyée gratuitement à toute personne nous adressant cette annonce : 15, boulevard des Filles-du-Calvaire, PARIS

RAYONS X X RAYONS X X RAYONS X X RAYONS X



En 1896, Becquerel découvrit la radioactivité par accident, alors qu'il faisait des recherches sur la fluorescence des sels d'uranium. Encouragé par son ami Henri Poincaré, il cherchait à déterminer si ce phénomène était de même nature que les rayons X. C'est en étudiant une plaque photographique mise en contact avec le matériau qu'il s'aperçoit qu'elle est impressionnée même lorsque le matériau n'a pas été soumis à la lumière du soleil : il en conclut que le matériau émet son propre rayonnement sans nécessiter une excitation par de la lumière.

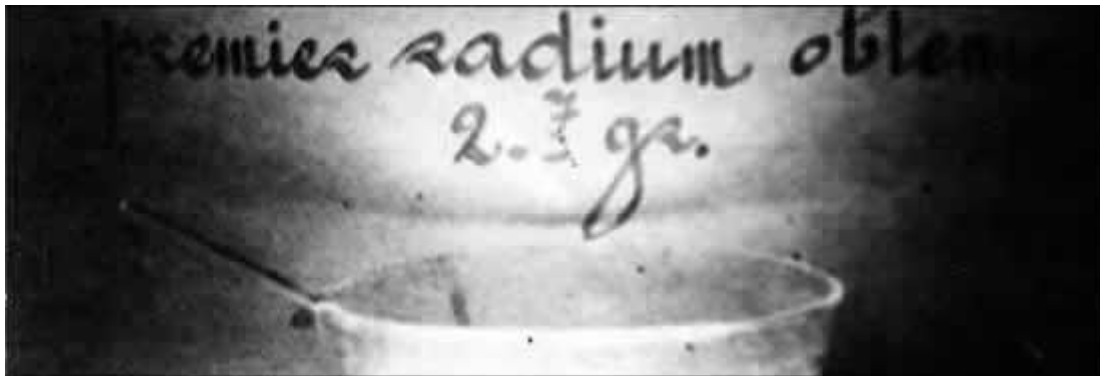
### **La radioactivité,**

Est un phénomène qui fut découvert en 1896 par **Henri Becquerel** sur l'uranium et très vite confirmé par Marie Curie pour le thorium

Les sels d'uranium émettent un rayonnement semblable aux rayons X : **les atomes d'uranium**, quel que soit le composé dans lequel il se trouvent, émettent des 'rayons uraniques', phénomène différent de la fluorescence provoquée par les rayons X.

Cette activité particulière des atomes d'uranium, émission continue d'énergie, est appelée '**radioactivité**' par **Pierre Curie et Marie Curie en 1898**, après mesure de l'ionisation produite par les rayons uraniques au moyen d'un électroscope. C'est à l'aide de cet instrument qu'ils découvriront qu'un échantillon de pechblende possède une radioactivité élevée due, non pas à l'uranium seul, mais au **polonium et au radium**, deux éléments nouveaux

contenus dans le minerai.



Une coupelle contenant du bromure de radium (photo prise dans l'obscurité), 1922.

© A.C.J.C Fonds Curie et Joliot-Curie.

### **Marie Curie**

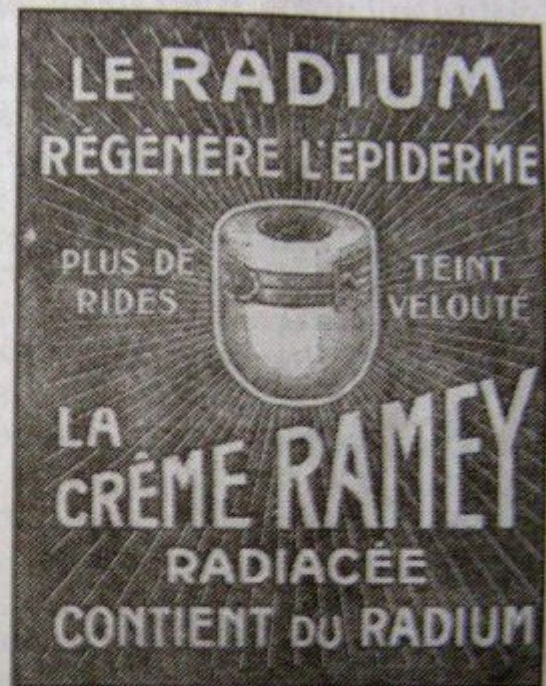
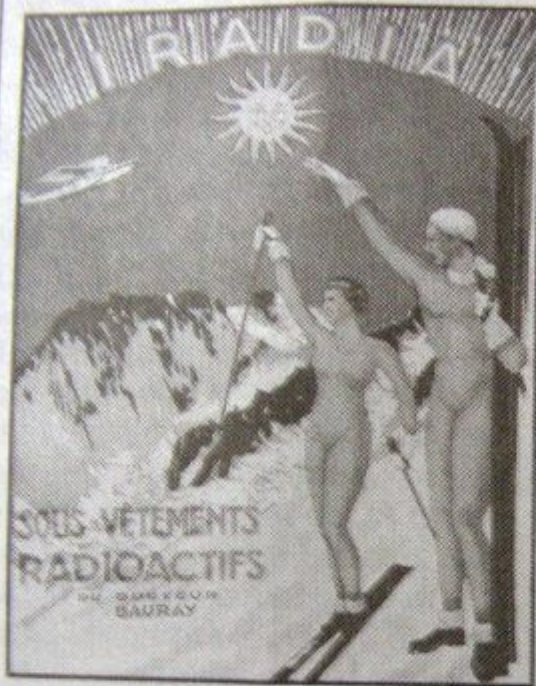
En 1902, Marie Curie obtient un décigramme de chlorure de radium et détermine la masse atomique du radium.

