

Origine de la matière

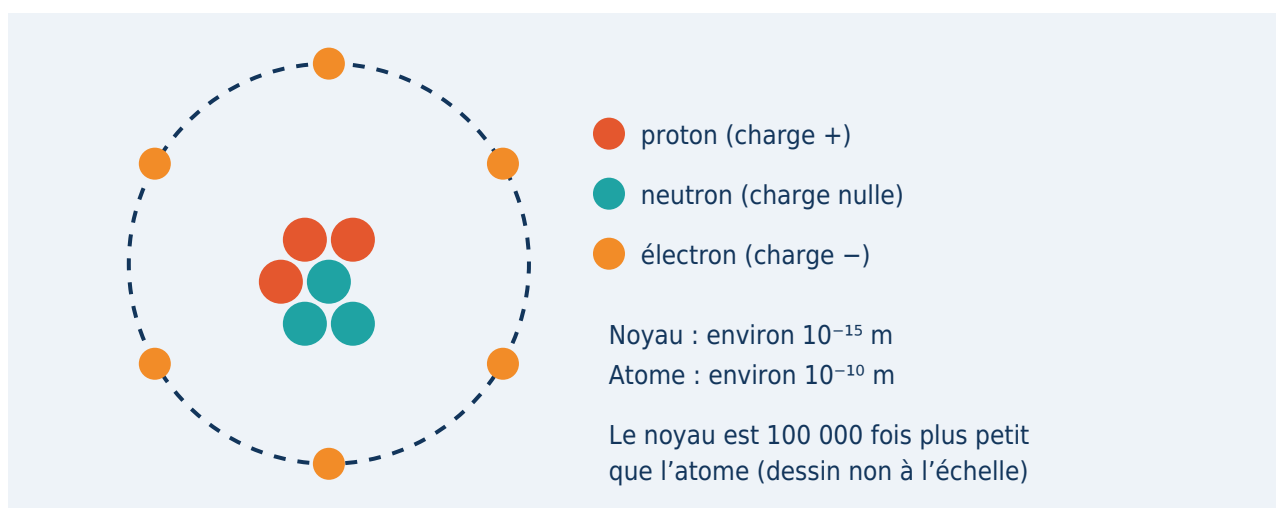
Cours de sciences physiques - niveau 3e

*Le fer d'un clou, le carbone de ton crayon, l'oxygène que tu respires : d'où viennent tous ces atomes ? En classe de 3e, on découvre que l'**origine de la matière** se lit dans la structure de l'atome et dans l'histoire de l'Univers : certains atomes datent du Big Bang, d'autres sont fabriqués au cœur des étoiles.*

Ce cours est à **télécharger en PDF et à imprimer gratuitement** : le bouton se trouve en bas de la page, sans inscription.

L'atome, brique de la matière

Toute la matière est constituée d'**atomes**. Un atome comprend un **noyau**, situé en son centre, entouré d'**électrons** qui se déplacent autour. Le noyau est formé de deux types de particules : les **protons**, de charge électrique positive, et les **neutrons**, sans charge. Protons et neutrons sont appelés des **nucléons**. Un électron porte une charge négative, égale à l'opposée de celle d'un proton.



Atome de carbone : 6 protons et 6 neutrons dans le noyau, 6 électrons autour.

Un atome est **électriquement neutre** : il possède autant d'électrons que de protons. Entre le noyau et les électrons, il n'y a que du vide : le noyau est environ 10^5 fois plus petit que l'atome, mais il concentre presque toute sa masse. Un nucléon pèse environ $1,67 \times 10^{-27}$ kg, soit près de 1 800 fois plus qu'un électron ($9,1 \times 10^{-31}$ kg).

Élément chimique, numéro atomique et nombre de nucléons

Un **élément chimique** est défini par le nombre de protons de son noyau. Ce nombre

s'appelle le **numéro atomique**, noté **Z**. Tous les atomes de numéro atomique 6 sont des atomes de carbone, quel que soit leur nombre de neutrons. Le nombre total de nucléons est noté **A**.

