



# PHYSIQUE NUCLÉAIRE : RÉSUMÉ DES DEUX LEÇONS



## LEÇON 1 : RADIOACTIVITÉ – COURS COMPLET


### 1. RADIOACTIVITÉ NATURELLE

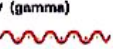
Certains noyaux instables se désintègrent spontanément en émettant des rayonnements pour devenir plus stables.



### 2. TYPES DE RAYONNEMENTS

**α (alpha)**  • Noyau d'hélium :  ${}^4_2\text{He}$   
• Charge : +2e  
• Très peu pénétrant  
• Dévié par E et B

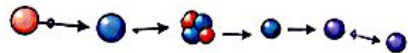
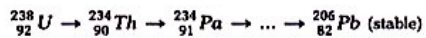
**β<sup>-</sup> (bêta moins)**  • Électron :  ${}^0_{-1}e$   
• Charge : -e  
• Pénétration moyenne  
• Dévié par E et B

**γ (gamma)**  • Photon (onde électromagnétique)  
• Charge : 0  
• Très pénétrant  
• Non dévié

### 6. CHAÎNES DE DÉSINTÉGRATION

Suite de désintégrations conduisant à un noyau stable.

Exemple : chaîne de l'uranium 238

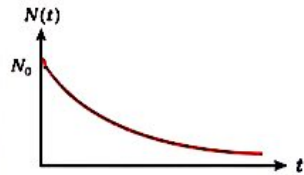


### 3. LOI DE DÉCROISSANCE RADIOACTIVE

La quantité de noyaux radioactifs diminue au cours du temps.

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

- $N_0$  : nombre initial de noyaux
- $N(t)$  : nombre de noyaux à l'instant  $t$
- $\lambda$  : constante radioactive ( $s^{-1}$ )
- $t$  : temps (s)



Activité :  $A(t) = \lambda N(t)$   
Unité : Becquerel (Bq)

### 4. DEMI-VIE ( $t_{1/2}$ )

Durée au bout de laquelle le nombre de noyaux radioactifs est réduit de moitié.

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$$



Après  $n$  demi-vies :

$$N(t) = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n$$

### 5. ACTIVITÉ ET UNITÉS

L'activité d'un échantillon exprime le nombre de désintégrations par seconde.

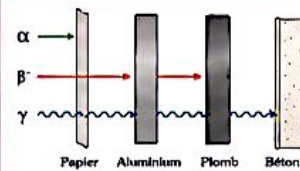
$$A = -\frac{dN}{dt} = \lambda N$$

Unité : Becquerel (Bq)  
1 Bq = 1 désintégration/s



### 7. POUVOIR DE PÉNÉTRATION

Rayonnement	Pouvoir de pénétration
α (alpha)	Très faible
β <sup>-</sup> (bêta moins)	Moyen
γ (gamma)	Très élevé



### 8. APPLICATIONS

☒ Médecine : radiothérapie, imagerie (scintigraphie)

☒ Datation : carbone 14

☒ Industrie : contrôle non destructif

☒ Énergie nucléaire

## LEÇON 2 : LES NOYAUX – MASSE ET ÉNERGIE

### 1. ÉQUIVALENCE MASSE-ÉNERGIE

D'après Einstein :

$$E = mc^2$$



$$c = 3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

La masse peut se transformer en énergie et inversement.

### 2. UNITÉS EN PHYSIQUE NUCLÉAIRE

a) Unité de masse atomique (u.m.a)

$$1 \text{ u} = \frac{1}{12} m({}^{12}_6\text{C}) = 1,66 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$$

b) Électronvolt (eV)

$$1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$$

c) Énergie équivalente à 1u

$$E = 1 \text{ u} \cdot c^2 = 931,5 \text{ MeV}$$

### 4. ÉNERGIE DE LIAISON ( $E_L$ )

Énergie nécessaire pour dissocier complètement les nucléons d'un noyau.

