

Chimie... même pas peur !

Une exposition produite par La Turbine, le C.C.S.T.I. de Cran-Gevrier, avec des compléments de la Galerie Eurêka, le C.C.S.T.I. de Chambéry

du 26 février au 22 juin 2013

*L'exposition **Chimie... même pas peur !** propose aux visiteurs de découvrir autrement la chimie, cette science et cette industrie, si présente dans nos vies et pourtant si controversée.*

Faut-il avoir peur de la chimie ? Pour vous permettre de vous faire votre propre opinion, le journal de l'exposition vous apporte, en complément de l'exposition, quelques éléments sur l'histoire de cette science, ses bases théoriques et son industrie.

Chimie : les origines

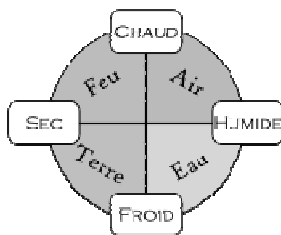
À quelle époque est apparue la chimie ? Difficile de donner une réponse à cette question : présente dans tout, de partout, la chimie est apparue progressivement et fait partie du quotidien des Hommes depuis l'aube de l'Humanité.

Un passé lointain

L'histoire de la chimie débute ainsi avec la maîtrise du feu, vers 400 000 ans av. J.-C., qui permet à l'Homme de réaliser les premières transformations contrôlées de la matière. Céramique, verre, métallurgie..., ces pratiques annoncent déjà le volet technique de la chimie, comme d'autres activités très anciennes, telles que la teinturerie, la fabrication de substances odoriférantes, de produits cosmétiques ou encore des remèdes plus ou moins complexes. L'Homme acquiert donc très tôt la capacité de transformer la matière à

son profit. Cependant, ces activités restent purement techniques et excluent encore toute réflexion sur la constitution de la matière.

Ce sont les philosophes grecs de l'Antiquité qui émettent à ce sujet les premières théories. L'une d'entre elles est la théorie des quatre éléments, diffusée par Aristote (384-322 av. J.-C.) au IV^e s. avant notre ère. Pour lui, toute matière est composée de quatre éléments, le feu, l'air, l'eau et la terre, qui se combinent en des proportions variables. À chacun de ces éléments sont associées deux qualités fondamentales. Comme chaque élément possède une qualité en commun avec deux autres, il suffit d'inverser une propriété pour obtenir un élément nouveau.



Les quatre éléments d'Aristote
Cette théorie dominera la science, et notamment l'alchimie, pendant près de deux millénaires.

Une autre théorie voit le jour à la même époque : la théorie atomiste. Elle est fondée par Leucippe et Démocrite (vers 460-370 av. J.-C.), dont la pensée est originale : pour eux, la matière est composée d'atomes, des particules insécables qui s'associent pour former des corps composés.

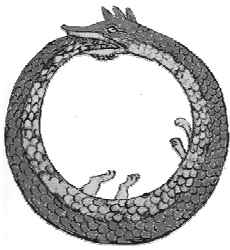
Cependant, ces deux théories sont à l'époque purement philosophiques, et se développent indépendamment des réalisations techniques contemporaines. Ce n'est en effet qu'avec l'alchimie, au Moyen Âge, que théorie et recherche expérimentale se réunissent enfin.

Mystérieuse alchimie

Il est difficile de chercher à donner une définition de l'alchimie en peu de mots. Il s'agit d'une discipline qui mêle à la fois des techniques tournant autour de la métallurgie et une recherche spirituelle.

La base de l'alchimie est la théorie d'Aristote qui explique, au moyen des quatre éléments et des qualités, la composition des choses. Mais l'alchimie ajoute à ceux-ci une nouvelle catégorie, les principes, au nombre de deux. Le Mercure, principe féminin, représente ce qui est passif, froid, malléable et volatil ; le Soufre, principe masculin, ce qui est actif, chaud et dur. Au XV^e s., un troisième principe est ajouté : le Sel, qui permet d'unir le Soufre et le Mercure et d'assurer la cohésion du résultat.

Tous les métaux sont censés se former au centre de la Terre, sous l'influence des planètes, par la combustion du Mercure et du Soufre. La nature du métal formé dépend de leurs proportions. Un métal vil comme le fer est riche en Mercure, tandis qu'un métal plus riche en Soufre, comme l'or, est qualifié de parfait.



Le serpent Ouroboros

Les manuscrits alchimiques sont souvent illustrés par le dragon Ouroboros qui se mord la queue, accompagné de la devise « Un est le tout ». L'unité de la matière ainsi symbolisée est l'une des bases de la doctrine alchimique.

