

## 1 La théorie du Big Bang

Il y a environ 13,7 milliards d'années, l'Univers est un brouillard extrêmement dense et chaud composé de particules élémentaires (électrons, photons, etc.).

Le Big Bang secoue l'Univers, qui libère alors une énorme quantité d'énergie et entre dans une phase d'expansion extrêmement rapide : il passe de la taille d'un point à dix fois la taille de notre galaxie.

Cette dilatation entraîne une baisse de la température, laquelle provoque l'assemblage des particules en neutrons et en protons. Quelques minutes plus tard, ceux-ci se regroupent et forment les noyaux des éléments chimiques les plus légers : l'hydrogène et l'hélium.

Il faut attendre plus de cent millions d'années pour que les forces de gravitation rassemblent ces premiers atomes en étoiles. Composées à 99 % d'hydrogène et d'hélium, celles-ci deviennent le lieu de formation d'éléments chimiques plus lourds (carbone, azote, etc.) au cours de réactions nucléaires.

À la fin de leur vie, certaines étoiles massives explosent en supernova et favorisent l'apparition des éléments chimiques les plus lourds qui se dispersent dans l'Univers.

### Animation

L'Univers, l'inimaginable naissance

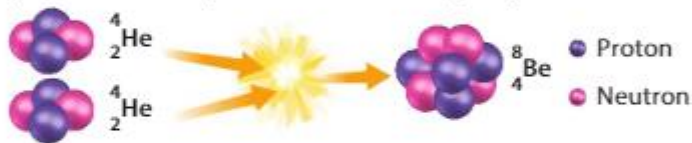
[hatier-clic.fr/es1024a](http://hatier-clic.fr/es1024a)

## 2 Deux types de réactions nucléaires

Une réaction nucléaire est une transformation d'un ou plusieurs noyaux atomiques au cours de laquelle il y a conservation du nombre de nucléons et du nombre de protons. Ces réactions libèrent de grandes quantités d'énergie thermique. Il en existe deux grands types.

### La fusion

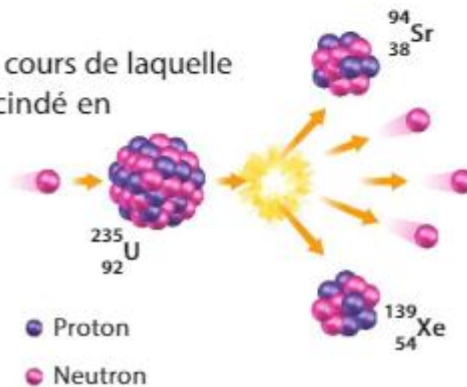
Réaction nucléaire au cours de laquelle deux noyaux légers s'unissent pour former un noyau plus lourd.



Ce type de réaction a lieu en permanence au sein des étoiles et permet la formation des éléments chimiques.

### La fission

Réaction nucléaire au cours de laquelle un noyau lourd est scindé en deux noyaux plus légers sous l'impact d'un neutron.



## 3 La nucléosynthèse stellaire



Le physicien américain Hans Albrecht Bethe (1906-2005) explique le premier, en 1938, les réactions de fusion nucléaire dans les étoiles, montrant ainsi comment elles produisent leur énergie. L'hydrogène est le principal « carburant » de cette production d'énergie, et la fusion de ses noyaux est la première étape de la formation des éléments de l'Univers.

Au cœur des étoiles, à des températures très élevées, les noyaux des atomes fusionnent pour former de nouveaux noyaux :

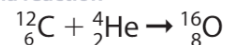
- quatre noyaux d'hydrogène  ${}^1_1\text{H}$  s'unissent pour former un noyau d'hélium  ${}^4_2\text{He}$ ;
- deux noyaux d'hélium s'assemblent pour former un noyau de béryllium  ${}^8_4\text{Be}$ ;

- et ainsi de suite : les éléments les plus lourds s'obtiennent à partir d'éléments plus légers.

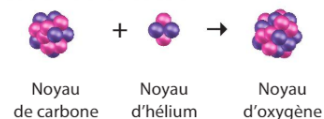
### Exemple d'une réaction de fusion nucléaire stellaire

La formation d'un noyau d'oxygène à partir d'un noyau de carbone et d'un noyau d'hélium.

