

## Modèle de la décroissance radioactive

### A- La radioactivité

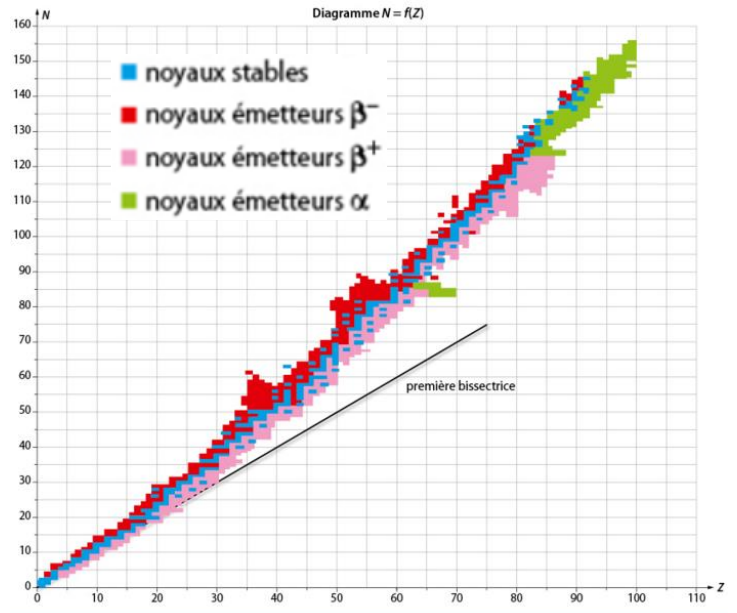
La notation d'un **noyau** atomique (ou **nucléide**) de l'élément X est :  ${}^A_ZX$

- Z est le **numéro atomique** ou **nombre de charge** représentant le **nombre de protons** : il caractérise l'élément chimique ;

- A est le **nombre de masse** représentant le **nombre de nucléons**.

-  $N = A - Z$  représente alors le nombre de neutrons. Un **élément chimique** est constitué par les **nucléides** de même numéro atomique Z. Les **isotopes** d'un élément chimique sont les nucléides de cet élément, qui diffèrent entre eux par le nombre de neutrons.

Comme certains noyaux ne sont pas stables, ils se **désintègrent spontanément** : c'est le phénomène de **radioactivité**. Ces noyaux sont dits **radioactifs**. Les isotopes radioactifs sont repérable dans un diagramme (N,Z).



### B- Lois de conservation et types de radioactivité

Au cours d'une réaction nucléaire, il y a conservation :

- de la charge électrique
- du nombre de masse (nombre de nucléons).

Radioactivité α (émission de particules α, cad de noyau d'hélium  ${}^4_2\text{He}$ ).

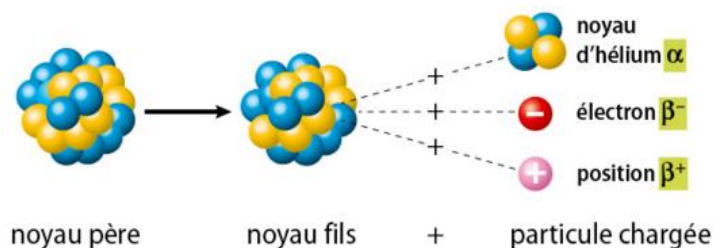
Équation de la réaction :  ${}^A_ZX \rightarrow$

Radioactivité β⁻ (émission d'un électron).

Équation de la réaction :  ${}^A_ZX \rightarrow$

Radioactivité β⁺ (émission d'un positron  ${}^0_1e$ ).

Équation de la réaction :  ${}^A_ZX \rightarrow$



Le rayonnement γ accompagne généralement ces désintégrations.

Lors d'une désintégration, le noyau fils peut se trouver dans un état excité noté  $Y^*$ . Il va donc retourner à son état fondamental en émettant un rayonnement gamma  $\gamma$ , de très courte longueur d'onde, très pénétrant et dangereux.

${}^A_ZY^* \rightarrow$

### C- Décroissance radioactive

1. Au niveau microscopique, un noyau radioactif se désintègre **spontanément** et de **façon aléatoire**.

Par contre au niveau macroscopique, pour caractériser la radioactivité d'un échantillon (grand nombre de noyaux), on utilise le concept d'activité.

**L'activité radioactive** d'un échantillon donné de matière est le nombre moyen de désintégrations nucléaires qui se produisent en une seconde dans cet échantillon. On la note  $A$ , on l'exprime en becquerels (Bq).



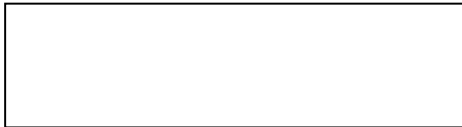
**1 Bq correspond à une désintégration par seconde**

2. **Équation différentielle** vérifiée par une population de noyaux radioactifs notée  $N(t)$

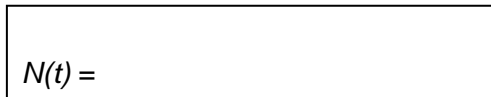
L'activité d'un échantillon est proportionnelle à la population  $N(t)$  de noyaux radioactifs dans l'échantillon.

Le coefficient  $\lambda$  est appelé constante radioactive du nucléide. Cette constante indique la probabilité de désintégration en une durée donnée.

Ainsi, l'équation différentielle vérifiée par  $N(t)$  est :



La **loi de décroissance** est l'expression de la solution de cette équation différentielle, où  $N_0$  est la population à l'instant initial :



3. Caractérisation de cette loi de décroissance

**Temps de demi-vie** : le temps de demi-vie  $t_{1/2}$  d'un noyau radioactif est la durée nécessaire pour qu'une population quelconque de ces noyaux soit divisée par 2.

C'est une caractéristique du noyau radioactif, qui est indépendante du temps.

Chaque type de noyaux radioactifs est caractérisé par 3 constantes permettant de décrire sa désintégration dans le temps :

- la constante radioactive  $\lambda$  (unité :       ) ;
- la constante de temps par  $\tau = 1/\lambda$  (unité :       ) ;
- le temps de demi-vie  $t_{1/2} =$         (unité :       ).

### D- Applications de la radioactivité

#### La datation

Les composés organiques peuvent être datés grâce à l'étude de la désintégration d'un des isotopes du carbone, le carbone 14 (pour des organismes datant de moins de 50 000 ans). En effet les noyaux de carbone 14 sont renouvelés tant que l'organisme est vivant. A sa mort, le carbone 14 se désintègre suivant la loi de décroissance radioactive. De nombreuses méthodes de datation existent, utilisant différents isotopes ou des rapports isotopiques.

#### Domaine médical

Des noyaux radioactifs de courte durée de vie sont utilisés en médecine pour le traitement par rayonnement dit « ionisant ». On peut ainsi soigner grâce au rayonnement radioactif, s'il est contrôlé et localisé (radiothérapie).

On peut aussi se servir d'isotopes radioactif injectés localement pour faire de l'imagerie. Par exemple l'iode 131 est utilisé pour réaliser des images de la thyroïde.

#### Radioprotection

Les rayonnements issus de la radioactivité peuvent avoir des effets néfastes sur les molécules du vivant. Pour s'en protéger on peut donc utiliser des tenues adaptées, limiter le temps d'exposition, éloigner la source, utiliser des écrans de protection adaptés (aluminium, verre, plomb...).

