

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

Les réactions nucléaires

✔ Objectifs

- ☐ 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.
- ☐ L'équation d'une réaction nucléaire stellaire étant fournie, reconnaître si celle-ci relève d'une fusion ou d'une fission.

👤 Classe

1^{ère} ES

🕒 Durée

1 h

Nous avons vu dans l'activité précédente que les premiers éléments chimiques sont apparus lors de la nucléosynthèse primordiale (majoritairement l'hydrogène et l'hélium). La nucléosynthèse stellaire a par la suite pris le relais en formant des éléments de plus en plus lourds grâce à des transformations nucléaires : la fission et la fusion.

L'objectif de cette activité est d'appréhender les transformations nucléaires de fission et fusion au sein des étoiles ainsi que leur exploitation sur Terre par l'Homme.¹

1 Deux transformations nucléaires pour former des éléments nouveaux

📄 Document 1: Fusion nucléaire

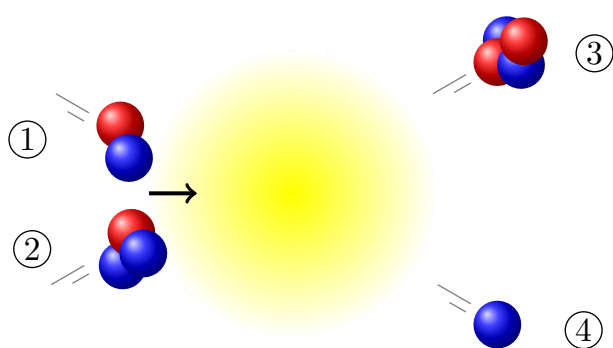


Figure 1: Exemple de réaction de fusion nucléaire



<https://www.cea.fr/multimedia/Pages/videos/culture-scientifique/physique-chimie/reaction-de-fusion.aspx>

📄 Document 2: Fission nucléaire

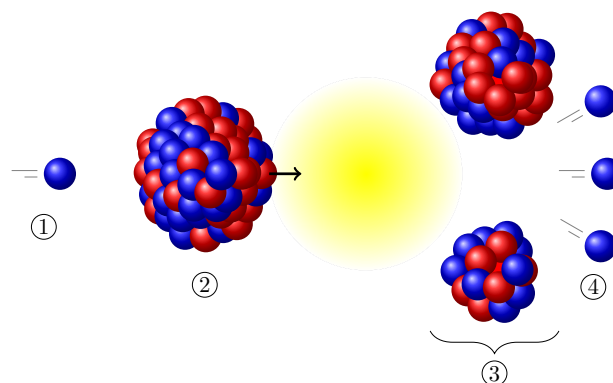


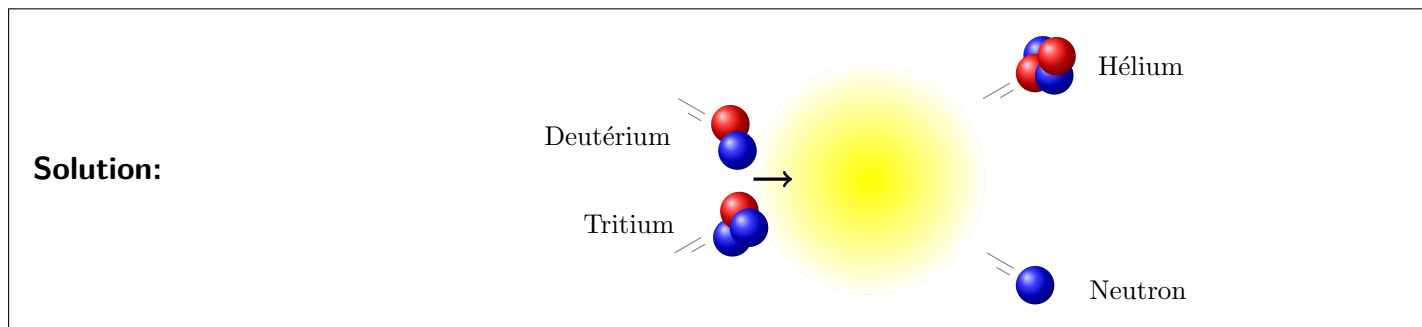
Figure 2: Exemple de réaction de fission nucléaire



<https://www.cea.fr/multimedia/Pages/videos/culture-scientifique/physique-chimie/fission.aspx>

1. À partir de l'animation sur la fusion, attribuer les noms suivants aux chiffres du document 1 (à écrire sur le document): neutron, hélium, deutérium, tritium.

