
CHAPITRE 1

À l'époque des Grecs

Remontons un peu le temps et partons en Grèce, il y a près de trois mille ans. Des sages s'efforcent alors de comprendre notre monde. De quoi est-il composé ? Comment fonctionne-t-il ?

Pythagore

Pythagore est un philosophe et un mathématicien. Il vit au VI^e siècle av. J.-C. : il apprécie tout particulièrement la géométrie. Comme les autres philosophes grecs, il réfléchit beaucoup au monde qui l'entoure et aimerait savoir ce qui le constitue.

Pythagore est convaincu qu'il existe **quatre éléments : la Terre, l'Eau, l'Air et le Feu**. Il affirme même que, à chacun de ces éléments, on peut associer une forme géométrique : il représente la Terre par un cube, le Feu par un tétraèdre (quatre faces ayant chacune la forme d'un triangle équilatéral), l'Air par un octaèdre (huit faces triangulaires) et l'Eau par un icosaèdre (20 faces triangulaires).

Grâce à l'association de ces diverses formes, Pythagore espère expliquer la formation de toute la matière du monde ! Il va même jusqu'à employer le terme de « **molécule** » pour désigner des éléments infiniment petits. Ce mot même est encore employé aujourd'hui... bien que, comme nous le verrons, il ne désigne pas la même chose qu'à l'époque des Grecs.

La théorie des quatre éléments a beaucoup de succès !

La théorie des quatre éléments est reprise dans le monde grec par **Empédocle** (490-435 av. J.-C.) puis par **Platon** (427-348 av. J.-C.). **Aristote** (384-322 av. J.-C.), imagine même un cinquième élément. Aristote est en effet convaincu que le vide n'existe pas dans la nature, et que tout ce qui semble vide est rempli de ce cinquième élément qu'il appelle « Éther ».

Le mot « atome » apparaît

Le Grec **Leucippe** vit à la même époque qu'Empédocle. Il croit, lui aussi, qu'il existe quatre éléments, mais, contrairement aux autres philosophes, Leucippe pense que la matière peut être fragmentée jusqu'à ce que... l'on rencontre des particules que l'on ne peut plus partager, ou couper.

Ces particules « indivisibles » et « insécables », il s'agit désormais de leur trouver un nom. En Grec, « couper » s'écrit *τεμνειν* et se lit « temnein ».

C'est à partir de ce verbe que Leucippe construit le mot « a-tome ». Pour les Grecs, un atome, c'est donc une particule « qui ne se coupe pas ».

La notion d'atome vient de naître !

Les philosophes « atomistes »

Les idées de Leucippe sont partagées en Grèce par **Démocrite** (460-370 av. J.-C.) et par **Épicure** (341-270 av. J.-C.). Par la suite, elles se propagent dans le monde romain, grâce à **Lucrece** (98-55 av. J.-C.). Tous ces philosophes sont convaincus de l'existence des atomes.

- ✓ L'atome tel que l'imaginait Leucippe a peu de points communs avec l'atome que nous connaissons aujourd'hui et que nous présenterons dans la suite du livre. Les scientifiques du XVIII^e siècle choisiront malgré tout le même mot d'« atome » pour désigner les constituants de la matière. C'est pour cette raison que l'on considère que c'est dans l'Antiquité que la notion d'atome est née.

- En Orient, le système de philosophie indienne Vaisheshika (qui est l'un des six systèmes de la philosophie hindoue) affirmait que toutes les substances matérielles se réduisaient à un certain nombre d'atomes. Or ces atomes étaient des atomes de Feu, de Terre, d'Air et d'Eau ! Il est surprenant de voir, dans cette philosophie créée à des milliers de kilomètres de la Grèce, la notion d'atome coexister avec la théorie des quatre éléments.

CHAPITRE 2

L'avis des chimistes

Ce sont les chimistes qui, au XVIII^e siècle, ont reparlé des atomes...

Qu'est-ce que la chimie ?

