

# La matière.

## De quoi est faite la matière ?

- La plus petite structure de la matière est appelée *atome*, ce qui signifie littéralement “qui ne peut être divisé”. On recense une centaines d’atomes différents, dont l’hélium, l’hydrogène, l’oxygène, l’azote, l’or, l’uranium...
- Les propriétés de la matière sont déterminées par les atomes qui la composent : couleur, masse...
- Plusieurs atomes peuvent s’assembler pour former une *molécule*. Une molécule peut aller de quelques atomes (deux pour le dioxygène, trois pour le dioxyde de carbone (gaz carbonique, deux atomes d’oxygène et un atome de carbone) ou pour l’eau (deux hydrogène et un oxygène)) jusqu’à plusieurs centaines d’atomes.

Un corps est dit *pur* s’il n’est fait que d’un seul type de constituants (un seul type d’atome ou un seul type de molécule). L’inverse d’un corps pur est un mélange.

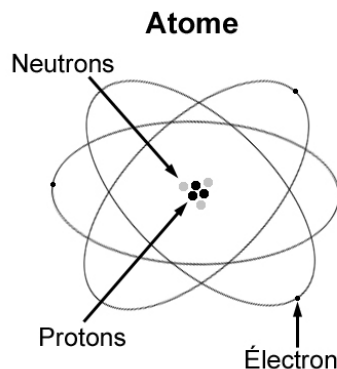
Un corps est dit *simple* s’il n’est fait que d’un seul type d’atome, et non de molécules.

Ainsi, l’eau peut être un corps pur si rien n’est mélangé avec, mais n’est pas un corps simple car constituée de deux types d’atomes. Le fer est un corps simple, car constitué uniquement d’atomes de fer, mais l’acier, mélange d’atomes de fer et d’atomes de carbone n’est pas un corps simple.

## De quoi est fait un atome ?

Le modèle de Rutherford (années 1910) n’est pas le plus récent, mais il permet une première approche de la structure de l’atome.

- Un atome est constitué de deux parties : le *noyau* et le *cortège électronique*.
  - Le cortège électronique est composé de un ou plusieurs *électrons* qui tournent autour du noyau. Attention à ne pas parler ici d’électrons “gravitant” autour du noyau : la force à l’oeuvre n’est pas du tout la force de gravitation, mais la force électromagnétique. Les électrons portent une charge électrique qu’on appelle *charge élémentaire*. Cette charge est notée  $-e$ .
  - Le noyau est composé de *protons* et de *neutrons*. Les protons sont chargés positivement, d’une charge exactement opposée à celle de l’électron : ils portent la charge  $+e$ . Les neutrons sont électriquement neutres : ils ne portent pas de charge.



- Le noyau est de très petite taille, et les électrons en sont assez éloignés (voir ci dessous). Entre les deux, il n’y a rien du tout. La matière est donc en grande partie constituée de vide.
- Les caractéristiques d’un atome ne dépendent que du nombre de protons dans le noyau. On classe habituellement les atomes par nombre de protons croissants. 1: Hydrogène. 2:Hélium. 3:Lithium. 8:Oxygène. 92:Uranium.
- En revanche, le nombre de neutrons n’intervient pas. Un atome constitué de 92 protons et de 133 neutrons est de l’uranium au même titre qu’un atome constitué de 92 protons et de 136 neutrons. On parle alors de l’uranium 235 et de l’uranium 238.
- Dans l’ensemble, un atome ne doit pas présenter de charge: la matière est électriquement neutre. Il doit donc y avoir exactement autant d’électrons dans le cortège que de protons dans le noyau. Il arrive cependant qu’un atome cède un électron ou en gagne un, devenant alors chargé. Mais dans ce cas, il y a forcément quelque part un atome qui récupère ou cède ces électrons, et qui porte de ce fait la charge opposée.