Les conceptions alchimiques sur la constitution des métaux permettent donc d'envisager le passage d'un métal à l'autre en agissant sur les proportions relatives de Soufre et de Mercure : c'est la transmutation. C'est cet objectif qui justifie la mise en œuvre de manipulations pratiques. Contrairement au philosophe grec, l'alchimiste ne se satisfait donc pas de la pure spéculation intellectuelle, mais a recours à l'expérience. Les transmutations successives sont censées aboutir au Grand-Œuvre, la fameuse pierre philosophale capable de transformer par simple contact les métaux en or et de procurer à l'Homme l'élixir de longue vie. Cette réalisation doit également s'accompagner d'une purification de l'âme et d'une illumination spirituelle.

Malgré sa composante mystique, l'alchimie a véritablement enrichi notre connaissance du réel et constitue une étape fondamentale dans l'histoire de la chimie. En cherchant le Grand-Œuvre, les alchimistes ont peu à peu mis au point des opérations et des instruments qui sont toujours utilisés aujourd'hui. De plus, au cours de leurs nombreux essais de transmutation, ils ont découvert de nouveaux corps chimiques.

La naissance d'une chimie scientifique

À la Renaissance, l'alchimie entre dans une nouvelle phase, marquée par l'effervescence intellectuelle de l'époque. Sans toujours s'en rendre compte, les savants s'éloignent peu à peu de l'idéal alchimique. Ils se recentrent sur l'expérience, la

collection et la classification d'observations rigoureuses. Les découvertes se multiplient et, au XVII^e s., la rupture entre chimie et alchimie semble désormais accomplie. Cependant, d'un point de vue théorique, la confusion règne : il manque encore les bases nécessaires à la construction d'un raisonnement scientifique englobant toutes ces découvertes.

Le renouveau des théories se produit au XVIII^e s. La première d'entre elles est la théorie du phlogistique du chimiste allemand Georg Ernst Stahl (1660-1734). Elle permet alors d'englober toute la chimie de l'époque dans un ensemble cohérent et rationnel. Mais si, au début, les nombreuses découvertes s'inscrivent très confortablement dans le cadre de cette théorie, peu à peu, des incohérences apparaissent. Finalement, cette théorie est mise en défaut et abandonnée pour la théorie de l'oxydation du français Antoine Laurent de Lavoisier (1743-1794), considérée comme la véritable révolution qui donne naissance à la chimie moderne. La théorie de l'oxydation permet de rebâtir un champ de réflexion nouveau. La nomenclature se modernise, et les premières lois fondamentales de la chimie sont établies.

*"Rien ne se perd,
rien ne se crée,
tout se
transforme."*

**Lavoisier, père de la
chimie moderne**



Suite à cette révolution, les conceptions aristotéliennes des quatre éléments s'effondrent définitivement pour laisser la place à la théorie atomique du britannique John Dalton (1766-1844). Ce dernier est en effet convaincu que la matière est constituée de petites particules, les atomes, et que ceux-ci se combinent pour donner des particules composées. Cette théorie, bien qu'améliorée, est toujours

aujourd'hui la pierre angulaire de toute la chimie moderne.

Dès ce moment, les découvertes se multiplient rapidement et l'immense production scientifique du XIX^e et du XX^e s. permet ainsi de poser les bases fondamentales de la chimie, que nous allons à présent détailler.

Chimie : les bases

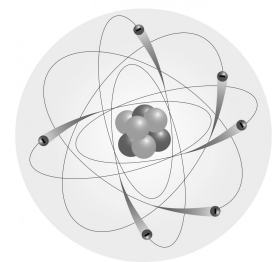
La chimie est la science qui étudie les éléments composant la matière, les atomes, et leurs assemblages par liaisons chimiques pour former les molécules. Elle a également pour objectif de prévoir et décrire les processus d'interaction entre les molécules : les réactions chimiques.

Voyage au cœur de l'atome

En chimie, l'atome est l'élément de base qui constitue toute la matière, des arbres en passant par le Soleil, l'eau, l'air, les roches ou encore le corps humain.

À l'heure actuelle, les chimistes pensent qu'un atome peut être modélisé par une structure présentant :

- un noyau central qui abrite des particules, les nucléons. Parmi ceux-ci, les protons sont de charge positive et les neutrons sont neutres.



Modèle de l'atome

- une zone sphérique centrée sur le noyau et dans laquelle il y a une certaine probabilité de trouver les électrons, chargés négativement.

Dans un atome, les particules positives, les protons, et les particules négatives, les électrons, sont présentes en même quantité. L'atome est donc électriquement neutre. Le nombre de protons est appelé le numéro atomique.

Le tableau de Mendeleïev

Les atomes ayant le même nombre de protons appartiennent à un même groupe appelé élément chimique, comme le chlore, le calcium, l'hélium, le fer, l'or, etc. Aujourd'hui, les scientifiques connaissent 118 éléments chimiques, dont 94 existent sur Terre à l'état naturel.

