

1 Les éléments chimiques dans l'Univers

A La composition chimique de l'Univers

- ◆ L'Univers est formé de 118 **éléments chimiques** différents. L'hydrogène ${}^1_1\text{H}$ est l'élément chimique le plus abondant : il représente à lui seul près de 75 % des atomes présents dans l'Univers.
- ◆ Sur Terre, on a observé 94 éléments chimiques à l'état naturel, 24 autres ont été créés artificiellement.

B La répartition des éléments chimiques

- ◆ Les éléments sont répartis de manière inégale dans l'Univers : on trouve majoritairement de l'hydrogène et de l'hélium dans les étoiles, tandis que la Terre est formée principalement d'oxygène et de silicium.

2 Les réactions nucléaires

A La fusion, à l'origine de la synthèse des noyaux

- ◆ Selon les théories les plus récentes, les premiers atomes ont été formés quelques minutes après le « Big Bang ». L'Univers était alors extrêmement chaud (10^9 K) et dense, les particules élémentaires se sont agglomérées pour former des noyaux d'hydrogène, de deutérium (${}^2_1\text{H}$ ou ${}^2_2\text{D}$) et d'hélium et de lithium. Cette **réaction nucléaire** est appelée **fusion nucléaire**.

B Les réactions nucléaires au cœur des étoiles

- ◆ Les autres éléments sont formés au sein des étoiles, formées par accréation des atomes créés lors du Big Bang. Les noyaux légers fusionnent et produisent des noyaux plus lourds. On y trouve ainsi plusieurs éléments comme l'oxygène ($Z = 8$), le carbone ($Z = 6$), mais aussi des noyaux plus lourds comme le fer ($Z = 26$).
- ◆ Sous l'impact de neutrons ou d'autres particules légères, certains noyaux se cassent : c'est la **fission**.
- ◆ Ces éléments chimiques sont dispersés à la fin de la vie de l'étoile.

3 Désintégration des noyaux radioactifs

A La radioactivité

- ◆ Certains noyaux sont instables : on dit qu'ils sont radioactifs. La **radioactivité** est un phénomène naturel, qui résulte de la **transmutation** d'un noyau en un autre. Ainsi, les désintégrations successives ont contribué à la formation des 94 éléments chimiques que l'on trouve sur Terre.
- ◆ La radioactivité est aléatoire, inéluctable, spontanée et indépendante de la substance dans laquelle le noyau radioactif se trouve.

B Évolution du nombre de noyaux et demi-vie

- ◆ La population de noyaux d'un échantillon décroît au cours du temps, elle est divisée par deux au bout d'une durée appelée « **demi-vie** ».

Mots-clés

Élément chimique
Réaction nucléaire
Fusion nucléaire
Fission
Radioactivité
Transmutation
Demi-vie

Retrouvez
les définitions p. 285.

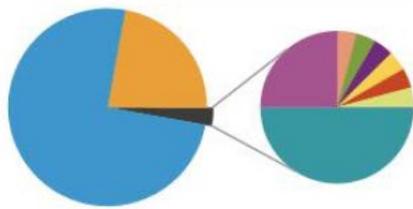
Le saviez-vous ?

L'élément le plus stable est le fer ($Z = 26$). Toutes les fusions nucléaires jusqu'au fer vont donc libérer de l'énergie et, réciproquement, il faudra fournir de l'énergie pour créer les éléments de numéro atomique supérieur à 26. Pour cette raison, le fer est le dernier élément créé par le processus de fusion « classique ». Tous les autres éléments sont créés lors de l'explosion des étoiles à leur fin de vie.

Chiffres-clés

Le carbone 14, utilisé pour dater des objets qui ont entre quelques centaines d'années et 50 000 ans, possède un temps de demi-vie d'environ 5 730 années. Cela signifie que dans le cas d'un échantillon vieux de 45 000 années, le nombre d'atomes sera 256 fois plus faible.

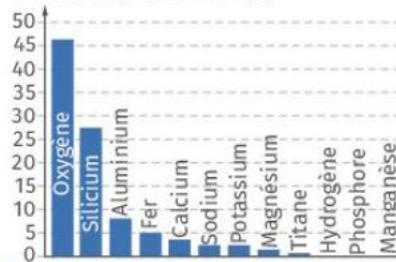
Les éléments chimiques dans l'Univers



- | | |
|---|--|
| ■ Hydrogène | ■ Silicium |
| ■ Hélium | ■ Magnésium |
| ■ Oxygène | ■ Soufre |
| ■ Carbone | ■ Fer |
| ■ Néon | ■ Azote |

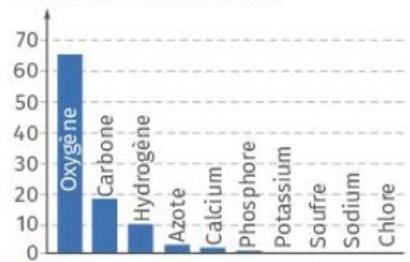
Abondance des éléments chimiques dans l'Univers.