### Quelles sont les tailles de ces structures ?

- Un noyau peut être représenté par une sphère de rayon  $10^{-15}m = 0.000000000000001m$ . Si le noyau était agrandi jusqu’à mesurer un mètre, nous ferions plusieurs années-lumières de taille.
- L’atome peut être mis dans une sphère de rayon  $10^{-10}m = 0.0000000001m$ . Si le noyau était agrandi jusqu’à la taille d’une noix, les électrons se trouveraient à  $1km$  de distance.
- Les molécules peuvent avoir des tailles très variables, de quelques nanomètres jusqu’à plusieurs mètres.

### De quand date cette conception de la matière ?

L’idée de particules extrêmement petites composant la matière date de l’antiquité (en particulier chez Epicure, environ 300 ans avant JC). Mais il s’agit alors d’un concept philosophique, ne s’appuyant évidemment sur aucun résultat expérimental.

Pendant longtemps, on a également considéré une théorie des éléments, selon laquelle la matière était composée d’eau, de feu, d’air et de terre. Autour du  $XVII^e - XVIII^e$ , le développement de la chimie a permis des observations successives en faveur d’un modèle particulière. L’atome est définitivement adopté au  $XIX^e$ , et différents modèles sont avancés au cours du  $XX^e$  en s’appuyant sur plusieurs découvertes :

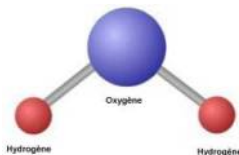
- La *découverte de l’électron* par Joseph Thomson (1897) donne naissance au modèle du “flan aux pruneaux” : l’atome est une sphère chargée positivement, truffée de grains de matière chargée négativement : les électrons.
- L’*expérience de Rutherford* (1911) identifie le proton, et met en évidence la structure globale de l’atome : un petit noyau, un cortège éloigné, et rien entre les deux. Rutherford envisage alors le modèle planétaire de l’atome, expliqué plus haut.
- Pour satisfaire aux lois de la *mécanique quantique*, Niels Bohr propose un nouveau modèle en 1913. Ce modèle a la même apparence que le modèle planétaire, mais décrit plus précisément la trajectoire des électrons.
- Le *modèle actuel* est celui de Schrödinger, avancé dans les années 30. Les électrons ne forment plus des orbites autour du noyau, mais sont représentés sous la forme d’un nuage, plus ou moins dense selon leur probabilité de présence.
- Enfin, la tardive *découverte du neutron* par Chadwick date de 1932.

## La Matière - En classe.

La notion d'atome dépasse bien évidemment de loin le cadre des sciences en primaire, il ne s'agit donc pas de proposer des explications théoriques aux enfants. Comprendre les modèles atomiques permet par contre de mieux comprendre la température et les changements d'état, donc de mieux les expliquer.

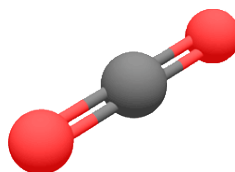
Par contre, les enfants ont parfois entendu parler de certains atomes, ou de certaines molécules. En particulier,

L'eau: formule  $H_2O$ , soit 2 atomes d'hydrogène (en rouge) reliés à un atome d'oxygène (en bleu)



La présence d'eau peut être mise en évidence par du sulfate de cuivre anhydre. Il s'agit d'une poudre blanche qui devient d'un bleu intense en présence d'eau (l'huile par exemple ne l'affecte pas).

Le dioxyde de carbone, appelé gaz carbonique. Formule  $CO_2$ , soit 2 atomes d'oxygène (en rouge) reliés à un atome de carbone (en noir)



Des expériences simples permettent de mettre en évidence la présence de dioxyde de carbone, en particulier dans l'air expiré ou les boissons gazeuses:

- Ce gaz permet d'éteindre une bougie, contrairement à l'air ambiant, riche en oxygène. On peut souffler de l'air sur une bougie avec une pompe à vélo pour s'en rendre compte.
- L'eau de chaux est un liquide incolore, qui se trouble en présence de gaz carbonique. L'air soufflé par une pompe à vélo ne l'affecte pas.