Le tableau périodique des éléments, appelé aussi tableau de Mendeleïev, du nom de son inventeur Dmitri Ivanovitch Mendeleïev en 1869, regroupe ces différents éléments en les classant selon leurs propriétés et leurs caractéristiques.



Dmitri Ivanovitch Mendeleïev
(1834-1907)

Ce tableau, visible grandeur nature dans l'exposition, est composé de 18 colonnes et de 7 lignes. Dans chaque ligne, les éléments sont rangés par ordre croissant de numéro atomique, c'est-à-dire par nombre de protons. Quant aux atomes disposés dans une même colonne, ils ont des propriétés chimiques semblables.

De l'atome à la matière

Certains éléments existent sous la forme d'atomes seuls dans la nature. Mais la plupart du temps, pour former la matière, les atomes se regroupent en des ensembles d'atomes appelés « molécules ». Il existe des millions de molécules différentes, toutes constituées à partir des 118 éléments présentés dans le tableau de Mendeleïev.

Dans la nature, ces molécules peuvent également interagir entre elles et donner lieu à ce que les scientifiques appellent communément des réactions chimiques. Depuis les travaux de Lavoisier, les scientifiques savent que la réaction chimique se fait sans

variation mesurable de la masse. Le nombre d'atomes est donc le même avant et après la réaction.

Aujourd'hui, sans que l'on en ait réellement conscience, ces réactions chimiques interviennent dans tous les aspects de notre vie quotidienne, notamment par l'intermédiaire des produits issus de l'industrie chimique.

Chimie : l'industrie

La chimie n'est pas qu'une science. C'est aussi une industrie florissante qui fabrique une multitude de produits, dont certains que nous utilisons tous les jours. Mais alors que ces produits sont omniprésents dans notre vie, paradoxalement, les citoyens sont de plus en plus méfiants envers eux. Crainte de la toxicité, peur de la pollution... Faut-il vraiment avoir peur de la chimie ?

Un quotidien chimique

La chimie a d'innombrables applications dans la vie de chacun, et plus globalement dans le fonctionnement de nos sociétés.

En effet, depuis deux siècles, la chimie a permis un grand nombre de progrès. Ainsi, dans le domaine de la santé, la synthèse de produits pharmaceutiques a permis de guérir de nombreuses maladies et de sauver des millions de vies humaines. Elle a également influencé notre mode de vie, avec par exemple la mise sur le marché des contraceptifs. La découverte et l'utilisation des pesticides et des engrais ont favorisé l'augmentation de la quantité des denrées alimentaires de façon spectaculaire, ainsi que leur qualité. La création de nouveaux matériaux a modifié l'habillement (fibres textiles synthétiques), l'hygiène (détergents, produits de soin), l'habitat (isolants, polymères, peintures), les transports, l'électronique, etc. Toutes ces avancées ont sans conteste contribué, au cours du seul XX^e s., à un accroissement de l'espérance de vie d'environ 60%, parallèlement à une augmentation de la population mondiale de 1,6 à 6 milliards d'individus.

Cette chimie qui fait peur

Mais malgré tous ces progrès et le caractère incontournable de la chimie, son image auprès de la majeure partie de la population est aujourd'hui celle d'une industrie polluante et dangereuse, responsable de nombreuses nuisances. Il faut dire que des catastrophes industrielles, comme celle de Seveso en Italie en 1976, de Bhopal en Inde en 1984 ou d'AZF à Toulouse en 2001 ont marqué les esprits.



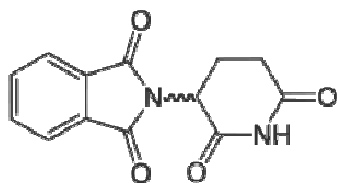
Les gaz de combat

L'image négative dont souffre l'industrie chimique est également due à ses applications militaires. Depuis la Première Guerre mondiale, de nombreux pays ont développé et parfois utilisé des armes chimiques.

Cependant, si les événements évoqués précédemment sont terribles, ce n'est pas la composante de la chimie qui inquiète le plus. Ce que la population redoute par-dessus tout, ce sont les dégâts causés par les produits chimiques mais qui ne sont appréhendés qu'*a posteriori*, lorsqu'ils sont devenus irréversibles.

De nombreux scandales, tels que celui de l'amiante ou ceux de certains médicaments comme la thalidomide, ont nourri cette crainte. S'ajoute à cela la peur de la pollution engendrée par la production industrielle de masse. Les scientifiques estiment en effet que, depuis un siècle, notre société industrialisée aurait introduit dans l'environnement près de 100 000 produits chimiques divers.

Il n'est donc pas étonnant qu'aujourd'hui les citoyens craignent d'être potentiellement exposés, sans le savoir, à des molécules toxiques. Si elle veut changer son image, l'industrie chimique doit donc répondre plus efficacement aux attentes sociétales modernes.