Concentration relative (%)



Abondance des éléments chimiques dans la croûte terrestre.

Concentration relative (%)



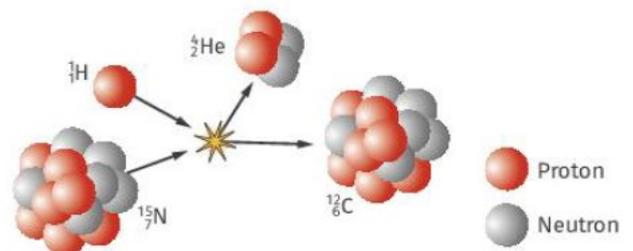
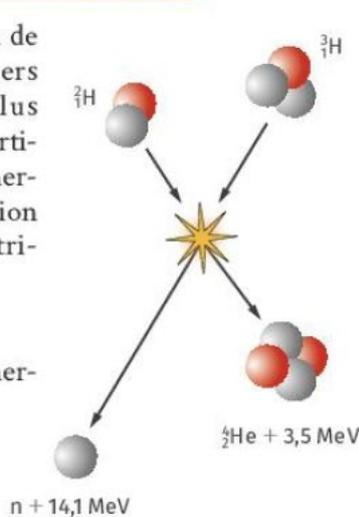
Abondance des éléments chimiques dans le corps humain.

Les réactions nucléaires

Au cours d'une réaction de fusion, des noyaux légers forment un noyau plus lourd en éjectant une particule et en libérant de l'énergie. L'équation de la fusion du deutérium avec le tritium s'écrit :



La réaction libère une énergie de 3,5 MeV.



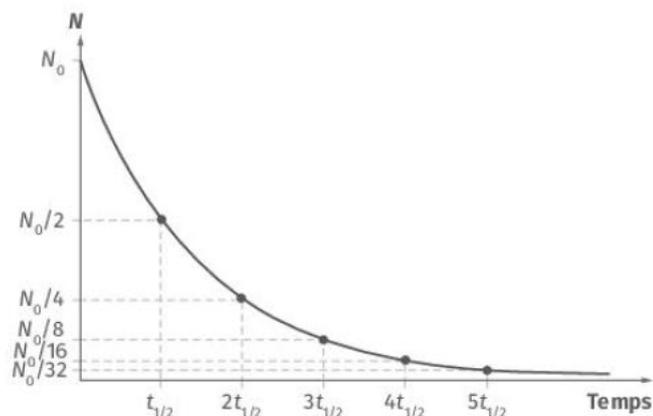
Au cours d'une réaction de fission, des noyaux lourds se cassent en deux noyaux plus légers sous l'impact d'un neutron ou d'un proton. La réaction s'accompagne de l'éjection d'une particule et libère de l'énergie. L'équation de la fission de l'azote bombardé par un proton s'écrit :



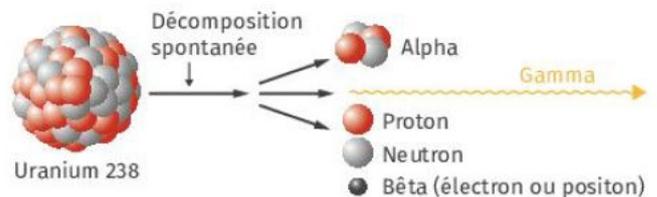
La réaction libère une énergie de 4,96 MeV.

Désintégration des noyaux radioactifs

Un noyau radioactif est un noyau qui est instable, il peut spontanément se désintégrer en émettant soit une particule α (noyau d'hélium), soit un électron, soit un positon.



Représentation graphique de la loi de désintégration radioactive.



La courbe représente l'évolution du nombre N de noyaux radioactifs en fonction du temps t . La désintégration suit une loi mathématique de décroissance.

N_0 représente le nombre de noyaux radioactifs à l'instant t_0 (origine des dates) ; $t_{1/2}$ représente la demi-vie.

La population d'un échantillon est divisée par 2 au bout d'une demi-vie.