

Cours Transformations nucléaires

I. Les isotopes

1. Élément chimique

Un élément chimique est caractérisé par son **numéro atomique Z**.

Tous les représentants, atomes ou ions, d'un élément chimique donné ont donc :

- des noyaux contenant le **même nombre de protons** ;
- le même symbole chimique X.

Nom de l'élément	Symbole chimique	Numéro atomique Z
Hydrogène	H	1
Carbone	C	6
Azote	N	7
Oxygène	O	8
Chlore	Cl	17

2. Isotopes

Le noyau d'un atome ou d'un ion de symbole chimique X qui comporte Z protons et A nucléons est noté : $\frac{A}{Z}X$.

Des atomes ou des ions **isotopes** possèdent le même nombre de protons Z et un nombre de neutrons N différent. Ils ont donc le **même numéro atomique Z**, mais un **nombre de nucléons A différent** ($A = Z + N$).

Les atomes isotopes portent le nom de l'élément chimique auquel ils appartiennent, suivi de leur nombre de nucléons A.

Exemple :

Les deux **isotopes** stables du cuivre se nomment cuivre 63 et cuivre 65.



Le cuivre 63 possède $63 - 29 = 34$ neutrons.

Le cuivre 65 possède $65 - 29 = 36$ neutrons.

Leur nombre de neutrons N diffère.

Leur numéro atomique Z est identique.

3. Réactivité chimique

Les propriétés chimiques d'un atome sont déterminées par la structure de son cortège électronique.

Des atomes **isotopes** ont la **même réactivité chimique** car leurs cortèges électroniques sont identiques.

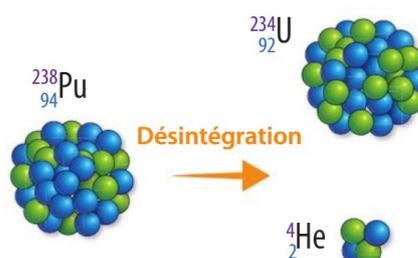
II. La transformation nucléaire

Lors d'une **transformation nucléaire** :

- un ou plusieurs noyaux réactifs se transforment en de nouveaux noyaux ;
- les éléments chimiques ne sont pas conservés ;
- un rayonnement, dit « gamma » (γ), est émis.

Exemple :

Le noyau d'un atome de plutonium 238, d'écriture conventionnelle $\frac{238}{94}\text{Pu}$, se scinde en deux noyaux : un noyau d'uranium 234 $\frac{234}{92}\text{U}$ et un noyau d'hélium $\frac{4}{2}\text{He}$.



1. Équation de réaction nucléaire

Une transformation nucléaire est modélisée par une réaction dans laquelle interviennent les particules qui réagissent et les particules formées.

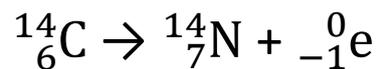
Une particule est caractérisée par son **nombre de masse A** et son **nombre de charge Z**. Elle est symbolisée par l'écriture conventionnelle :



L'équation nucléaire traduit la **conservation** du **nombre de masse A** et du **nombre de charge Z** au cours de la transformation.

Les lois de conservation sont appelées les **lois de Soddy**.

Exemple : Désintégration d'un noyau de carbone 14 en un noyau d'azote 14 avec émission d'un électron $0e$.



Conservation du nombre de masse A : $14 = 14 + 0$

Conservation du nombre de charge Z : $6 = 7 + (-1)$

2. Conversion d'énergie

Lors d'une transformation nucléaire, une partie de l'énergie nucléaire contenue dans les noyaux réactifs est transformée en énergie rayonnante.

Dans le Soleil ou dans les réacteurs des centrales nucléaires, les transformations nucléaires libèrent de grandes quantités d'énergie.

Exemple :



Le Soleil libère une énergie de $3,9 \times 10^{26}$ J chaque seconde. Un réacteur nucléaire libère environ 10^9 J par seconde.

III. L'identification de la nature d'une transformation

Quelle que soit la transformation (chimique, physique ou nucléaire), elle est modélisée par une équation de réaction.

Pour identifier la nature de la transformation, une analyse des **réactifs** et des **produits** est nécessaire.

- **Transformation physique** : **réactif(s)** et **produit(s)** correspondent à des espèces chimiques identiques dont seuls les états physiques diffèrent.

Exemple : $H_2O(l) \rightarrow H_2O(g)$

- **Transformation chimique** : **réactif(s)** et **produit(s)** correspondent à des espèces chimiques différentes, mais avec conservation des éléments chimiques et de la charge électrique.

Exemple : $CH_4(g) + 2 O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2 H_2O(g)$

- **Transformation nucléaire** : **réactif(s)** et **produit(s)** correspondent à des éléments chimiques différents.

Exemple : ${}^{218}_{84}Po \rightarrow {}^{214}_{82}Pb + {}^4_2He$