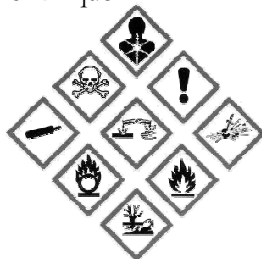
Molécule de Thalidomide

De 1958 à 1961 ce sédatif a été prescrit aux femmes enceintes pour combattre les nausées. Or, ingéré durant le début de la grossesse, il empêchait le fœtus de se développer correctement.

La maîtrise du risque chimique

Face à l'inquiétude des citoyens, des progrès significatifs ont déjà été faits en matière de maîtrise du risque chimique. Ainsi, pour contrôler l'utilisation des produits chimiques les plus dangereux, la communauté européenne s'est dotée d'une nouvelle législation, le règlement REACH, entré en application en 2007. Les entreprises qui produisent ou importent plus d'une tonne d'une substance chimique doivent enregistrer cette substance dans une base de données centrale gérée par une agence européenne des produits chimiques, et fournir ses caractéristiques et ses usages.

L'objectif est d'examiner de près les projets qui pourraient avoir un impact sur la santé des consommateurs ou sur l'environnement. Il s'agit d'une avancée majeure en chimie industrielle puisqu'elle formalise la responsabilité des producteurs et des utilisateurs de produits chimiques et permet de maîtriser le risque chimique.



Pictogrammes d'étiquetage des produits dangereux

De plus, depuis la prise de conscience de la nécessité d'un développement durable de nos sociétés, divers programmes pour l'environnement ont été mis en place. L'industrie chimique n'échappe pas à la règle et la mise en œuvre d'une chimie plus respectueuse de l'environnement s'impose aujourd'hui : c'est la chimie verte, qui doit consommer moins de matières premières, moins d'énergie, générer moins de déchets et être moins dangereuse. Cette révolution, déjà en marche, s'appuie sur de nouveaux concepts et méthodes.

De manière schématique, l'activité d'une industrie chimique peut se décrire de la manière suivante : à partir de matières premières, le plus souvent d'origine fossile, et d'énergie, les chimistes réalisent des transformations chimiques qui conduisent au produit souhaité, mais aussi à des émissions de gaz et à des déchets. Ceux-ci ont un impact sur l'environnement, mais également sur l'économie, puisque le traitement des rejets peut atteindre 40 % du coût global d'un procédé. De plus, la conception d'un produit est faite de manière à ce qu'il réponde aux fonctions auxquelles il est destiné, sans se préoccuper de son devenir après utilisation.

Dans une industrie chimique idéale, le scénario serait différent : les produits et les procédés seraient conçus pour avoir le minimum d'impact sur l'environnement. Cela suppose le développement de processus de production propres et économes, pour réduire voire éliminer la production de rejets gênants ou dangereux (gaz à effet de serre, matières toxiques, etc.). La prise en compte de toutes les étapes de la vie du produit est également nécessaire : il convient de concevoir

des produits plus performants, mais aussi moins toxiques et dégradables après usage.

En 1998, les chimistes américains Paul Anastas et John C. Warner, appartenant à l'EPA (Environmental Protection Agency), ont proposé 12 principes pour mettre en pratique cette chimie moderne. L'application de tous ces principes de façon concomitante est actuellement encore très difficile : c'est un véritable défi pour les chimistes, mais qui devrait engendrer à terme de nombreuses innovations bénéfiques pour l'Humanité.



La chimie verte pourrait apporter des solutions majeures pour la production d'eau potable, d'aliments, d'énergie... Tout en préservant l'environnement, la biodiversité et les ressources.

*Face à l'image négative dont la chimie souffre habituellement dans l'opinion publique, l'exposition **Chimie... même pas peur!** est l'occasion de mieux comprendre les enjeux actuels qui lui sont liés.*

Présente dans tout, de partout, la chimie nous a permis de comprendre le monde et d'améliorer de façon significative nos conditions de vie. À ce jour, elle reste l'une des activités humaines les plus fructueuses, à condition bien sûr de savoir en maîtriser les excès.

Et si, depuis le début du XX^e s., l'industrie chimique est à l'origine de nombreuses pollutions, elle est paradoxalement aujourd'hui un de nos meilleurs espoirs pour un développement durable de nos sociétés.

Document réalisé par l'équipe médiation de la Galerie Eurêka

Galerie Eurêka - C.C.S.T.I. de la Ville de Chambéry
Hôtel de Ville BP 1105
73 011 CHAMBERY cedex
tel : 04-79-60-04-25

e-mail : galerie.eureka@ccsti-chambery.org
Site Internet : www.chambery.fr/galerie.eureka