

Nom:..... Prénom:..... Classe:..... Date: .....

## L'origine de la matière

✔ Objectifs

👤 Classe

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.

1<sup>ère</sup> ES

🕒 Durée

1 h

## 1 La formation des éléments chimiques

### 📄 Document 1: Nucléosynthèse primordiale et nucléosynthèse stellaire



#### Vidéo Comment s'est créée la matière ?

Cette vidéo résume l'origine des différents éléments constituant notre Univers depuis le Big Bang à nos jours !

<https://www.cea.fr/multimedia/pages/videos/culture-scientifique/terre-univers/origine-creation-matiere.aspx><sup>1</sup>

### 📄 Document 2: Les travaux de Hans Bethe



Figure 1: Hans Bethe (1906 - 2005), prix Nobel de Physique en 1937

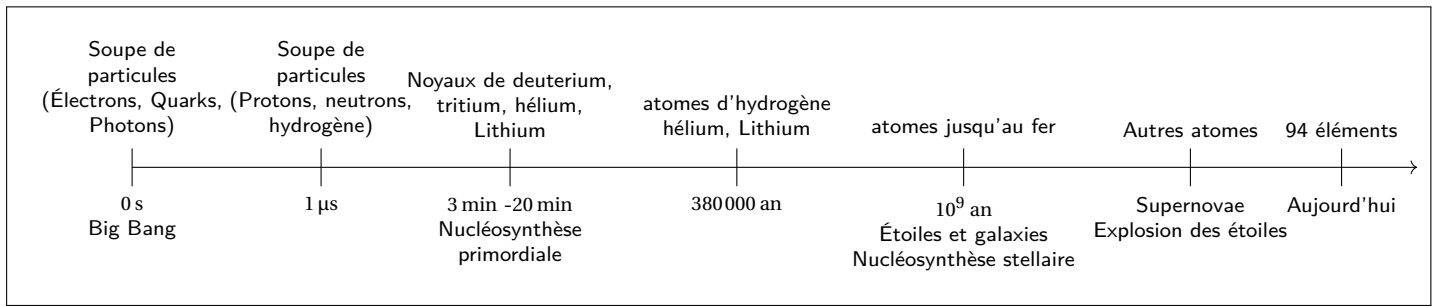
Hans Albrecht Bethe (2 juillet 1906 à Strasbourg, Allemagne – 6 mars 2005 à Ithaca, État de New York) fut lauréat du prix Nobel de physique de 1937 pour sa contribution à la compréhension de la nucléosynthèse stellaire. En 1939, il expliqua : "Comme toute étoile, le Soleil est un gigantesque réacteur nucléaire : en son cœur, des réactions nucléaires ont lieu, au cours desquelles l'hydrogène est transformé en hélium en libérant de l'énergie. [...] L'hydrogène se transforme en hélium jusqu'à épuisement, puis l'hélium devient combustible à son tour. Il se transformera ainsi en carbone. En suivant ce processus, appelé "nucléosynthèse", une série d'éléments –carbone, néon, oxygène, silicium– est ainsi créée jusqu'à l'obtention du fer."

Source : [wikipedia.org](https://fr.wikipedia.org/wiki/Hans_Bethe), [cea.fr](https://www.cea.fr)

1. Réaliser une frise chronologique résumant les grandes dates de l'Univers à partir du Big Bang.

**Solution:**

<sup>1</sup>Activité basée sur [ensciences.fr](https://www.ensciences.fr)



2. Quel est l'élément le plus léger formé lors de la nucléosynthèse primordiale ? Préciser ses caractéristiques.

**Solution:** Il s'agit de l'hydrogène, qui comporte seulement un proton.

3. Comment la nucléosynthèse stellaire a-t-elle permis de former des éléments de plus en plus lourds ? Expliquer ?

**Solution:** Dans les étoiles, la température étant élevée, les noyaux d'hydrogènes fusionnent pour former l'hélium et le processus se répète pour former des noyaux de plus en plus lourds. C'est la fusion nucléaire: des noyaux légers fusionnent pour donner des noyaux plus lourds.

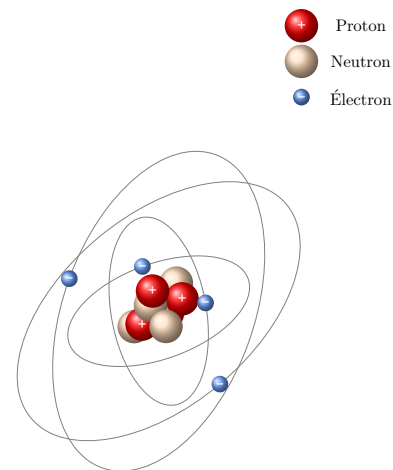
4. D'après-vous, un atome "lourd" est-il plus ou moins susceptible d'être présent en grande quantité dans l'Univers ?

**Solution:** Un élément "lourd" a moins susceptible d'être présent en grande quantité car il est formé en dernier, au contraire de l'hydrogène ou l'hélium qui sont des atomes "légers".

**Solution:**  $Z = 4$ : numéro atomique, nombre de protons  
 $A = 9$ : nombre de masse, nombre de nucléons (protons + neutrons)

6. Schématiser un atome de béryllium  ${}^9_4\text{Be}$  et le légénder.

**Solution:**



7. Un autre noyau de béryllium est symbolisée par:  ${}^{10}_4\text{Be}$ . Quel est le nom donné aux noyaux de  ${}^9_4\text{Be}$  et  ${}^{10}_4\text{Be}$  ?

**Solution:** Ce sont des isotopes: ils ont le même nombre de protons (donc c'est le même élément) mais ont un nombre de neutrons différents.

## 2 Les réactions nucléaires

### 2.1 Rappels sur l'atome

5. On considère un atome de béryllium  ${}^9_4\text{Be}$ . Que représentent les nombres 4 et 9 ?

## 2.2 Réactions de fusion et de fission

### Document 3: Réaction nucléaire

Lors d'une transformation nucléaire :

- un ou plusieurs noyaux se transforment en de nouveaux noyaux,
- les éléments chimiques ne sont pas conservés,
- un rayonnement, dit "gamma" ( $\gamma$ ) est émis.

### Document 4: Réaction de fission nucléaire

La **fission nucléaire**, utilisée dans les centrales, est une **transformation nucléaire** au cours de laquelle un **noyau lourd** se fragmente en **deux noyaux plus légers**, sous l'impact d'un neutron. Il existe plusieurs fragments possibles, donc plusieurs équations de fission selon les fragments.

### Document 5: Réactions de fusion nucléaire

Au cœur du Soleil se produisent des réactions de **fusion nucléaire** qui dégagent une énorme énergie. Elles **fusionnent des noyaux d'atomes** pour former des **noyaux plus lourds**.

8. Entourer les transformations nucléaires parmi les réactions suivantes puis indiquer s'il s'agit de fission ou de fusion:

**Solution:** On ne garde que les transformations nucléaires:

- ${}^3_2\text{He} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^7_4\text{Be}$ : fusion
- ${}^7_4\text{Be} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^8_5\text{B}$ : fusion
- ${}^{12}_6\text{C} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^{13}_7\text{N}$ : fusion
- ${}^1_0\text{n} + {}^{235}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{139}_{56}\text{Ba} + {}^{94}_{36}\text{Kr} + 3 \times {}^1_0\text{n}$ ; fission