Quand on entend le mot « chimie », on imagine, le plus souvent, un scientifique vêtu d'une blouse blanche qui, dans son laboratoire, réaliserait des expériences plus ou moins spectaculaires. Pourtant, il n'est pas nécessaire de disposer d'éprouvettes ou de fioles pour observer des réactions chimiques. La vie quotidienne regorge d'exemples : il suffit de savoir regarder autour de soi.

La chimie au quotidien

Si l'on oublie, sur une table, un quartier de pomme pendant quelques heures, celui-ci se met à brunir : il se produit à sa surface une réaction chimique appelée oxydation. De même, si l'on abandonne un clou en fer dans un verre d'eau, on constate que celui-ci se recouvre de rouille. Cette rouille provient de la transformation chimique du fer qui s'est oxydé.

Citons un autre exemple : lorsqu'un vigneron transforme, dans ses caves, le jus des raisins de sa vigne pour en faire du vin, il attend que se produise une réaction chimique au cours de laquelle le sucre du

jus de raisin deviendra de l'alcool. Et si, par la suite, le vin venait à se transformer en vinaigre, alors l'alcool présent dans le vin deviendrait un acide...

**« Rien ne se perd, rien ne se crée,
tout se transforme... »**

Ces mots auraient été prononcés au XVIII^e siècle par un chimiste français nommé Antoine Laurent de Lavoisier (1743-1794). Quelques années après la mort de celui-ci, un autre chimiste, le Britannique John Dalton affirme que : « Tout corps chimique est constitué de petites particules individuelles appelées **atomes**, qui ne peuvent ni être créées, ni être détruites, mais qui s'associent pour former des **molécules**. »

Ainsi peut-on comparer la chimie à un jeu de construction : au cours d'une réaction chimique, des édifices (les **molécules**) sont détruits, et les pièces du jeu (qui représentent les **atomes**) sont toutes réutilisées pour bâtir d'autres édifices (c'est-à-dire d'autres molécules).

- ✓ **Au cours d'une réaction chimique, aucun atome ne se perd, aucun atome ne se crée, mais les molécules se transforment...**

Dans l'exemple que nous venons de citer, lorsque le vin se transforme en vinaigre, l'alcool disparaît, mais les atomes qui constituent la molécule d'alcool n'ont pas été détruits : ils se sont simplement réorganisés, ils ont été réagencés au sein de molécules différentes. Les atomes de Carbone, d'Oxygène et d'Hydrogène sont, en effet, les constituants de l'éthanol (l'alcool qui est présent dans le vin), du fructose (le sucre qui se trouve dans le raisin) mais aussi de l'acide éthanoïque (l'acide que l'on rencontre dans le vinaigre). Ce sont donc exactement les mêmes « pièces », c'est-à-dire les mêmes atomes qui constituent le sucre du jus de raisin, l'alcool du vin et l'acide du vinaigre.

<p>Une molécule d'éthanol est constituée de deux atomes de Carbone, six atomes d'Hydrogène et un atome d'Oxygène. Sa formule est C_2H_6O</p>	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{H} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ <p>Représentation d'une molécule d'éthanol CH_3CH_2OH</p>
<p>Une molécule de fructose est formée de six atomes de Carbone, douze atomes d'Hydrogène et six atomes d'Oxygène. Sa formule est $C_6H_{12}O_6$</p>	$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OH} \quad \quad \text{CH}_2\text{OH} \\ \quad \quad \quad \\ \text{C} \quad \quad \quad \text{O} \quad \quad \quad \text{C} \\ / \quad \backslash \quad / \quad \backslash \\ \text{H} \quad \quad \text{H} \quad \text{OH} \quad \text{C} \\ \quad \quad \quad \quad \backslash \\ \text{C} \quad \quad \text{C} \quad \quad \text{OH} \\ \quad \quad \\ \text{OH} \quad \quad \text{H} \end{array}$ <p>Représentation d'une molécule de fructose</p>
<p>Une molécule d'acide éthanoïque est formée de deux atomes de Carbone, quatre atomes d'Hydrogène et deux atomes d'Oxygène. Sa formule est $C_2H_4O_2$</p>	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \quad \quad \text{O} \\ \quad \quad \quad // \\ \text{H}-\text{C}-\text{C} \\ \quad \quad \backslash \\ \text{H} \quad \quad \text{OH} \end{array}$ <p>Représentation d'une molécule d'acide éthanoïque CH_3COOH</p>

