



## TRANSFORMATIONS NUCLÉAIRES

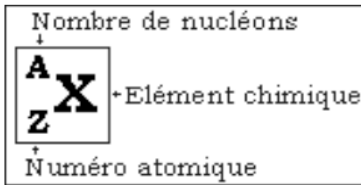
Stabilité et instabilité des noyaux : diagramme (N,Z).  
Radioactivité  $\alpha$  et  $\beta$ , équation d'une réaction nucléaire, lois de conservation.

Radioactivité gamma.

Évolution temporelle d'une population de noyaux radioactifs ; constante radioactive ; loi de décroissance radioactive ; temps de demi-vie ; activité.

Radioactivité naturelle ; applications à la datation.

# PREMIÈRE PARTIE : RAPPELS SUR LA CONSTITUTION DU NOYAU



Z = numéro atomique, c'est le nombre de protons du noyau de l'élément X.

A = nombre de masse, c'est nombre de nucléons (protons et neutrons); N (nombre de neutrons) = A-Z

	${}^1_1\text{H}$	${}^{197}_{79}\text{Au}$	${}^{12}_6\text{C}$	${}^{14}_6\text{C}$
Nom		Or		
Protons				
Neutrons				

Complétez le tableau

✎ Pourquoi dit-on que les deux derniers éléments du tableau sont *isotopes* ?

## DEUXIÈME PARTIE : DIFFÉRENTS TYPES DE RADIOACTIVITÉ

Certains noyaux sont instables et sont susceptibles de se désintégrer. On dit qu'un noyau père (X) se désintègre en un noyau fils (Y) avec émission de particule ou de rayonnement. Lors d'une réaction nucléaire, **il a toujours conservation du nombre de charge (Z) et du nombre de masse (A)**.

### La radioactivité alpha :

Elle concerne les noyaux instables très lourds (excès de nucléons). Lors de cette désintégration, il y a émission d'un noyau d'hélium, appelé particule  $\alpha$  :



✎ Complétez le bilan général d'une *désintégration alpha* en tenant compte de la conservation du nombre de protons et de neutrons :



✎ Écrire à l'aide du tableau périodique l'équation de la *désintégration alpha* du Polonium,  ${}^{213}_{84}\text{Po}$  :

## La radioactivité $\beta^-$ (béta moins) :

Les noyaux instables possédant un excès de neutrons se désintègrent en libérant un électron noté  ${}_{-1}^0e^-$  :



✎ Complétez le bilan général d'une *désintégration*  $\beta^-$  en tenant compte de la conservation du nombre de protons et de neutrons :



On peut être surpris de voir un électron éjecté du noyau alors qu'il n'en contient pas ! En fait, un neutron se désintègre en libérant un proton et un électron.

✎ Écrire à l'aide du tableau périodique l'équation de la *désintégration*  $\beta^-$  du carbone 14,  ${}^{14}_6\text{C}$  :

---

## La radioactivité $\beta^+$ (béta plus) :

Les noyaux instables possédant un excès de protons se désintègrent en libérant **un positon** noté  ${}^0_1e^+$ . Le positon est la particule *d'antimatière* correspondant à l'électron négatif.



✎ Complétez le bilan général d'une *désintégration*  $\beta^+$  en tenant compte de la conservation du nombre de protons et de neutrons :

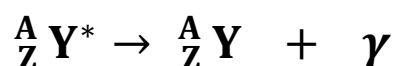


✎ Écrire à l'aide du tableau périodique l'équation de la *désintégration*  $\beta^+$  du Plomb,  ${}^{205}_{82}\text{Pb}$  :

