

**Activité documentaire n°1 : voyage au coeur du noyau : les isotopes :**

1°) Les noyaux des isotopes de l'élément hydrogène ont le même numéro atomique ( $Z = 1$ ) mais n'ont pas le même nombre de masse  $A$ . Ils ont donc le même nombre de protons mais des nombres de neutrons différents.

2°) a) D'après le schéma du doc.2, l'azote 14 contient 7 protons et 7 neutrons. Son numéro atomique est donc  $Z = 7$ , et le nombre de masse est  $A = 7 + 7 = 14$ . L'écriture conventionnelle du noyau d'azote 14 est  $^{14}_7\text{N}$

Le carbone 14 contient 6 protons et 8 neutrons. Son numéro atomique est donc  $Z = 6$ , et le nombre de masse est  $A = 6 + 8 = 14$ . L'écriture conventionnelle du noyau de carbone 14 est  $^{14}_6\text{C}$ . Le carbone 12, le carbone 13 et le carbone 14 ont le même nom donc appartiennent au même élément chimique et ont le même numéro atomique  $Z$ . Seul le nombre de masse  $A$ , indiqué dans leur nom change. Ainsi les écritures conventionnelles des noyaux de carbone 12 et de carbone 13 sont respectivement

$^{12}_6\text{C}$  et  $^{13}_6\text{C}$ .

b) Les isotopes sont le carbone 12, le carbone 13 et le carbone 14, tous trois isotopes du carbone.

3°) Lors d'une transformation chimique, les éléments chimiques sont conservés. Ici, les éléments chimiques sont différents donc ce n'est pas une transformation chimique.

4°) La datation du carbone 14 est possible pour des matériaux issus de matière vivante qui assimilent du carbone. L'épave est en bois, il est donc possible de la dater au carbone 14.

5°) Des isotopes ont des numéros atomiques  $Z$  identiques mais des nombres de masse  $A$  différents. Ils ont le même nombre de protons mais des nombres de neutrons différents.

**Activité documentaire n°2 : Lise Meitner et la découverte de la fission nucléaire :**

1°) L'effet Matilda consiste à nier ou à minimiser de façon récurrente la contribution des femmes scientifiques à des travaux de recherche, dont les résultats sont alors attribués à leurs collègues masculins. Par conséquent, peu de femmes reçoivent des prix scientifiques, tels le prix Nobel.

2°) Une fission nucléaire est la transformation d'un noyau lourd, bombardé avec des neutrons, en noyaux plus légers avec libération de neutrons et d'une grande quantité d'énergie.

3°) D'après le dictionnaire Larousse : « Relatif au noyau de l'atome et à l'énergie qui est issue ainsi qu'aux techniques qui utilisent cette énergie. »

4°) a) Lors d'une fission nucléaire, les nucléons de noyaux ou de particules libres se réarrangent pour former de nouveaux noyaux atomiques ou particules libres. La fission met en jeu les noyaux des atomes donc c'est une transformation nucléaire.

b) - Équation de l'absorption d'un neutron :

Conservation du nombre de nucléons :  $235 + 1 = 236$

Conservation de la charge électrique :  $92 + 0 = 92$

- Équation de la fission de l'uranium 236 :

Conservation du nombre de nucléons :  $236 = 92 + 141 + 3 \times 1$

Conservation de la charge électrique :  $92 = 36 + 56 + 3 \times 0$

5°) La fission de l'uranium forme 3 neutrons qui peuvent entrer en collision avec d'autres noyaux d'uranium et provoquer leur fission, libérant chacune 3 neutrons qui peuvent de nouveau réagir

6°) L'uranium 235 et l'uranium 236 ont le même numéro atomique Z mais des nombres de masse A différents, ce sont donc des isotopes de l'uranium.

7°) Une transformation nucléaire est une transformation au cours de laquelle les nucléons de noyaux atomiques ou de particules libres de réarrangent pour former de nouveaux noyaux atomiques ou particules libres.

8°) L'équation d'une transformation nucléaire est reconnaissable car elle fait apparaître les écritures conventionnelles de noyaux et particules libres sous la forme  ${}^A_ZX$ . De plus les noyaux sont modifiés.

### Activité documentaire n°3 : panorama des centrales thermiques :

Les équations attendues sont celles de la fission, de la combustion complète du carbone, de la vaporisation de l'eau et de la liquéfaction de l'eau.

