

Depuis le Big Bang

Les atomes qui composent l'Univers

CAPACITÉS ATTENDUES (PROGRAMME OFFICIEL)

- Les noyaux des atomes de la centaine d'éléments chimiques stables résultent de réactions nucléaires qui se produisent au sein des étoiles à partir de l'hydrogène initial.
- La matière connue de l'Univers est formée principalement d'hydrogène et d'hélium, tandis que la Terre et les êtres vivants possèdent une composition différente (oxygène, silicium, fer, carbone, azote, etc.).
- L'équation d'une réaction nucléaire stellaire étant fournie, reconnaître si celle-ci relève d'une fusion ou d'une fission.
- Produire et analyser différentes représentations graphiques de l'abondance des éléments chimiques (proportions) sous forme de tableaux ou de diagrammes (camemberts).

L'origine des éléments chimiques

Avant de regarder la vidéo, répondre à ces deux questions :

1. Tous les éléments chimiques que l'on connaît aujourd'hui (hydrogène, oxygène, fer, or...) ont-ils été créés lors du Big Bang ?
2. Qu'est-ce qui différencie, à l'échelle du noyau atomique, deux éléments chimiques différents (par exemple l'hydrogène et l'hélium) ?

Étape 1 : La vidéo dure 6 minutes. Elle va être lue sans interruption et sans prise de note. Après le visionnage, essayer de répondre individuellement aux questions suivantes.

1. Quelles sont les toutes premières particules qui apparaissent après le Big Bang ?
2. Quels sont les deux premiers noyaux légers qui se forment, dans les instants qui suivent ?
3. Comment les premiers atomes (au sens noyau + électrons) se forment-ils à partir de ces noyaux ?
4. D'après la vidéo, quel type de réaction nucléaire se produit au cœur des étoiles et permet de fabriquer nombre des éléments plus lourds ?

Exercice 1 : Abondance des éléments chimiques

Le tableau ci-dessous donne la composition (en proportion du nombre d'atomes) de trois « réservoirs » de matière.

Univers observable	Croûte terrestre	Corps humain
Hydrogène $\approx 92 \%$	Oxygène $\approx 47 \%$	Hydrogène $\approx 63 \%$
Hélium $\approx 8 \%$	Silicium $\approx 28 \%$	Oxygène $\approx 24 \%$
Autres $< 0,1 \%$	Aluminium, fer, calcium... $\approx 25 \%$	Carbone $\approx 9 \%$, azote $\approx 1 \%$, autres $\approx 3 \%$

- a. Construisez, pour chacun des trois réservoirs, un diagramme circulaire (« camembert ») représentant ces proportions.
- b. Quel est l'élément très largement majoritaire à l'échelle de l'Univers ? Est-ce cohérent avec ce que présente la vidéo sur les premiers instants après le Big Bang ?
- c. Comparez la composition de la croûte terrestre et celle du corps humain à celle de l'Univers. Que remarquez-vous ?
- d. Proposez une explication à la différence entre la composition de l'Univers et celle de la Terre (vous pourrez réutiliser cette question après avoir vu, éventuellement, les épisodes 2 et 3 de la série).

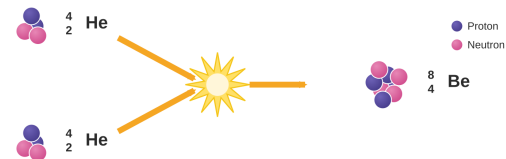
Exercice 2 : Fusion ou fission ?

Au cours d'une réaction nucléaire, un ou plusieurs noyaux se transforment. Fusion et fission en sont deux exemples au cours desquels les nombres de neutrons et de protons se conservent. Ces réactions libèrent de grandes quantités d'énergie.

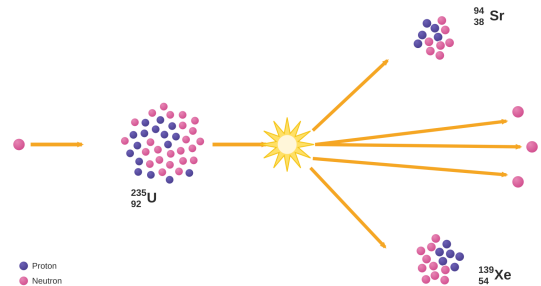
La fusion

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

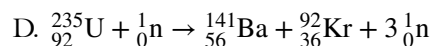
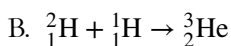
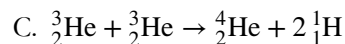
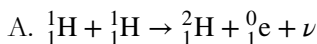
Ce type de réaction a lieu en permanence au sein des étoiles et permet la formation des éléments chimiques.

**La fission**

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



1. Pour chacune des équations de réaction nucléaire ci-dessous, indiquez s'il s'agit d'une réaction de fusion ou de fission.

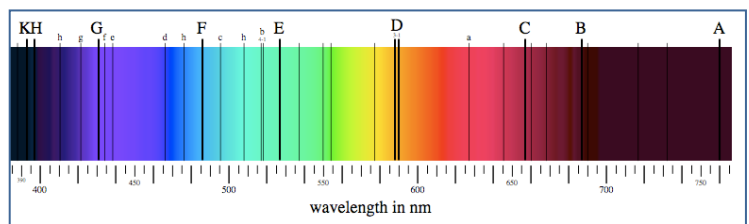


2. Laquelle de ces réactions est celle qui, selon vous, se produit majoritairement dans les étoiles comme le Soleil ? Laquelle est plutôt utilisée dans une centrale électronucléaire sur Terre ?

Analyse spectrale et composition chimique du Soleil

La composition chimique d'une étoile ne peut pas être déterminée simplement en prélevant de la matière à sa surface. Les scientifiques utilisent notamment l'analyse de sa lumière.

Au XIX^e siècle, Joseph von Fraunhofer observe de nombreuses raies sombres dans le spectre de la lumière solaire. Ces raies sont appelées raies de Fraunhofer.



Les travaux de Robert Bunsen et Gustav Kirchhoff permettent ensuite de comprendre que les raies spectrales sont caractéristiques des éléments chimiques.

En comparant les raies observées dans le spectre du Soleil avec les spectres obtenus pour différents éléments chimiques, les scientifiques peuvent donc identifier certains éléments présents dans le Soleil.

L'analyse spectrale constitue ainsi un exemple de méthode scientifique permettant de connaître la composition chimique d'un objet très éloigné.

1. Que sont les raies de Fraunhofer observées dans le spectre de la lumière solaire ?
2. Comment Bunsen et Kirchhoff ont-ils montré que les raies spectrales permettent d'identifier des éléments chimiques ?
3. Expliquer comment l'analyse du spectre de la lumière solaire permet de déterminer certains éléments chimiques présents dans le Soleil. la compréhension de l'origine des éléments doit beaucoup à l'étude de la lumière des étoiles.