

**chapitre : Décroissance radioactive**

**I Particules élémentaires et noyaux atomiques**

**1) Des particules élémentaires connues**

Le proton, le neutron et l'électron sont des particules élémentaires qui vous sont connues :

Particule élémentaire	Masse (kg)	Charge (C)
	$1,673 \cdot 10^{-27}$	$1,6 \cdot 10^{-19}$ notée « + e »
	$1,675 \cdot 10^{-27}$	0
	$9,11 \cdot 10^{-31}$	

Dans un noyau atomique, on ne trouve que des \_\_\_\_\_ et des \_\_\_\_\_. On réunit donc ces deux particules élémentaires sous le terme générique de « \_\_\_\_\_ ».

**2) Une nouvelle particule élémentaire**

Le positon est une nouvelle particule élémentaire qui a la masse de l'électron mais une charge opposée.

**3) Comment sont notées les particules élémentaires en radioactivité ?**

On leur associe deux lettres Z et A :

$${}^A_Z P \text{ où } P \text{ désigne la particule}$$

A est appelé \_\_\_\_\_

Z est appelé \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ pour les particules.

particule	notation
Proton	
Neutron	
Électron	
Positon	

**4) Le cas particulier des noyaux**

**a) Constitution**

Un noyau est uniquement composé de nucléons se répartissant en neutrons et protons. Un noyau ne possède donc que des charges \_\_\_\_\_ ou \_\_\_\_\_. Il est donc globalement chargé \_\_\_\_\_.

A est toujours appelé nombre de nucléons.

Z est toujours appelé nombre de charge mais correspond aussi exactement **pour un noyau** à son nombre de \_\_\_\_\_.

A-Z correspond donc pour un noyau \_\_\_\_\_.

Exemple :  ${}^{14}_7 N$  désigne \_\_\_\_\_

**b) Élément chimique**

Tous les noyaux qui possèdent le même nombre de charge Z sont regroupés au sein d'un même « élément chimique ».

Un élément chimique est caractérisé ainsi par son nombre Z, ou encore un \_\_\_\_\_, ou encore un \_\_\_\_\_

X ou encore \_\_\_\_\_

Z est parfois appelé « numéro atomique » pour les noyaux.

Exemple :  ${}^{13}_6 C$  désigne \_\_\_\_\_

**c) Isotopie**

Deux noyaux qui possèdent le même nombre de \_\_\_\_\_ mais \_\_\_\_\_

(c'est-à-dire encore deux noyaux qui ont même nombre de protons et un nombre de neutrons différents) sont appelés noyaux isotopes (d'un même élément). Chaque isotope d'un élément possède une abondance relative.

Exemple : l'élément chlore possède deux isotopes

Symbole	Nombre de protons	Nombre de neutrons	Abondance relative
${}^{35}_{17} Cl$			75,8%
${}^{37}_{17} Cl$			

## II Stabilité et instabilité des noyaux

### 1 Interactions dans le noyau

Les particules d'un noyau exercent entre elles des trois interactions de nature différente :

- (interaction gravitationnelle) : entre particules possédant une masse. Tous les constituants du noyau sont concernés. C'est une interaction attractive mais elle est négligeable dans le noyau étant données les faibles masses mises en jeu.)
- interaction électrostatique : entre particules chargées uniquement. Seuls les protons sont concernés dans le noyau. Les protons possédant tous une charge de même signe, cette interaction est répulsive.
- interaction forte : entre toutes les particules. C'est une interaction attractive très intense dans le noyau en raison de la grande proximité des particules.
- 

Un noyau sera stable si les effets de l'interaction forte « équilibrent » les effets de l'interaction électrique. Dans le cas contraire, le noyau est instable.

Sur les 1500 noyaux connus aujourd'hui, seuls 260 sont stables. Les autres noyaux se désintègrent spontanément, plus ou moins rapidement selon leur composition.