- ✓ Une molécule d'eau est composée de deux atomes d'Hydrogène (le symbole de l'Hydrogène est H) et d'un atome d'Oxygène (de symbole O). On la note H_2O .
- ✓ Dans un litre d'eau on compte trente millions de milliards de milliards de molécules d'eau !

CHAPITRE 3

Ces unités de longueur qui mesurent l'atome

Nanomètre, picomètre, femtomètre... des unités de longueur à l'échelle des atomes

Imaginons que nous puissions rassembler, en file indienne, six milliards d'atomes.

Six milliards, c'est le nombre d'hommes et de femmes qui vivent actuellement sur notre Terre. Or, si nous alignions, côte à côte, tous ces individus qui peuplent notre planète, nous obtiendrions une chaîne humaine dix fois plus longue que la distance qui sépare la Terre de la Lune !

Et si nous mesurions la longueur occupée par six milliards d'atomes ? Dans ce cas, nous trouverions un résultat d'un tout autre de grandeur : trois mètres, tout au plus, suivant les atomes utilisés...

Autant dire que le mètre, ou même le millimètre, est une unité bien peu pratique quand il s'agit de mesurer les dimensions **d'un seul** atome !

Quelle unité de longueur adopter pour décrire un atome ?

Un **millimètre**, c'est un millième de mètre. Autrement dit, un mètre contient mille millimètres. C'est le préfixe « **milli** », accolé au nom « mètre », qui nous fournit ce renseignement. Sur le même modèle, les scientifiques ont ensuite construit d'autres préfixes pour créer les unités du monde microscopique et de l'infiniment petit...

Ainsi le **micromètre**, que l'on appelle parfois **micron** contient le préfixe « **micro** ». « **Micro** », comme microscopique, bien sûr... mais surtout parce que, à l'origine, le mot grec « micros » (μικρος) signifiait petit !

Un **micromètre**, c'est un millième de millimètre : il y a donc mille micromètres à l'intérieur d'un millimètre, et un million de micromètres à l'intérieur d'un mètre. Les bactéries mesurent quelques micromètres. Un microscope est nécessaire pour pouvoir les observer : elles sont microscopiques, c'est-à-dire invisibles à l'œil nu.

Mais, **l'échelle du micromètre est encore trop grosse pour décrire un atome**. En effet, l'atome est dix mille fois plus petit qu'une bactérie ou qu'une cellule : il ne faut pas espérer l'observer avec un microscope optique classique ; l'atome est bien trop minuscule pour cela !

Les atomes, cela fait moins de trente ans que l'on est capable de les observer. C'est, en effet, l'invention du microscope à effet tunnel, qui, en 1982, a rendu possible la visualisation des structures de dimensions **nanométriques**.

« **Nano** », un nouveau préfixe, créé, lui aussi, à partir d'une racine grecque.

En grec, « nano » (νανος) signifie « nain », et le **nanomètre**, qui est mille fois plus petit que le micromètre, représente la taille des groupements d'atomes que l'on utilise dans les nanotechnologies (cf. p. 90).

Le nanomètre serait-il l'unité de longueur des atomes ?

Notons que les atomes mesurent moins d'un nanomètre. Le plus souvent, on utilise donc une unité mille fois plus petite que le nanomètre : il s'agit du « **picomètre** » (de l'italien « piccolo » : petit). Ainsi peut-on dire qu'un atome d'Or a pour dimension 0,144 nanomètre ou 144 picomètres. Les deux écritures sont équivalentes.