FORMULE À RETENIR

$$\text{nombre de neutrons} = A - Z$$

Pour un atome neutre : nombre d'électrons = nombre de protons = Z. Le noyau se note A_ZX , où X est le symbole de l'élément (par exemple ${}^{12}_6C$).

Élément	Symbole	Z	A	Neutrons (A - Z)
Hydrogène	H	1	1	0
Hélium	He	2	4	2
Carbone	C	6	12	6
Oxygène	O	8	16	8
Sodium	Na	11	23	12
Fer	Fe	26	56	30

EXEMPLE

Le noyau du sodium s'écrit ${}^{23}_{11}\text{Na}$: il contient **11 protons**, $23 - 11 = \mathbf{12}$ **neutrons**, soit 23 nucléons. L'atome neutre possède **11 électrons**.

Deux atomes d'un même élément qui n'ont pas le même nombre de neutrons sont des **isotopes** : le carbone 12 (6 neutrons) et le carbone 14 (8 neutrons) ont le même numéro atomique $Z = 6$ mais pas le même A.

L'origine de la matière : le Big Bang

Selon le modèle du **Big Bang**, l'Univers est né il y a environ 13,8 milliards d'années d'un état extrêmement chaud et dense, puis s'est dilaté et refroidi. En quelques minutes, des protons et des neutrons se sont assemblés pour former les premiers noyaux : surtout des noyaux d'**hydrogène** et d'**hélium**. Environ 380 000 ans plus tard, ces noyaux ont capturé des électrons : les premiers atomes sont apparus.



Temps qui passe (durées non proportionnelles)

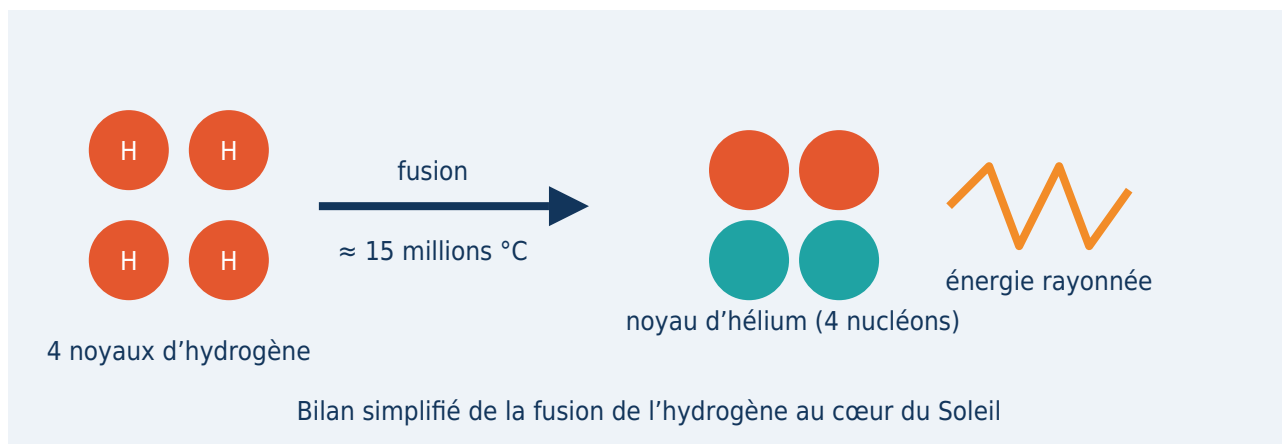
Grandes étapes de la formation de la matière, du Big Bang au système solaire.

PROPRIÉTÉ

Après le Big Bang, la matière ordinaire est composée en masse d'environ **75 % d'hydrogène et 25 % d'hélium**. Les autres éléments (carbone, oxygène, fer...) n'existaient pas encore, ou seulement en traces infimes.

Les étoiles fabriquent de nouveaux éléments

Dans le cœur d'une étoile, la température atteint des millions de degrés. Des noyaux d'hydrogène **fusionnent** pour former des noyaux d'hélium, en libérant une énorme quantité d'énergie : c'est cette **fusion nucléaire** qui fait briller le Soleil (environ 15 millions de degrés au centre).