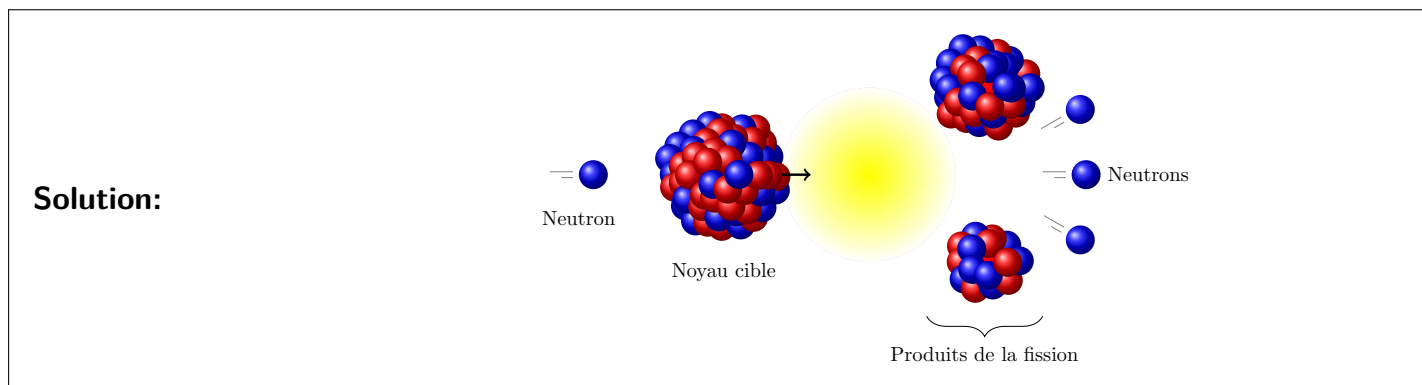
¹Activité basée sur ensciences.fr



2. Sachant que les noyaux de deutérium et de tritium ont tout deux un proton, comment qualifier ces deux éléments ?

Solution: S'ils ont le même nombre de proton (2), mais que l'un a un nombre de masse différent de l'autre, alors ce sont des isotopes.

3. À partir de l'animation sur la fission, attribuer les noms suivants aux chiffres du document 2 : neutron, noyau cible, produits de la réaction.



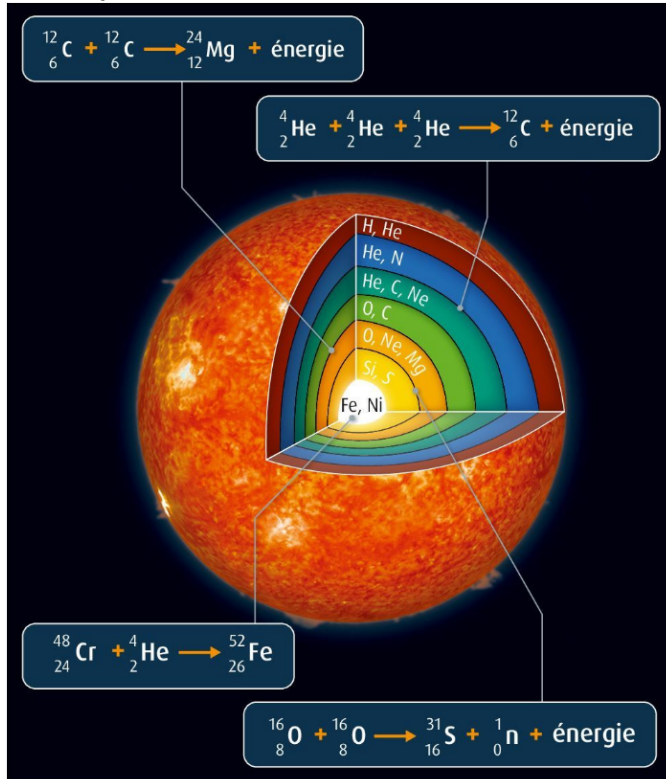
4. Lors de la réaction de fission, pourquoi peut-on parler de réaction en chaîne ?

Solution: Comme 1 neutron réagit avec le noyau cible et forme 3 nouveaux neutrons, chacun d'entre eux pourra entraîner la réaction. Ainsi, à la deuxième série de réactions, ce sont 3 réactions parallèles ayant lieu, puis à la troisième série, nous aurons 9 réactions,... Il s'agit bien d'une réaction en chaîne.

