

Chapitre 1

Synthèse – Un niveau d'organisation : les éléments chimiques

Origine des éléments chimiques

Actuellement, les scientifiques recensent une centaine d'**éléments chimiques**, tous constitués des mêmes **particules élémentaires** (proton, neutron et électron). Ces particules sont apparues une microseconde après le **Big Bang** (création de l'Univers). Les protons et les neutrons se sont ensuite rapidement associés pour former des noyaux d'hélium. La synthèse des noyaux plus lourds se poursuit au sein des étoiles et des supernovæ.

→ activité 1

- Dans l'Univers, la matière est majoritairement constituée des éléments **hydrogène** et hélium.
- Des réactions de **fusion nucléaire** se produisent dans les étoiles : les noyaux d'hydrogène fusionnent pour donner des noyaux d'hélium. Les noyaux d'hélium fusionnent à leur tour pour donner naissance à des **atomes** plus lourds : béryllium, carbone, oxygène, fer.

D'autres transformations nucléaires peuvent survenir en dehors des étoiles, comme les fissions spontanées.

La matière formée est éjectée dans l'espace lorsque les étoiles explosent. Les éléments chimiques ne se répartissent pas avec les mêmes proportions dans tout l'Univers.

- La Terre est majoritairement constituée d'oxygène, de fer, de silicium et de magnésium.
- Les êtres vivants sont principalement constitués de carbone, d'hydrogène, d'oxygène et d'azote.

Éléments radioactifs

Parmi les 2 800 noyaux différents connus à ce jour, seuls 256 sont stables. Un noyau instable est dit radioactif.

- Un noyau radioactif se transforme en un autre noyau par désintégration.

Lors de la désintégration d'un noyau radioactif, il y a émission d'une **particule α ou β** avec éventuellement production d'un **rayonnement γ** .

- L'instant de désintégration d'un noyau radioactif individuel est **aléatoire**.
- Lorsque le nombre de noyaux radioactifs devient très grand, l'évolution statistique de ces noyaux respecte une loi de probabilité. La demi-vie $t_{1/2}$ d'un **échantillon macroscopique** radioactif est la durée au bout de laquelle la moitié des noyaux initialement présents dans cet échantillon s'est désintégrée.

→ activité 2

- La demi-vie $t_{1/2}$ est caractéristique du noyau radioactif.

La radioactivité est exploitée dans de nombreux domaines : dans les centrales thermiques, en médecine curative et imagerie médicale, et même en archéologie.

Exemple. La détermination du nombre de noyaux de carbone-14 présents dans un échantillon de matière organique permet de déterminer l'âge de cet échantillon : c'est

la datation au carbone-14.

→ activité 3

Mots clés

Élément chimique : ensemble des entités chimiques (atome, ion) possédant le même numéro atomique.

Particules élémentaires : particules extrêmement petites dont est constituée toute matière.

Big Bang : théorie qui avance qu'une gigantesque explosion de matière serait à l'origine de l'expansion de l'Univers il y a 14 milliards d'années.

Atome d'hydrogène : peut être un atome de protium (un nucléon et un électron), un atome de deutérium (deux nucléons et un électron) ou un atome de tritium (trois nucléons et un électron).

Fusion nucléaire : processus au cours duquel deux noyaux s'assemblent pour former un noyau plus lourd en libérant de l'énergie.

Atome : constitué d'un noyau (strictement positif) et d'électrons en mouvement autour de lui. Un atome est électriquement neutre.

Particule α : une particule α est un noyau d'hélium ${}^4_2\text{He}$.

Particule β : une particule β^- est un électron et une particule β^+ est un positon, c'est-à-dire une particule ayant la même masse que l'électron mais une charge électrique de signe opposé.

Rayonnement γ : rayonnement dont la longueur d'onde est inférieure à 10^{-11} m.

Aléatoire : qui est imprévisible, lié au hasard.

Échantillon macroscopique : échantillon constitué d'un très grand nombre d'entités chimiques.