### **Ernest Rutherford**

En 1899, Ernest Rutherford montrera que les 'rayons uraniques' se composent de deux rayonnements distincts : rayons alpha et rayons bêta. Il découvre aussi la radioactivité du thorium. La même année, André Debierne, trouve l'actinium, un nouvel élément radioactif. En 1923, l'émanation du radium, elle-même radioactive, sera appelée radon. Un rayonnement, plus pénétrant que les rayons X, est émis par le radium et observé par Paul Villard en 1900 qui le nomme 'rayon gamma'.







VITA RADIUM SUPPOSITORIES



OUR VITA RADIUM SUPPOSITORIES (HIGH STRENGTH) are one of the outstanding triumphs of Radium Science. These Suppositories are guaranteed to contain REAL RADIUM—in the exact amount for most beneficial effect. They are inserted per rectum, one each night, this being one of the several practical and successful ways of introducing Radium into the system.

After insertion, the Suppository quickly...



## xxe siècle

### **1913 : Bohr publie son modèle de la structure de l'atome.**

Se basant sur les théories de Rutherford, il publie en 1913 un modèle de la structure de l'atome mais aussi de la liaison chimique dans une série de trois articles dans la revue Philosophical magazine. Cette théorie présente l'atome comme un noyau autour duquel gravitent des électrons, les orbites les plus éloignées du noyau comprenant le plus d'électrons, ce qui détermine les propriétés chimiques de l'atome. Les électrons ont la possibilité de passer d'une couche à une autre, émettant un quantum d'énergie, le photon. Cette théorie est à la base de la mécanique quantique. Albert Einstein s'intéresse de très près à cette théorie dès sa publication. Ce modèle est confirmé expérimentalement quelques années plus tard.

### **1926 : Schrödinger**

publie son modèle de la structure de l'atome, modèle utilisé aujourd'hui.



L'équation de Schrödinger, conçue par le physicien autrichien Erwin Schrödinger en 1925, est une équation fondamentale en physique. Elle décrit l'évolution dans le temps d'une particule.



### **1927: Heisenberg**

Heisenberg est bien connu du monde des physiciens pour avoir développé un formalisme très puissant (quoique très hermétique !) pour la mécanique quantique : la "mécanique matricielle", qui a permis d'expliquer entre autres les spectres d'émission de la lumière par les atomes plus gros que l'hydrogène. Mais son nom reste surtout associé au principe d'incertitude, qu'il formula en 1927



## chimie et biochimie

### L'eau de Javel

L'eau de Javel (appelée aussi Javel) est une solution liquide oxydante fréquemment utilisée comme désinfectant et/ou comme décolorant.

#### Claude Louis Berthollet

Claude Louis Berthollet (*né à Talloires, en duché de Savoie, alors État du royaume de Sardaigne, le 9 décembre 1748 et mort à Arcueil le 6 novembre 1822*) est un chimiste français.



Elle est composée d'hypochlorite de sodium pur (NaClO), en solution aqueuse avec du sel (NaCl), résiduel du procédé de fabrication.

La réaction de fabrication de l'eau de Javel (NaClO) à partir de chlore et de soude (NaOH) est :



L'eau de Javel contenant des atomes de chlore, on dit souvent par extension que de l'eau javellisée est « chlorée », terme qui est imprécis, car l'acide chlorhydrique est également une solution chlorée, et l'odeur caractéristique de l'eau de Javel n'a rien à voir

avec l'odeur du dichlore.

## Historique

Le chlore a été découvert en 1774 par le chimiste suédois Scheele.

