

# Les réactions nucléaires spontanées

## 1. La radioactivité

La radioactivité est la transformation spontanée d'un noyau au cours du temps. Cette transformation modifie la nature du noyau et s'accompagne de l'émission de particules et de radiations électromagnétiques.

La désintégration d'un noyau est:

- spontanée, (se déroule sans facteur déclenchant)
- inéluctable, (se produira tôt ou tard mais de manière certaine)
- aléatoire, (il est impossible de savoir à quel instant un noyau donné se désintégrera)

Voir TP et animation: **Caractère aléatoire de la radioactivité (TP)**

- indépendante des combinaisons chimiques dans lesquelles l'atome est engagé.
- indépendante des conditions physiques (température T, pression p, champ magnétique  $\vec{B}$ , champ électrique  $\vec{E}$ , état solide, état liquide, état gazeux ...),

Un noyau «père» disparaît pour former un noyau «fils» et du rayonnement (particules + radiations).

Loi de conservation:

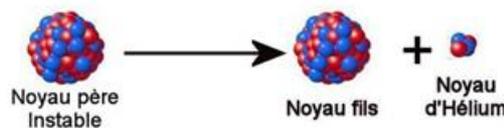
**Au cours d'une transformation nucléaire (spontanée ou non),  
il y a conservation du nombre total de nucléons A et du  
nombre total de charges électriques Z**

## 2. Les différentes radioactivités

### 2.1. Radioactivité $\alpha$

La radioactivité  $\alpha$  correspond à l'émission de noyaux d'hélium  ${}^4_2\text{He}$  (autrefois appelés rayons, ou particules,  $\alpha$  avant la découverte de l'hélium) par certains noyaux. Ce type de radioactivité concerne les noyaux présentant un excès de **nucléons** et appelés «noyaux lourds» ( $A > 200$ ).

Équation générale:  ${}^A_Z\text{X} \longrightarrow {}^{A-4}_{Z-2}\text{Y} + {}^4_2\text{He}$

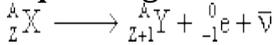


Exemple:  ${}^{238}_{92}\text{U} \longrightarrow {}^{234}_{90}\text{Th} + {}^4_2\text{He}$

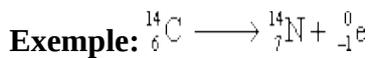
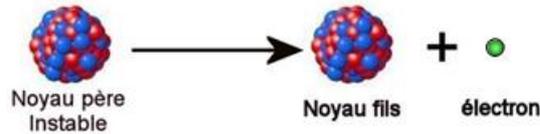
## 2.2. Radioactivité $\beta^-$

La radioactivité  $\beta^-$  correspond à l'émission d'électrons (autrefois appelés rayons, ou particules  $\beta$  avant la découverte de l'électron) par certains noyaux. Ce type de radioactivité concerne les noyaux présentant un excès de neutrons. Les noyaux radioactifs  $\beta^-$  sont situés au dessus de la vallée de stabilité.

### Équation générale:



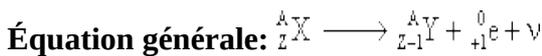
On omettra l'antineutrino  $\bar{\nu}$ .



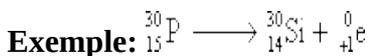
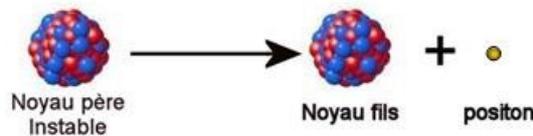
## 2.3. Radioactivité $\beta^+$

La radioactivité  $\beta^+$  correspond à l'émission de positrons (ou positons) par certains noyaux. Les positrons sont les antiparticules des électrons: toutes leurs propriétés sont identiques à celle des électrons sauf leur charge électrique qui est opposée. Ce type de radioactivité concerne les noyaux présentant un excès de protons. Les noyaux radioactifs  $\beta^+$  sont situés au dessous de la vallée de stabilité.

La radioactivité  $\beta^+$  existe surtout pour les [nucléides](#) artificiels (préparés dans des réacteurs nucléaires ou dans les accélérateurs de particules). Elle est extrêmement rare pour les [nucléides](#) naturels.



On omettra le neutrino  $\nu$ .



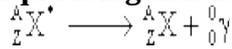
(historique: 1<sup>er</sup> [nucléide](#) artificiel créé en 1934 par I. et F. Joliot-Curie)

## 2.4. Désexcitation $\gamma$

Si le noyau fils issu d'une [désintégration](#) radioactive  $\alpha$  ou  $\beta$  est dans un état excité, l'excédent d'énergie est libéré sous forme de rayonnement électromagnétique  $\gamma$  de très haute [fréquence](#) (de l'ordre de  $10^{20}$  Hz).

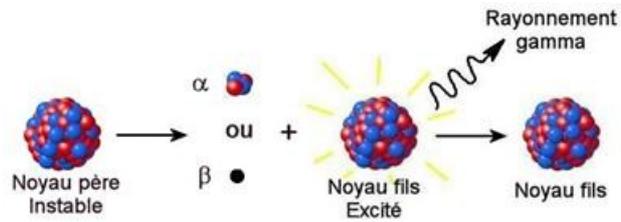
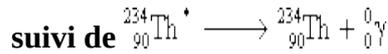
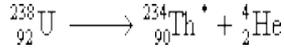
Un noyau dans un état excité est représenté avec un astérisque en exposant à droite.

### Équation générale:



### Exemple:

Associée à la radioactivité  $\alpha$



## 3. Familles radioactives

La radioactivité entraîne la transformation d'un nucléide en un autre nucléide. Si ce dernier est lui-même radioactif, il se transforme à son tour, et ainsi de suite jusqu'à ce que le nucléide obtenu ne soit plus radioactif.

L'ensemble des nucléides obtenus à partir d'un même noyau père est appelé famille radioactive.

Il existe 4 familles radioactives: celle du Neptunium, celle de l'uranium (cf ci-dessous), celle de l'actinium et celle du thorium.

Certains nucléides peuvent se désintégrer soit par radioactivité  $\alpha$  soit par radioactivité  $\beta^-$ , comme le polonium 218 dans la famille de l'uranium.