### 2) Diagramme de Segré

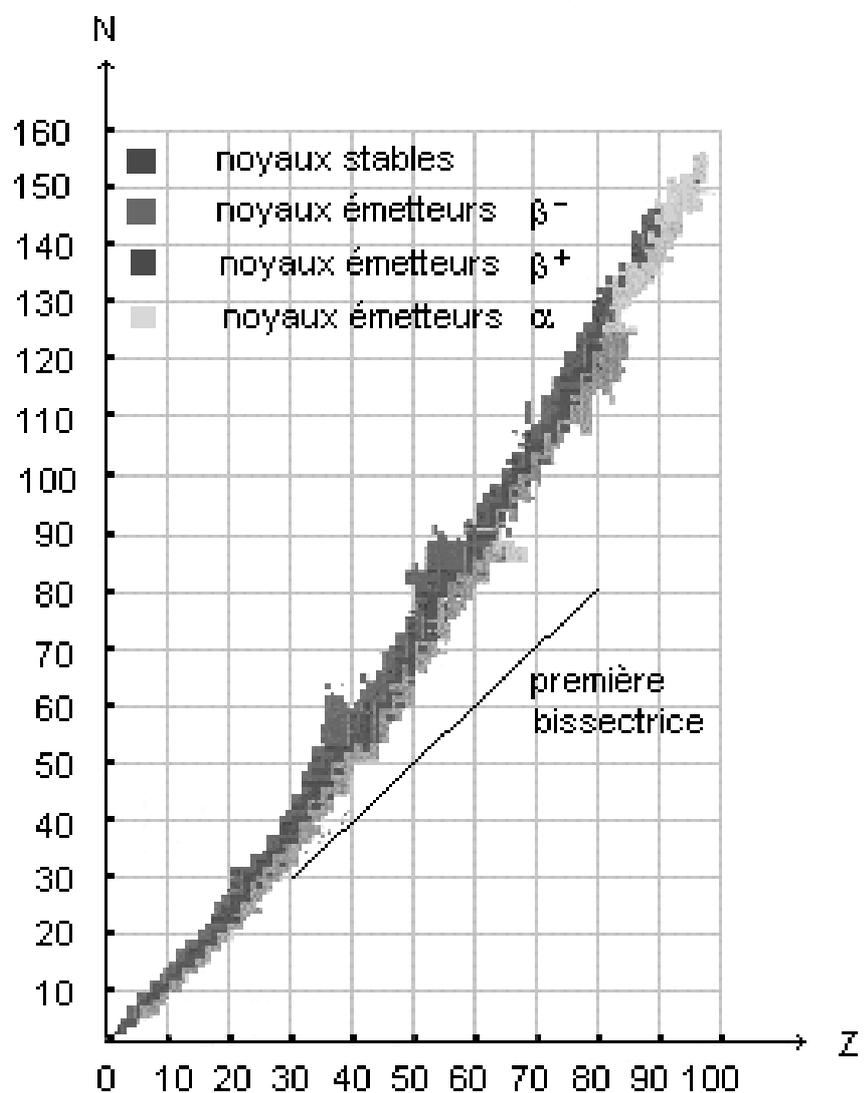
#### a) Construction

Il permet d'étudier la répartition des noyaux stables et instables. En abscisse est reporté  $Z$  donc le nombre de protons pour les noyaux. En ordonnée est reporté  $A-Z$  donc le nombre de neutrons. Chaque petit carré correspond alors à un couple  $(Z, A-Z)$  particulier c'est-à-dire aussi à un couple  $(A, Z)$  particulier donc à un noyau.

#### b) Exploitation

Les noyaux stables sont situés dans la « vallée de la stabilité ». Pour  $Z < 20$ , cette vallée est voisine de la première diagonale. Puis elle s'en écarte : la stabilité n'est assurée que si le nombre de neutrons devient supérieur au nombre de protons (car sinon l'interaction électrique l'emporte sur l'interaction forte).

Aucun noyau dont le numéro atomique est supérieur à 88 n'est stable.



#### c) Conséquence : radioactivité

Les noyaux instables se transforment spontanément en noyaux **stables**. Ces transformations tout à fait particulières ont les caractéristiques suivantes :

- elles font intervenir les particules du noyau (contrairement aux transformations  $\beta$  qui ne font intervenir que les électrons en laissant les noyaux intacts) et appartiennent en cela à la famille des transformations nucléaires,
- elles produisent une émission de particules parfois accompagnée d'un rayonnement électromagnétique. Ce phénomène, découvert à Paris en 1896 par Becquerel est appelé radioactivité.

Chaque noyau instable qui se désintègre est dit

### III Radioactivité $\alpha$ , $\beta^-$ et $\beta^+$

#### 1) Transformation nucléaire

Une transformation nucléaire est modélisée par une réaction nucléaire elle-même symbolisée par une équation nucléaire.

${}^A_Z X$  désigne le noyau

${}^A_{Z_1} Y$  désigne le noyau

${}^A_2 P$  désigne

#### 2) Lois de conservation ou de Soddy

Lors d'une réaction nucléaire, il y a conservation

Dans l'exemple précédent, on a donc :

#### 3) Radioactivité $\alpha$ , $\beta^-$ et $\beta^+$ : définitions et propriétés

Voir grand tableau

Attention ! Il ne faut raisonner qu'en A et Z, le principe de Lavoisier (« Rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme »), n'est pas vérifié en radioactivité !

Exemples : quelles sont les variations de protons  $\Delta p$ , de neutrons  $\Delta n$ , d'électrons  $\Delta e^-$  et de positon  $\Delta e^+$  pour les réactions nucléaires suivantes ?

	$\Delta p$	$\Delta n$	$\Delta e^-$	$\Delta e^+$
${}^{60}_{27} Co \rightarrow {}^{60}_{28} Ni + {}^0_{-1} e$				
${}^1_0 n \rightarrow {}^1_1 p + {}^0_{-1} e$				
${}^0_{-1} e + {}^0_1 e \rightarrow ?$				

### IV Décroissance radioactive

#### 1) Caractère aléatoire de la décroissance radioactive

(voir TP)

Un noyau instable se désintègre mais il est impossible de prévoir quand.

Au niveau microscopique, la désintégration d'un noyau précis ne peut être prévue : elle possède un caractère .....

On peut néanmoins définir pour chaque noyau une ..... de se désintégrer en une durée donnée.

- Cette probabilité.....
- elle est ..... au cours du temps : un noyau ne .....
- dans un échantillon, pour un noyau radioactif donné, elle est indépendante
- elle est indépendante de

Cette probabilité est donc intrinsèque à la nature du noyau.

Au niveau macroscopique, donc pour un échantillon comportant un très grand nombre de noyaux de l'ordre du nombre d'Avogadro, le caractère « aléatoire » du niveau microscopique devient un caractère..... au niveau macroscopique.

#### 2) Constante radioactive

On note  $N(t)$  : nombre de noyaux présents dans l'échantillon macroscopique à la date t.

$N(t+\Delta t)$  : nombre de noyaux présents dans le même échantillon à la date t +  $\Delta t$ .

$\Delta N$  : variation du nombre de noyau entre t et t +  $\Delta t$ .  $\Delta N = ?$