#### • Équation de la réaction



#### • Modélisation de la réaction



Animation

La fusion des étoiles

hatier-clic.fr/es1024b

**4**

## Analyse spectrale et composition chimique du Soleil



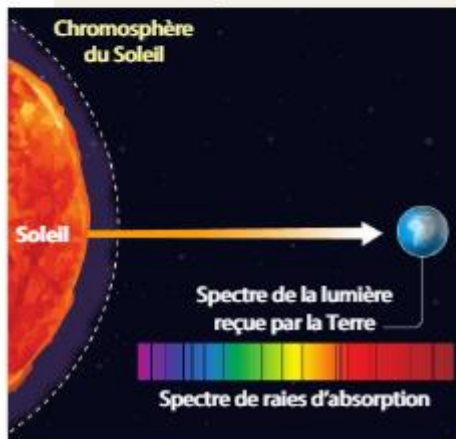
**B**ien avant les découvertes sur la fusion nucléaire stellaire, de nombreux scientifiques ont cherché à étudier la composition de la lumière du Soleil.

L'un d'entre eux, le physicien allemand Joseph von Fraunhofer (1787-1826) dénombre ainsi la présence de plus de 570 raies noires dans le spectre de la lumière visible du Soleil, raies dites «de Fraunhofer».

Durant le  $\text{XIX}^{\text{e}}$  siècle, les améliorations des techniques de l'analyse des spectres permettent de construire, pas à pas, de nouvelles connaissances. En 1860, les scientifiques allemands Robert Wilhelm Bunsen (1811-1899), chimiste, et Gustav Robert Kirchhoff (1824-1887), physicien, découvrent ainsi que les raies spectrales sont caractéristiques d'un élément chimique.

En comparant la position des raies de Fraunhofer avec celles des spectres d'éléments chimiques présents sur

Terre, ils mettent alors en évidence que ces mêmes éléments sont présents dans le Soleil.



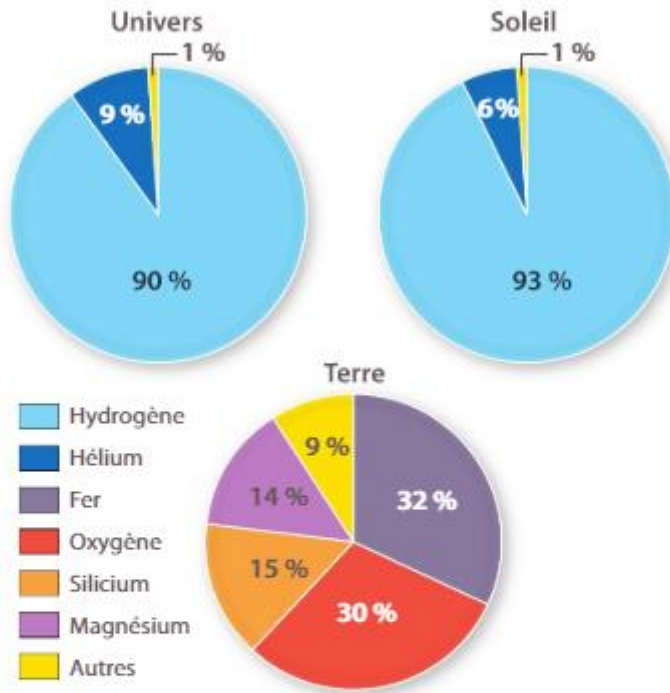
### Animations

Spectres et composition chimique du Soleil.

[hatier-clic.fr/es1025a](http://hatier-clic.fr/es1025a)  
[hatier-clic.fr/es1025b](http://hatier-clic.fr/es1025b)

# 5

## L'abondance des éléments chimiques



|                     | H      | O      | C      | N     | Autres |
|---------------------|--------|--------|--------|-------|--------|
| <b>Corps humain</b> | 61,1 % | 24,1 % | 12,5 % | 1,4 % | 0,9 %  |
| <b>Blé</b>          | 58,3 % | 31,4 % | 12,0 % | 0,3 % | 2,9 %  |
| <b>Champignon</b>   | 60,1 % | 30,5 % | 7,2 %  | 1,9 % | 0,3 %  |
| <b>Bactérie</b>     | 63,0 % | 29,1 % | 6,3 %  | 1,3 % | 0,3 %  |