---

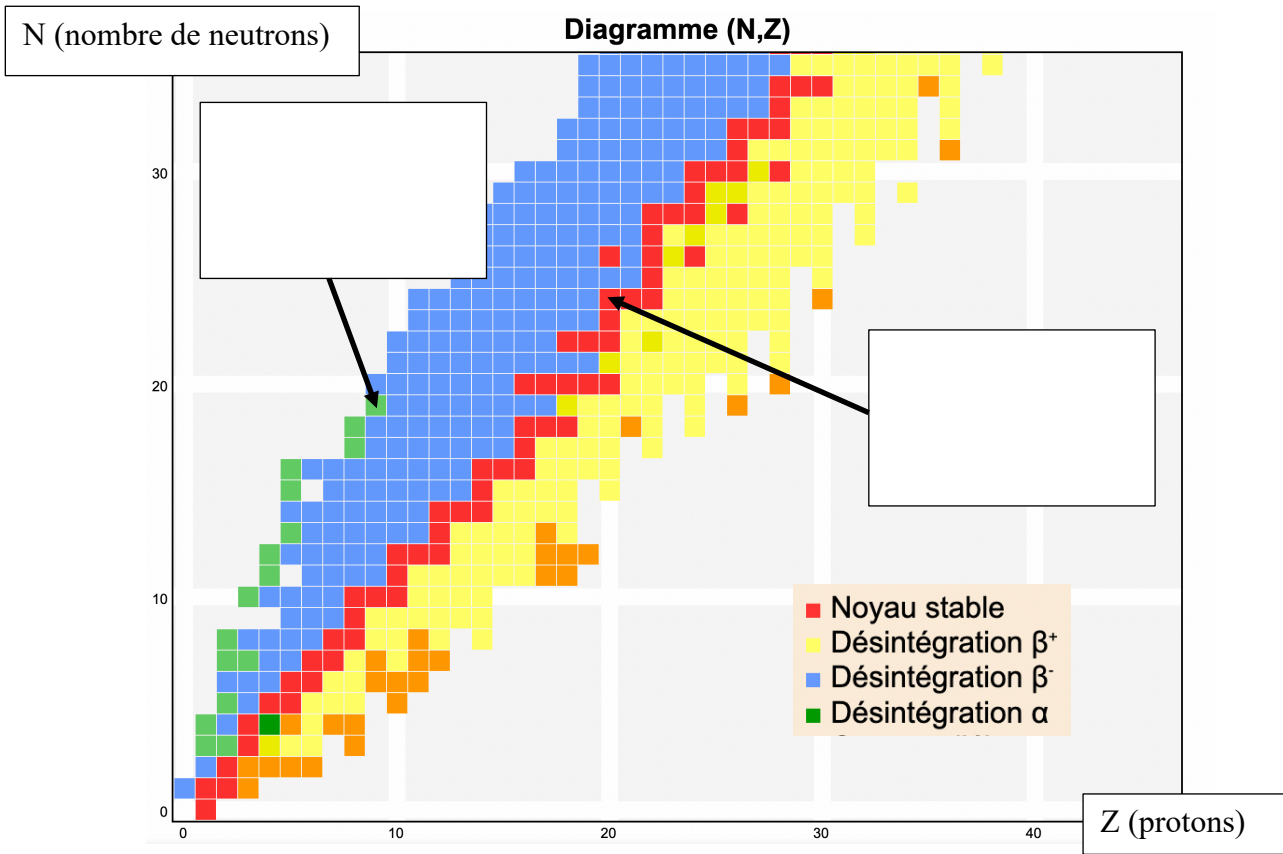
## La radioactivité $\gamma$ (gamma) :

Après la désintégration d'un noyau radioactif  $\alpha$  ou  $\beta$ , le noyau obtenu se trouve généralement dans un état excité (noté  $*$ ). Pour gagner en stabilité, ce noyau émet un photon de très grande énergie :



# TROISIÈME PARTIE : LA STABILITÉ DES NOYAUX

Un diagramme (N, Z) représente la stabilité des différents isotopes des éléments. En rouge, un noyau est stable. Les noyaux isotopes instables, susceptibles de subir une désintégration alpha,  $\beta^-$  ou  $\beta^+$ , sont représentés respectivement en vert, bleu et jaune (voir ce document en couleur sur mon site).



