Les éléments chimiques sont les « briques » de la matière qui compose l'Univers.

COURS

La naissance des éléments chimiques

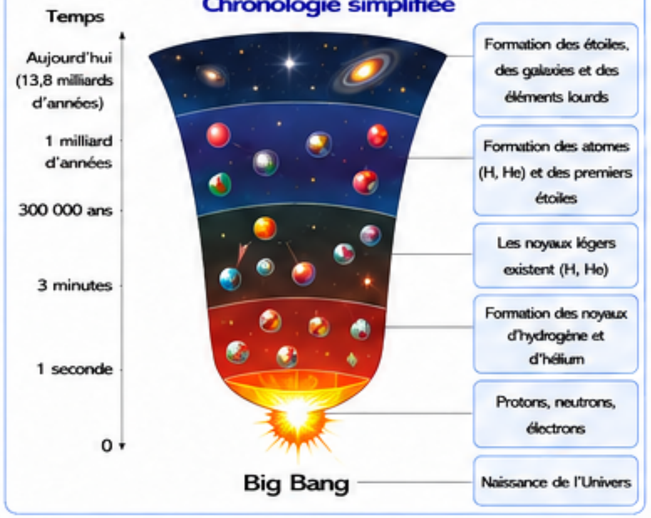
Prof-TC
ENSEIGNEMENT SCIENTIFIQUE

Objectif : *comprendre l'origine des éléments chimiques et expliquer leur formation dans l'Univers.*

I – LE BIG BANG ET LES PREMIERS ÉLÉMENTS

- Il y a 13,8 milliards d'années, l'Univers naît lors du Big Bang, gigantesque explosion de matière et d'énergie.
- Dans les premières minutes, la température est extrêmement élevée : de la matière et de l'énergie se transforment.
- Quelques secondes après le Big Bang, des protons et des neutrons apparaissent.
- Après ~ 3 minutes, les premiers noyaux légers se forment par fusion : essentiellement de l'hydrogène et de l'hélium.
- Les éléments plus lourds que l'hélium n'existent pas encore.

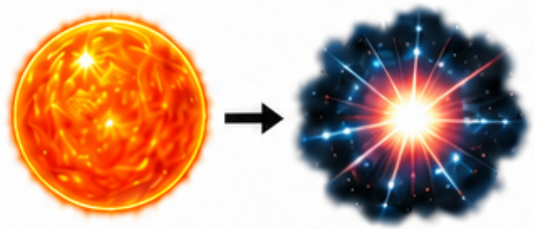
Chronologie simplifiée



II – LA NUCLÉOSYNTHÈSE STELLAIRE

- Dans le cœur des étoiles, la température et la pression sont très élevées.
- La fusion nucléaire des noyaux légers permet de créer des éléments plus lourds.
- Au cours de la vie d'une étoile, l'hydrogène se transforme en hélium, puis l'hélium en carbone, oxygène, néon… jusqu'au fer.
- Les éléments plus lourds que le fer se forment lors de l'explosion des étoiles en supernovae, par des réactions de fusion et de fission.

Dans le cœur des étoiles



Fusion dans les étoiles créant des éléments toujours plus lourds jusqu'au fer.

Explosion (supernova) : création des éléments plus lourds que le fer et dispersion dans l'espace.

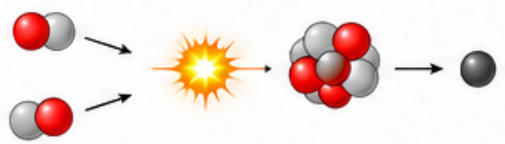
Éléments formés par nucléosynthèse

H → He → C, O, Ne, Mg, Si, Fe …
puis éléments plus lourds que Fe
(ex : or, uranium…) lors des supernovae.

III – FUSION ET FISSION NUCLÉAIRES

1. Fusion nucléaire

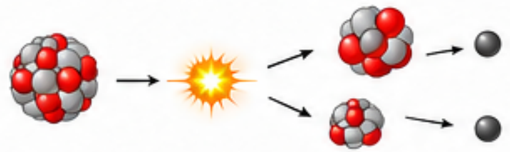
Deux noyaux légers s'assemblent pour former un noyau plus lourd. Elle libère une grande quantité d'énergie. C'est le processus qui se produit dans les étoiles.



$$^{2}_{1}H + {}^{2}_{1}H \rightarrow {}^{3}_{2}He + {}^{1}_{0}n$$

2. Fission nucléaire

Un noyau lourd se scinde en deux noyaux plus légers en libérant de l'énergie et des neutrons. C'est le principe des centrales nucléaires.



$$^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{140}_{54}Xe + {}^{94}_{38}Sr + 2\,{}^{1}_{0}n$$

À retenir

- Fusion : légère → lourde
- Fission : lourde → légère
- Fusion et fission libèrent de l'énergie.

IV – COMPOSITION CHIMIQUE DE L'UNIVERS, DE LA TERRE ET DES ÊTRES VIVANTS

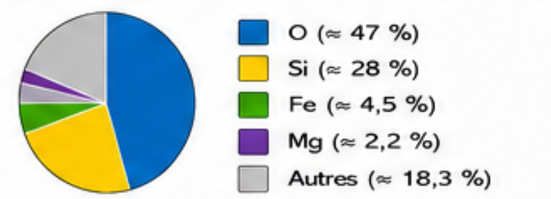
1. Dans l'Univers

L'Univers est constitué principalement d'hydrogène (H) et d'hélium (He).



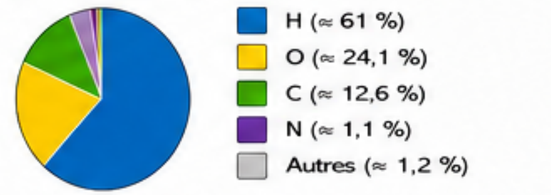
2. Sur Terre (croûte terrestre)

Les éléments les plus abondants sont : oxygène (O), silicium (Si), fer (Fe), magnésium (Mg).



3. Dans les êtres vivants

Principaux éléments : hydrogène (H), oxygène (O), carbone (C), azote (N).



Définitions

Nucléosynthèse : ensemble des processus qui créent les noyaux des éléments chimiques dans l'Univers.

Fusion nucléaire : réaction où deux noyaux légers s'assemblent pour former un noyau plus lourd.

Fission nucléaire : réaction où un noyau lourd se scinde en deux noyaux plus légers.

Les éléments : d'où viennent-ils ?

- Big Bang → H et He
- Étoiles → éléments jusqu'au fer
- Supernovae → éléments plus lourds que le fer
- Dispersion dans l'espace → formation des planètes et de la vie

L'hydrogène est à l'origine de tous les autres éléments.

Exemples de réactions

Type	Équation	Phénomène
Fusion	$^{2}_{1}H + {}^{2}_{1}H \rightarrow {}^{3}_{2}He + {}^{1}_{0}n$	Dans les étoiles
Fusion	$^{3}_{1}H + {}^{2}_{1}H \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{1}_{0}n$	Dans les étoiles
Fission	$^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{140}_{54}Xe + {}^{94}_{38}Sr + 2\,{}^{1}_{0}n$	Centrales nucléaires

Idée clé



L'Univers a évolué du plus simple au plus complexe.
Des noyaux d'hydrogène créés juste après le Big Bang jusqu'aux éléments les plus lourds fabriqués dans les étoiles et leurs explosions.

Ces éléments constituent la Terre, les êtres vivants et tout ce qui nous entoure.