### Activité documentaire n°4 : la fusion nucléaire au coeur du Soleil :

1°) Le noyau Hydrogène a pour écriture conventionnelle  ${}^1_1\text{H}$  donc il contient un proton et  $1 - 1 = 0$  neutrons, c'est donc un proton

2°) D'après l'équation de la fusion, les noyaux atomiques sont modifiés et il y a formation d'une particule libre. D'après la définition, une transformation nucléaire est une transformation au cours de laquelle les nucléons de noyaux atomiques ou de particules libres de réarrangent pour former de nouveaux noyaux atomiques ou particules libres, la fusion est donc une transformation nucléaire.

3°) La fusion libère de l'énergie, c'est donc une transformation exothermique

4°) a) Chaque seconde 620 millions de tonnes d'hydrogène sont transformées en 615,7 millions de tonnes d'hélium soit une perte de 4,3 millions de tonnes, c'est-à-dire  $4,3 \cdot 10^9$  kg.

Par an la perte de masse est donc de :  $4,3 \cdot 10^9 \times 365,25 \times 24 \times 3600 = 1,4 \cdot 10^{17}$  kg.

b) La perte de masses depuis la naissance du Soleil est  $\Delta m = 1,4 \cdot 10^{17} \times 4,57 \cdot 10^9 = 6,4 \cdot 10^{26}$  kg

Le pourcentage de la perte de masse du Soleil depuis sa naissance est donc :

$$\frac{\Delta m}{m_{\text{Soleil}}} \times 100 = \frac{(6,4 \cdot 10^{26})}{(1,99 \cdot 10^{30})} \times 100 = 0,032 \%$$

**Séquence 13 : les transformations nucléaires**

**I- Isotopes d'un élément :**

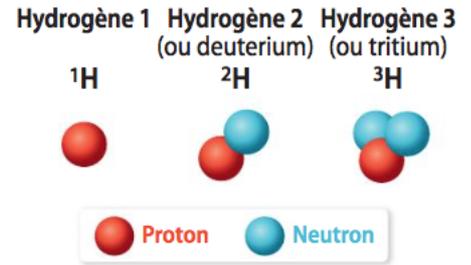
Des isotopes ont un même nombre de protons mais un nombre de neutrons différents (doc. 1).

Des isotopes ont des numéros atomiques  $Z$  identiques mais des nombres de masse  $A$  différents. Ils appartiennent au même élément chimique.

Ils sont représentés par le même symbole. Pour les distinguer, on indique le symbole et le nombre de masse  $A$ . Pour les nommer, on donne le nom de l'élément suivi du nombre de masse (doc. 1).

**Pour mieux comprendre**

Les isotopes les plus abondants de l'élément chlore sont le chlore 35 et le chlore 37 dont l'écriture conventionnelle des noyaux est respectivement  $^{35}_{17}\text{Cl}$  et  $^{37}_{17}\text{Cl}$ . Ils ont tous les deux 17 protons mais ils diffèrent par leur nombre de neutrons soit 18 pour le chlore 35 et 20 pour le chlore 37.



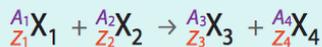
**Doc. 1** L'élément hydrogène a trois isotopes : l'hydrogène 1, l'hydrogène 2 et l'hydrogène 3.

**II- Les transformations nucléaires :**

**Écriture symbolique**

Lors d'une transformation nucléaire, les nucléons de noyaux atomiques ou de particules libres\* se réarrangent pour former de nouveaux noyaux atomiques ou particules libres.

Une transformation nucléaire est modélisée par une équation dans laquelle apparaissent les écritures conventionnelles des noyaux et / ou des particules libres\* :



Lors d'une transformation nucléaire, il y a :

- conservation du nombre de nucléons :  $A_1 + A_2 = A_3 + A_4$
- conservation de la charge électrique :  $Z_1 + Z_2 = Z_3 + Z_4$

**VOCABULAIRE**

**Particule libre :** se dit d'une particule seule, par exemple un proton ou un neutron en dehors d'un noyau. Leur écriture conventionnelle respective est :  ${}^1_1\text{H}$  et  ${}^1_0\text{n}$ .