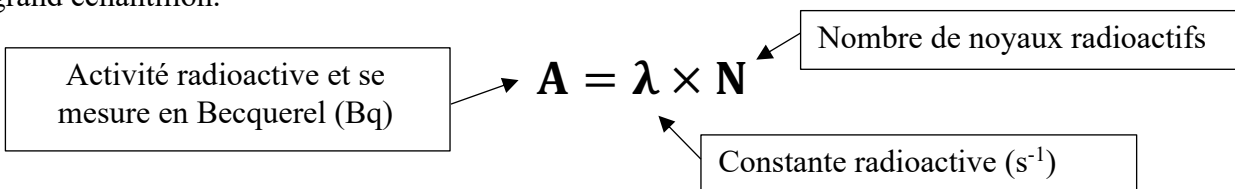
✎ Complétez le diagramme en donnant la formule de l'isotope indiqué par la flèche et sa stabilité :

✎ Écrire la réaction subie par le noyau dans la case verte.

# QUATRIÈME PARTIE : LOI DE DÉCROISSANCE

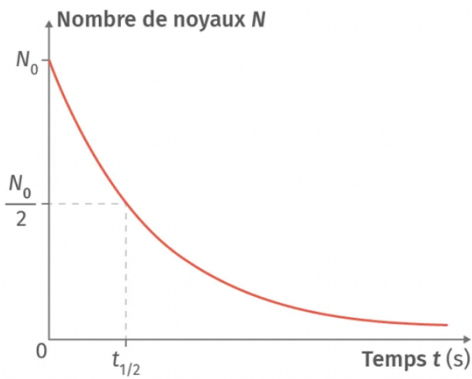
## Activité et temps de demi-vie :

La désintégration d'un noyau radioactif est un phénomène aléatoire. Bien que la désintégration d'un noyau ne soit pas prévisible, on peut prévoir l'évolution de la quantité de noyaux radioactifs dans un grand échantillon.



Le temps de demi-vie  $t_{1/2}$ , est la durée au bout de laquelle l'activité et le nombre de noyaux radioactifs ont diminué de moitié (à rapprocher du temps de demi-réaction en chimie).

**Courbe de décroissance :**




La courbe (extraite du livre) montre le type d'évolution dans le temps de la quantité de noyaux pères lors d'une désintégration radioactive ( $N_0$  est la quantité initiale).

Nous montrerons dans le chapitre sur les **équations différentielles** qu'elle peut se modéliser par l'équation :

$$N(t) = N_0 \times e^{-\lambda t}$$

Nous reconnaissons une fonction *exponentielle inverse* du temps dont la limite tend vers 0 en  $+\infty$


 Montrez que le temps de demi-vie de ce noyau peut s'écrire :  $t_{1/2} = \frac{\ln(2)}{\lambda}$   
*ln est la fonction logarithme népérien, réciproque de la fonction exponentielle :  $\ln(e^x) = x$*

.....

.....

.....

**Datation :** La connaissance de la loi de désintégration d'un noyau peut être utilisée pour effectuer des datations. Voici un exemple extrait du livre :

 Lors de sa formation, une roche contient initialement  $N_0 = 7,22 \times 10^{18}$  noyaux de potassium 40 et n'en possède plus que  $N = 7,60 \times 10^{17}$ . Dater la formation de cette roche.

- **Constante d'Avogadro :**  $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
- **Demi-vie du potassium 40 :**  $t_{1/2} = 1,25 \times 10^9 \text{ ans}$

Rappels des propriétés de la fonction ln :  $\ln(e^x) = x$ ,  $\ln(a \times b) = \ln a + \ln b$ ,  $\ln \frac{a}{b} = \ln a - \ln b$

.....

.....

.....

.....

.....