Elle est l'équivalence en énergie du défaut de masse.

$$E_L = \Delta m \cdot c^2$$

Unité : MeV (ou eV)

☒ Plus  $\frac{E_L}{A}$  est grande, plus le noyau est lié et stable.

### 5. ÉNERGIE DE LIAISON PAR NUCLÉON ( $\frac{E_L}{A}$ )

Énergie nécessaire pour séparer un nucléon de son noyau.

$$\frac{E_L}{A}$$

Unité : MeV/nucléon

☒ Plus  $\frac{E_L}{A}$  est grande, plus le noyau est stable.

### 3. DÉFAUT DE MASSE ( $\Delta m$ )

La masse d'un noyau est inférieure à la somme des masses des nucléons.

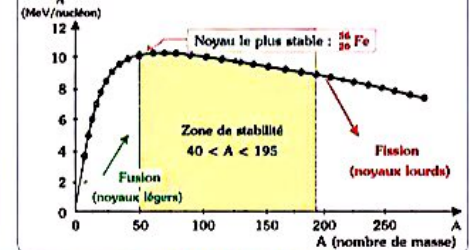


$$\Delta m = Zm_p + (A - Z)m_n - m_{\text{noyau}}$$

- $m_p$  : masse du proton
- $m_n$  : masse du neutron
- $m_{\text{noyau}}$  : masse du noyau

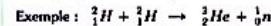
### 6. COURBE D'ASTON

Représente  $-\frac{E_L}{A}$  (MeV/nucléon) en fonction du nombre de masse  $A$ .



### 7. FUSION NUCLÉAIRE

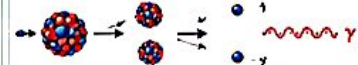
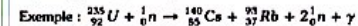
Des noyaux légers s'unissent pour former un noyau plus lourd et plus stable.



Nécessite une température et une pression très élevées (étoiles).

### 8. FISSION NUCLÉAIRE

Un noyau lourd se divise en plusieurs noyaux plus légers et plus stables.



Les neutrons libérés peuvent provoquer une réaction en chaîne si non contrôlés !

### 9. BILAN ÉNERGÉTIQUE D'UNE TRANSFORMATION NUCLÉAIRE

Pour :  $\sum \text{réactifs} \rightarrow \sum \text{produits}$

$$\Delta E = E_f - E_i = \Delta m \cdot c^2$$

avec  $\Delta m = \sum m(\text{produits}) - \sum m(\text{réactifs})$

Si  $\Delta E < 0$  :  
Énergie libérée  
(réaction exothermique)

Si  $\Delta E > 0$  :  
Énergie absorbée  
(réaction endothermique)

### À RETENIR – LEÇON 1

- ☒ Désintégration spontanée de noyaux instables.
- ☒ Rayonnements : α, β<sup>-</sup>, γ (propriétés différentes).
- ☒ Loi radioactive :  $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$
- ☒ Demi-vie :  $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$
- ☒ Activité :  $A = \lambda N$  (unité : Bq)
- ☒ Chaînes de désintégration → noyau stable.
- ☒ Pénétration : α < β<sup>-</sup> < γ
- ☒ Applications : médecine, datation, industrie, énergie.

### CONSTANTES ET UNITÉS CLÉS

- $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
- $1 \text{ u} = 1,66 \times 10^{-27} \text{ kg} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$
- $1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$
- $1 \text{ Bq} = 1 \text{ désintégration/s}$



### À RETENIR – LEÇON 2

- ☒ Masse et énergie sont équivalentes :  $E = mc^2$
- ☒ Défaut de masse → énergie de liaison.
- ☒ Plus  $E_L$  ou  $\frac{E_L}{A}$  est grand → noyau plus stable.
- ☒ Noyaux légers → fusion ; noyaux lourds → fission.
- ☒ Bilan énergétique d'une réaction :  $\Delta E = \Delta m \cdot c^2$
- ☒ Réactions exothermiques libèrent de l'énergie.