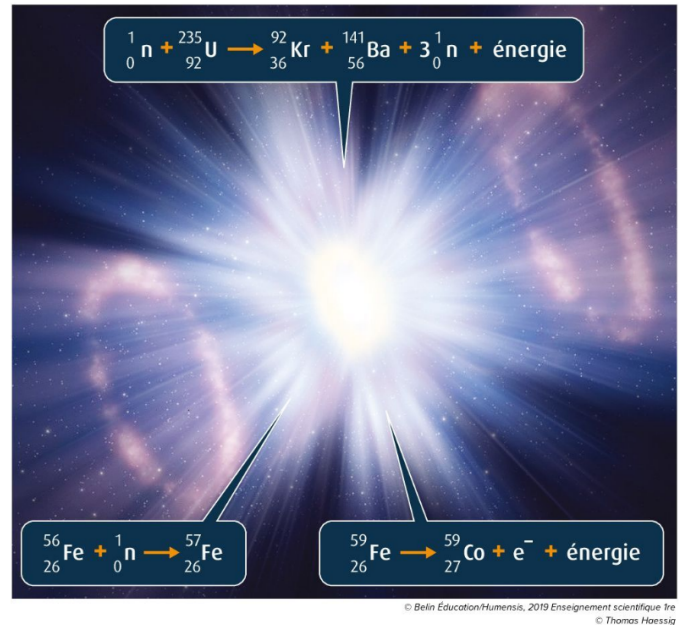
2 Cas de la nucléosynthèse stellaire

Document 3: La formation d'éléments lors de la nucléosynthèse stellaire

Au cœur d'une étoile massive, les éléments sont répartis en couches. On observe alors plusieurs transformations nucléaires successives. On parle alors de nucléosynthèse stellaire.



À la fin de la vie d'une étoile, une quantité d'énergie considérable est libérée et plusieurs transformations nucléaires se produisent : on parle alors de supernovæ. Plusieurs éléments sont ainsi créés, on parle de nucléosynthèse explosive.



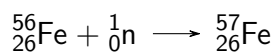
Source: Belin

5. En vous appuyant sur les exemples de réactions nucléaires du document 3, peut-on qualifier les transformations de "chimiques" ?

Solution: Les transformations nucléaires ne sont pas des transformations chimiques puisqu'on n'a pas conservation des éléments chimiques.

6. Parmi les équations de transformation nucléaire proposées dans le document 3, lesquelles correspondent à la fission de noyaux ? à la fusion de noyaux ? Justifier.

Solution: Fusion (formation de noyaux plus lourds): $^{12}_6\text{C} + ^{12}_6\text{C} \rightarrow ^{24}_{12}\text{Mg} + \text{énergie}$
 $^4_2\text{He} + ^4_2\text{He} + ^4_2\text{He} \rightarrow ^{12}_6\text{C} + \text{énergie}$
 $^{48}_{24}\text{Cr} + ^4_2\text{He} \rightarrow ^{52}_{26}\text{Fe}$
 $^{16}_8\text{O} + ^{16}_8\text{O} \rightarrow ^{31}_{16}\text{S} + ^1_0\text{n} + \text{énergie}$



Fission (formation de noyaux plus légers): ${}_0^1\text{n} + {}_{92}^{235}\text{U} \longrightarrow {}_{36}^{92}\text{Kr} + {}_{56}^{141}\text{Ba} + {}_0^1\text{n} + \text{énergie}$

Ni l'un ni l'autre (transformation d'un neutron à proton): ${}_{26}^{59}\text{Fe} \longrightarrow {}_{27}^{59}\text{Co} + {}_{-1}^0\text{e} + \text{énergie}$

3 Équilibrer une équation de réaction nucléaire

Document 4: Lois de Soddy

On peut décrire une réaction nucléaire par une équation de réaction qui explicite la manière dont les noyaux atomiques changent:



tout en respectant des règles de conservations (règles de Soddy):

- **conservation de la masse:** $A_1 + A_2 = A_3 + A_4$,
- **conservation de la charge électrique:** $Z_1 + Z_2 = Z_3 + Z_4$.

7. Équilibrer les équations suivantes:

Solution:

- ${}_{6}^{14}\text{C} \longrightarrow {}_{7}^{14}\text{N} + {}_{-1}^0\text{e}^- + \bar{\nu}_e$
- ${}_{92}^{238}\text{U} \longrightarrow {}_{90}^{234}\text{Th} + {}_2^4\text{He}$
- ${}_{11}^{22}\text{Na} \longrightarrow {}_{10}^{22}\text{Ne} + {}_1^0\text{e}^+ + \nu_e$
- ${}_1^2\text{H} + {}_1^3\text{H} \longrightarrow {}_2^4\text{He} + {}_0^1\text{n}$
- ${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1\text{n} \longrightarrow {}_{56}^{139}\text{Ba} + {}_{36}^{94}\text{Kr} + 3{}_0^1\text{n}$
- ${}_4^7\text{Be} + {}_{-1}^0\text{e}^- \longrightarrow {}_3^7\text{Li} + \nu_e$
- ${}_1^1\text{H} + {}_1^1\text{H} \longrightarrow {}_1^2\text{H} + {}_1^0\text{e}^+ + \nu_e$
- ${}_5^{10}\text{B} + {}_0^1\text{n} \longrightarrow {}_5^{11}\text{B}$
- ${}_{19}^{40}\text{K} \longrightarrow {}_{18}^{40}\text{Ar} + {}_1^0\text{e}^+ + \nu_e$
- ${}_{84}^{210}\text{Po} \longrightarrow {}_{82}^{206}\text{Pb} + {}_2^4\text{He}$