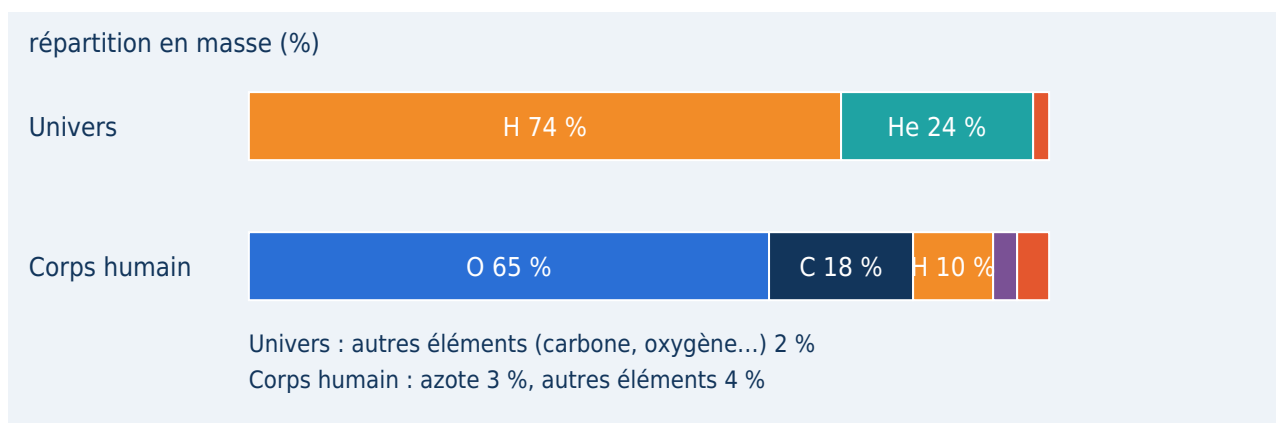
La fusion de l'hydrogène en hélium libère l'énergie rayonnée par les étoiles.

Quand une étoile massive épuise son hydrogène, de nouvelles fusions forment des noyaux plus lourds : **carbone, azote, oxygène, silicium, jusqu'au fer**. Les éléments plus lourds que le fer, comme l'or ou l'uranium, se forment lors d'événements violents : l'explosion d'une étoile massive (**supernova**) ou la collision d'étoiles très denses. Ces explosions dispersent ensuite les atomes dans l'espace.

D'où vient la matière qui nous entoure ?

Il y a 4,6 milliards d'années, un nuage de gaz et de poussières, enrichi par les atomes issus d'étoiles disparues, s'est effondré sur lui-même pour former le Soleil et les planètes. La _____

Terre et les êtres vivants contiennent donc des atomes forgés dans des étoiles : nous sommes faits de « poussières d'étoiles ». Les proportions diffèrent beaucoup selon l'endroit où l'on regarde.



Dans l'Univers, l'hydrogène et l'hélium dominent ; le corps humain est surtout fait d'oxygène, de carbone, d'hydrogène et d'azote.

ERREUR FRÉQUENTE

Ne confonds pas **atome** et **élément chimique** : un atome est une particule, l'élément est défini par Z . Autre erreur : croire que la masse de l'atome est répartie sur tout son volume ; elle est presque entièrement dans le **noyau**. Enfin, le Big Bang n'a pas créé l'or ni le fer.

L'essentiel à retenir

- Un atome est neutre : un noyau (protons + neutrons = nucléons) entouré d'autant d'électrons que de protons.
- Le noyau est environ 10^5 fois plus petit que l'atome et concentre presque toute la masse.
- Un élément chimique est défini par Z , son numéro atomique ; neutrons = $A - Z$.
- Le Big Bang a donné surtout de l'hydrogène et de l'hélium (environ 75 % et 25 % en masse).
- Les étoiles fabriquent de l'hélium, puis des éléments jusqu'au fer ; les éléments plus lourds naissent dans les explosions d'étoiles.
- Les atomes de la Terre et des êtres vivants ont été formés dans des étoiles.