**! Ne pas confondre... Transformations nucléaire, physique et chimique**

**Exemples**

Transformation nucléaire	La formation du carbone 14 dans la haute atmosphère est modélisée par l'équation : ${}^{14}_7\text{N} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{14}_6\text{C} + {}^1_1\text{H}$ .	Les noyaux atomiques sont différents : les éléments chimiques ne sont pas les mêmes.
Transformation physique	La condensation du dioxyde de carbone à $-78,5\text{ °C}$ à la pression atmosphérique est modélisée par l'équation : $\text{CO}_{2(g)} \rightarrow \text{CO}_{2(s)}$	Les noyaux atomiques ne sont pas modifiés : les éléments chimiques sont conservés.
Transformation chimique	La combustion complète du carbone dans le dioxygène de l'air est modélisée par l'équation : $\text{C}_{(s)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{CO}_{2(g)}$	

## La fission nucléaire

Certains noyaux atomiques lourds, c'est-à-dire comportant un nombre important de nucléons sont fissiles\*.

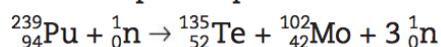
Une **fission nucléaire** est une **transformation nucléaire** au cours de laquelle un **noyau atomique lourd est fragmenté en noyaux atomiques plus légers**.

La fission se produit spontanément ou sous l'impact d'un neutron (doc. 2).

**Remarque** La fission nucléaire provoquée par l'impact d'un neutron peut conduire à une réaction en chaîne, si elle n'est pas contrôlée. En effet, lorsqu'un neutron est formé, il peut provoquer la fission d'un autre noyau fissile.

### Pour mieux comprendre

La fission d'un noyau de plutonium 239 sous l'impact d'un neutron est modélisée par l'équation :



## La fusion nucléaire

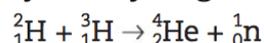
Des noyaux atomiques légers, c'est-à-dire comportant peu de nucléons, peuvent fusionner lorsque la température est très élevée.

Une **fusion nucléaire** est une **transformation nucléaire** au cours de laquelle **deux noyaux atomiques légers s'assemblent pour former un noyau plus lourd**.

La fusion nucléaire se produit par collisions de noyaux atomiques notamment au cœur des étoiles.

### Pour mieux comprendre

L'équation modélisant la fusion nucléaire d'un noyau d'hydrogène 2 avec un noyau d'hydrogène 3 (doc. 3) s'écrit :



## III- Energie des transformations nucléaires :

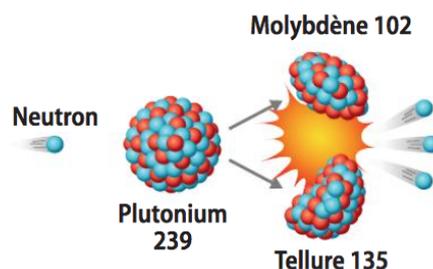
En 1905, le physicien allemand A. Einstein affirme que la masse peut être convertie en énergie et inversement. La fission et la fusion s'accompagnent d'une perte de masse libérée sous forme d'énergie lors d'une transformation nucléaire (doc. 4).

La fission et la fusion sont des transformations nucléaires qui **libèrent de l'énergie** : ce sont des transformations **exothermiques**.

L'énergie libérée par la fission est convertie en énergie électrique dans les centrales nucléaires. L'énergie libérée par la fusion au cœur des étoiles est convertie en énergie lumineuse.

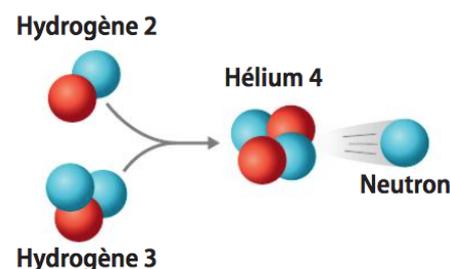
## VOCABULAIRE

**Fissile** : se dit d'un noyau qui peut subir une fission nucléaire.

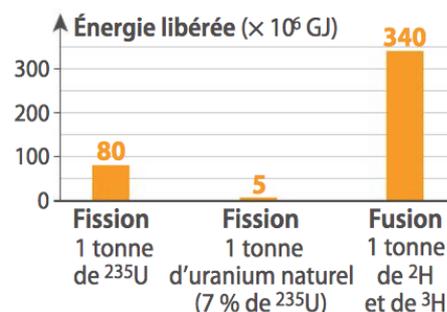


**Doc. 2** La fission permet d'obtenir des noyaux plus légers c'est-à-dire comportant moins de nucléons que le noyau fissile.

**Remarque** Le mot fusion a deux sens. Il peut désigner une transformation nucléaire ou une transformation physique.



**Doc. 3** Lors de la fusion nucléaire, deux noyaux d'hydrogène s'assemblent et forme un noyau d'hélium.



**Doc. 4** Pour une même masse de matière, la fission libère moins d'énergie que la fusion.