Claude Louis Berthollet étudie quelques années après les propriétés décolorantes du chlore et en tire un procédé de blanchiment des toiles utilisant une solution de chlorure et d'hypochlorite de potassium :

il vient d'inventer la "lessive de BERTHOLLET", bientôt dénommée eau de Javel suite à la localisation de son premier site de production, la manufacture de produits chimiques construite en 1777 dans le village de Javel à l'ouest de Paris, qui donnera son nom au produit.

À partir du XIXe siècle, l'eau de Javel est couramment utilisée comme désinfectant et pour le

### Les découvertes de Claude Louis Berthollet

On lui doit la découverte des propriétés décolorantes du chlore et une solution d'hypochlorite de sodium : il vient d'inventer l'eau de Javel. On lui doit aussi l'emploi du charbon pour purifier l'eau et la fabrication de plusieurs poudres fulminantes. Il fut, avec Antoine Lavoisier et Louis-Bernard Guyton-Morveau, un de ceux qui contribuèrent le plus à opérer une révolution en chimie. Il fut aussi avec Gaspard Monge l'un de ceux qui furent chargés pendant les guerres de la Révolution française de diriger la fabrication de la poudre et de multiplier les moyens de défense.

traitement de l'eau potable.

### Propriétés

L'eau de Javel a rapidement connu un vif succès comme **décolorant** (Auparavant, les toiles devaient être exposées au soleil pendant des mois pour les blanchir)..

En 1820, le pharmacien Antoine Germain Labarraque étudie les **qualités désinfectantes** des dérivés chlorés et des hypochlorites de potassium et de sodium. Il met au point une solution de chlorure et





d'hypochlorite de sodium qu'il appelle « liqueur de Labarraque ». En 1900, on appelait eau de Javel l'hypochlorite de potassium, et eau de Labarraque l'hypochlorite de sodium. Plus tard, le procédé de fabrication a remplacé le potassium par le sodium, sans changement de nom.

L'eau de Javel doit être conservée à l'abri de la lumière et de la chaleur.

## Pénicilline

Les pénicillines sont des antibiotiques bêta-lactamines. À la base, la pénicilline est une toxine qui provient de la moisissure *penicillium* provenant du champignon *Penicillium notatum* et qui est inoffensive pour l'homme.

Elles n'ont été introduites pour des thérapies qu'à partir de 1941 ou 1943, treize ans après leur découverte. La pharmacie allemande avait préféré pour sa part s'orienter dans la voie des sulfamidés. Elles sont utilisées dans le traitement d'infections bactériennes, principalement contre des germes gram-positifs.

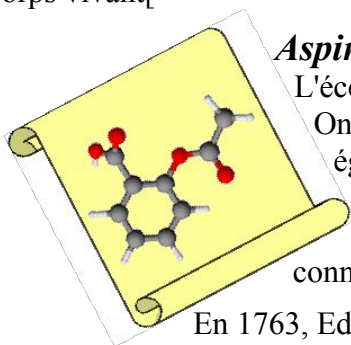
Elles furent officiellement découvertes, et en tout cas promues, par l'Écossais Sir Alexander Fleming le 3 septembre 1928 (pénicilline G) bien qu'un médecin français Ernest Duchesne ait réalisé en 1897 une thèse de médecine intitulée *Contribution à l'étude de la concurrence vitale chez les micro-organismes : antagonisme entre les moisissures et les microbes* qui étudiait en particulier l'interaction entre *Escherichia coli* et *Penicillium glaucum*. En 1940, une équipe de recherche britannique, dirigée par le scientifique australien Howard Florey, et son collègue né allemand Ernst Chain, a découvert comment employer la pénicilline pour tuer des germes dans un corps vivant[

### Sir Alexander Fleming



(6 août 1881, Lochfield (Ayrshire) - 11 mars 1955, Londres), est un biologiste et un pharmacologiste écossais. Il a publié de nombreux articles concernant la bactériologie, l'immunologie et la chimiothérapie.

Ses découvertes les plus célèbres sont celle de l'enzyme lysozyme en 1922 et celle d'une substance antibiotique appelée pénicilline qu'il a isolée à partir du champignon *Penicillium notatum* en 1928, découverte pour laquelle il a obtenu le Prix Nobel partagé avec Howard Walter Florey et Ernest Chain en 1945.



### Aspirine - Acide acétylsalicylique

L'écorce de saule est connue depuis l'Antiquité pour ses vertus curatives. On a retrouvé la trace de décoction de feuilles de saule dans un papyrus égyptien datant de 1550 av. J.-C. Hippocrate (460–377 av. J.-C.), médecin grec, conseillait déjà une préparation à partir de l'écorce du saule blanc pour soulager les douleurs et les fièvres. Les Romains connaissaient aussi ses propriétés, le nom latin du saule est *salix*.

En 1763, Edward Stone présente un mémoire devant la Royal Medicine Society sur l'utilisation thérapeutique de l'écorce du saule blanc contre la fièvre.



