

# Transformation nucléaire

## 1 Le noyau de l'atome

La représentation symbolique du noyau d'un atome est  ${}^A_ZX$ .

X est le symbole de l'élément chimique de numéro atomique Z.

Z est le nombre de protons. Z est aussi appelé nombre de charge.

A est le nombre de nucléons. A est aussi appelé nombre de masse.

$N=A-Z$  est le nombre de neutrons présents dans le noyau.

Des noyaux sont appelés **isotopes** s'ils ont le même nombre de charge mais des nombres de nucléons A différents. Par exemple  ${}^{12}_6C$  et  ${}^{14}_6C$  sont des isotopes du carbone.

## 2 Radioactivité.

Un noyau radioactif est un noyau instable dont la désintégration (destruction) est aléatoire et s'accompagne de:

- ✓ L'apparition d'un nouveau noyau,
- ✓ L'émission d'une particule notée  $\alpha$ ,  $\beta^+$ ,  $\beta^-$
- ✓ L'émission d'un rayonnement électromagnétique noté  $\gamma$ . Cette émission de rayonnement n'est pas systématique mais extrêmement fréquente.

La radioactivité est une réaction dite nucléaire car elle concerne le noyau de l'atome par opposition aux réactions chimiques qui ne concernent que le cortège électronique sans modifier le noyau.

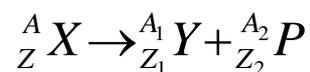
La désintégration radioactive est un phénomène aléatoire, sur lequel il est impossible d'agir : il n'existe aucun facteur permettant de modifier les caractéristiques de la désintégration d'un noyau radioactif.

## 3 Les divers types de radioactivité

### 3.1 Loi de conservation

Les lois de Soddy énoncent que lors d'une réaction nucléaire, il y a conservation du nombre de charges Z et du nombre de nucléons A.

Lors d'une désintégration  $\alpha$  ou  $\beta$ , le noyau père X donne un noyau fils Y et une particule P :

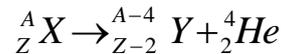


Les lois de conservations s'écrivent :  $A=A_1+A_2$  et  $Z=Z_1+Z_2$

### 3.2 Radioactivité $\alpha$

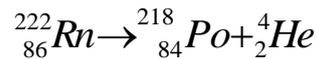
Des noyaux sont radioactifs  $\alpha$  s'ils émettent des noyaux d'hélium  ${}^4_2\text{He}$ .

Lors d'une émission  $\alpha$ , l'équation de la réaction nucléaire est de la forme :



Les particules  $\alpha$  sont arrêtées par quelques centimètres d'air ou une feuille de papier. Le rayonnement  $\alpha$  est peu pénétrant mais très ionisant ; il est donc très dangereux si des poussières radioactives sont inhalées, ingérées ou par en contact avec la peau.

Exemple :  ${}^{222}_{86}\text{Rn}$  le radon se désintègre en polonium.

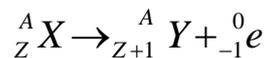


### 3.3 Radioactivité $\beta^-$

Elle est caractéristique des éléments ayant trop de neutrons.

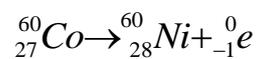
Des noyaux sont dits radioactifs  $\beta^-$  s'ils émettent des électrons  ${}^0_{-1}e$ .

Lors d'une émission  $\beta^-$ , l'équation de la réaction nucléaire est de la forme :



Les particules  $\beta^-$  sont assez pénétrantes, elles sont arrêtées par quelques millimètres d'aluminium.

Exemple : le cobalt est émetteur  $\beta^-$  :  ${}^{60}_{27}\text{Co}$

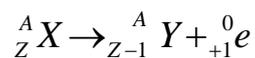


### 3.4 Radioactivité $\beta^+$

Elle est caractéristique des éléments possédant trop de protons.

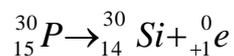
Des noyaux sont dits radioactifs  $\beta^+$  s'ils émettent des positons  ${}^0_{+1}e$ .

Lors d'une émission  $\beta^+$ , l'équation de la réaction nucléaire est de la forme :



Les particules  $\beta^+$  ont des durées de vie très courtes dans la matière.

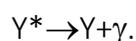
Exemple : le phosphore 30, obtenu pour la première fois par Irène et Frédéric Joliot-Curie en 1934 est émetteur  $\beta^+$  :



### 3.5 Désexcitation $\gamma$

Chacune des réactions nucléaires étudiées précédemment s'accompagne d'un rayonnement de même nature que la lumière appelé rayonnement  $\gamma$ .

Le noyau fils est en général obtenu dans un état excité  $\text{Y}^*$  et c'est sa désexcitation qui produit ce rayonnement :

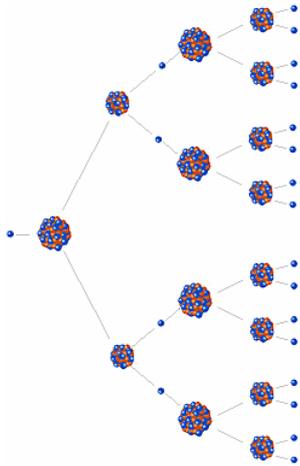


Ce rayonnement est très pénétrant. Il faut une vingtaine de centimètres de plomb pour s'en protéger.

## 4 Fission et Fusion

### 4.1 La fission nucléaire: réaction en chaîne

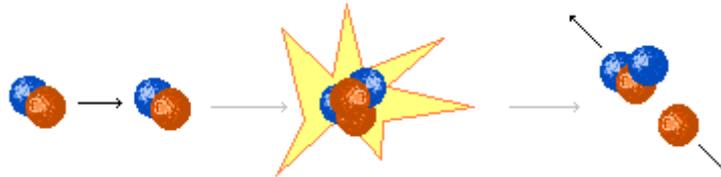
Définition: La fission est une réaction nucléaire provoquée au cours de laquelle un noyau lourd "fissile" donne naissance à deux noyaux plus légers.



Remarque: Les neutrons émis lors de la fission peuvent à leur tour provoquer la fission d'autres noyaux. Si le nombre de neutrons émis lors de chaque fission est supérieur à 1, il peut se produire une réaction en chaîne qui devient rapidement incontrôlable (principe de la bombe à fission). Dans les centrales nucléaires, la réaction en chaîne est contrôlée par des barres qui absorbent une partie du flux de neutrons.

### 4.2 La fusion nucléaire

Définition: La fusion nucléaire est une réaction au cours de laquelle deux noyaux légers s'unissent pour former un noyau plus lourd.



Pour que la fusion soit possible, les deux noyaux doivent posséder une grande énergie cinétique de façon à vaincre les forces de répulsion électriques. Pour cela le milieu doit être porté à très haute température et se trouve alors sous forme de plasma.

L'énergie libérée au cours d'une fusion est considérable. Ce sont des réactions de fusion qui produisent l'énergie des étoiles. Dans la bombe thermonucléaire (appelée bombe H), la fusion nucléaire est incontrôlée et explosive. La très haute température nécessaire au déclenchement de la réaction est obtenue grâce à une bombe à fission (bombe A) portant le nom « d'allumette ». Ce type de réaction présenterait un grand intérêt pour la production d'énergie sur Terre, c'est pourquoi le projet ITER effectue des recherches pour créer un plasma aussi intense tout en produisant une énergie qui soit supérieure à celle utilisée par le plasma. Le projet devrait