En 1829, Pierre-Joseph Leroux, un pharmacien français, après avoir fait bouillir de la poudre d'écorce de saule blanc dans de l'eau, tente de concentrer sa préparation ; il en résulte des cristaux solubles qu'il baptise salicyline (de salix).

Puis des scientifiques allemands purifient cette substance active, d'abord appelée salicyline, puis acide salicylique.

En 1835, Karl Löwig montre que l'acide spirique, extrait de la reine-des-prés, est chimiquement identique à l'acide salicylique.

On utilise cette préparation pour faire tomber la fièvre, soulager les douleurs et les rhumatismes articulaires, mais elle provoque des brûlures d'estomac.

En 1853, le chimiste strasbourgeois Charles Frédéric Gerhardt expérimente la synthèse de l'acide acétylsalicylique et dépose un brevet. Il meurt trois ans plus tard et ses travaux tombent dans l'oubli.

Adolph Wilhelm Hermann Kolbe (né à Elliehausen près de Hanovre le 27 septembre 1818 - mort à Leipzig le 25 novembre 1884) était un chimiste allemand.

En 1859, **Kolbe** réussit la synthèse chimique de l'acide salicylique, mais c'est Felix Hoffmann, chimiste allemand entré au service des laboratoires Bayer en 1894, qui, en octobre 1897, reprenant les travaux antérieurs de Charles Frédéric Gerhardt, trouve le moyen d'obtenir de l'acide acétylsalicylique pur et réalise sa production industrielle. Il s'en sert d'abord pour soigner son père, qui souffre de rhumatisme chronique. D'après des recherches de Walter Sneader de l'université de Strathclyde à Glasgow, c'était cependant le supérieur de Hoffmann, Arthur Eichengrün, qui eut l'idée de synthétiser l'acide salicylique.

Finalement, le brevet et la marque de l'aspirine sont déposés par la société Bayer en 1899, sous la dénomination « Aspirin ». La préparation arrive en France en 1908 et est commercialisée par la Société chimique des usines du Rhône. Cependant, après la Première Guerre mondiale, le Traité de Versailles stipule que la marque et le procédé de fabrication tombent dans le domaine public dans un certain nombre de pays (France, États-Unis... mais ils perdurent dans d'autres pays comme le Canada).

## Acide aminé

Un acide aminé est une molécule organique possédant un squelette carboné et deux fonctions : une amine (-NH<sub>2</sub>) et un acide carboxylique (-COOH). Les acides aminés sont les unités structurales de base des protéines.

Le premier de tous les acides aminés, *l'asparagine*, a été identifié en 1805 par deux chimistes français, **Pierre Jean Robiquet et Louis Nicolas Vauquelin**.

## Les protéines

Les protéines furent découvertes par le chimiste néerlandais **Gerhard Mulder** (1802-1880). Le terme protéine vient du grec ancien *prôtos* qui signifie premier, essentiel. Ceci fait probablement référence au fait que les protéines sont indispensables à la vie et qu'elles constituent souvent la part majoritaire (≈60%) du poids sec des cellules. Une autre théorie, voudrait que protéine fasse référence, comme l'adjectif protéiforme, au dieu grec Protée qui pouvait changer de forme à volonté. Les protéines adoptent en effet de multiples formes et assurent de multiples fonctions. Mais ceci ne fut découvert que bien plus tard, au cours du XXe siècle.

### Pierre Joseph Leroux

Né à Vitry-le-François le 25 mars 1795, il y est décédé le 20 mai

1870. Pharmacien, il fonde sa propre officine et mène des travaux de recherche. En 1829, il extrait de l'écorce de saule un principe actif contre la fièvre qu'il nomme la salicine ; elle fait merveille lors des essais qui sont conduits dans les hôpitaux de Paris. Il est fait chevalier de la légion d'honneur et une rue de Vitry porte son nom.



**1953 : Découverte de la structure de l'ADN par Watson et Crick.**  
*James Watson & Francis Crick*

Une des singularités de l'ADN est d'être formé de deux brins "complémentaires", semblables à une photographie et son négatif. C'est la clé du mécanisme de son dédoublement, ou réplication, qui se produit lors de la division cellulaire. Les deux brins complémentaires se séparent alors, et le négatif

de chaque brin est synthétisé. Ce processus engendre deux molécules d'ADN strictement conformes à la molécule initiale. Chacune de ces molécule-filles se distribue ensuite respectivement dans une des deux cellules issues de cette division.

[http://webapps.fundp.ac.be/umdb/wiki-bioscope/index.php/James\\_Watson\\_%26\\_Francis\\_Crick](http://webapps.fundp.ac.be/umdb/wiki-bioscope/index.php/James_Watson_%26_Francis_Crick)

