

The background features a gradient from red at the top to blue at the bottom. Overlaid on this are several faint, semi-transparent circular patterns. Some are solid lines, while others are dashed. A prominent feature is a large circular scale on the left side, with numerical markings from 140 to 260 in increments of 10. The text is centered in a clean, white, sans-serif font.

COURS 4

TRANSFORMATIONS RADIOACTIVES

UE3A - BIOPHYSIQUE
TUT'RENTÉE 2017-2018

PLAN

I. GENERALITES

II. RADIOACTIVITE α OU PAR PARTITION

III. TRANSFORMATIONS ISOBARIQUES

IV. TRANSFORMATIONS ISOMERIQUES

V. APPLICATION : SPECTRE ELECTRONIQUE REEL COMPLET

VI. NOTION DE SCHEMA DE DESINTEGRATION

VII. NOTION DE FAMILLE RADIOACTIVE

PLAN

I. GENERALITES

II. RADIOACTIVITE α OU PAR PARTITION

III. TRANSFORMATIONS ISOBARIQUES

IV. TRANSFORMATIONS ISOMERIQUES

V. APPLICATION : SPECTRE ELECTRONIQUE REEL COMPLET

VI. NOTION DE SCHEMA DE DESINTEGRATION

VII. NOTION DE FAMILLE RADIOACTIVE

I. GENERALITES

1. Définition

- Une transformation radioactive est une **mutation/désintégration spontanée** d'un noyau atomique : un **noyau père, instable**, se transforme en **noyau fils de moindre masse**.
- On a ainsi une perte de masse, donc une augmentation du défaut de masse, convertie en énergie (**énergie de liaison E_L**). Cette énergie libérée est emportée par une particule ou un photon.

I. GENERALITES

1. Définition

- Dans la nature, les noyaux sont **majoritairement stables** donc **non radioactifs** (274). Il en existe cependant des spontanément instables et radioactifs (51) : la radioactivité est donc un **phénomène naturel** et est omniprésente ! (*rayonnements cosmiques, écorce terrestre, eau, et même le corps humain*)
- On peut également fabriquer des noyaux radioactifs : c'est la **radioactivité artificielle**.

I. GENERALITES

2. Classification

Il existe 3 types de transformations radioactives :

- Radioactivité α ou par partition :
 - **noyaux lourds**
 - grand nombre de nucléons (**$A > 200$**).
 - ils émettent une particule α (noyau d'Hélium) pour retrouver leur stabilité.

I. GENERALITES

2. Classification

- Transformations isobariques :
 - **noyaux instables autour de la vallée de la stabilité**
 - trop riches soit en neutrons soit en protons et transforment donc un neutron en proton ou inversement
 - Δ : ils **conservent** leur **nombre de masse A** ! (« isobare » = « même A »)

I. GENERALITES

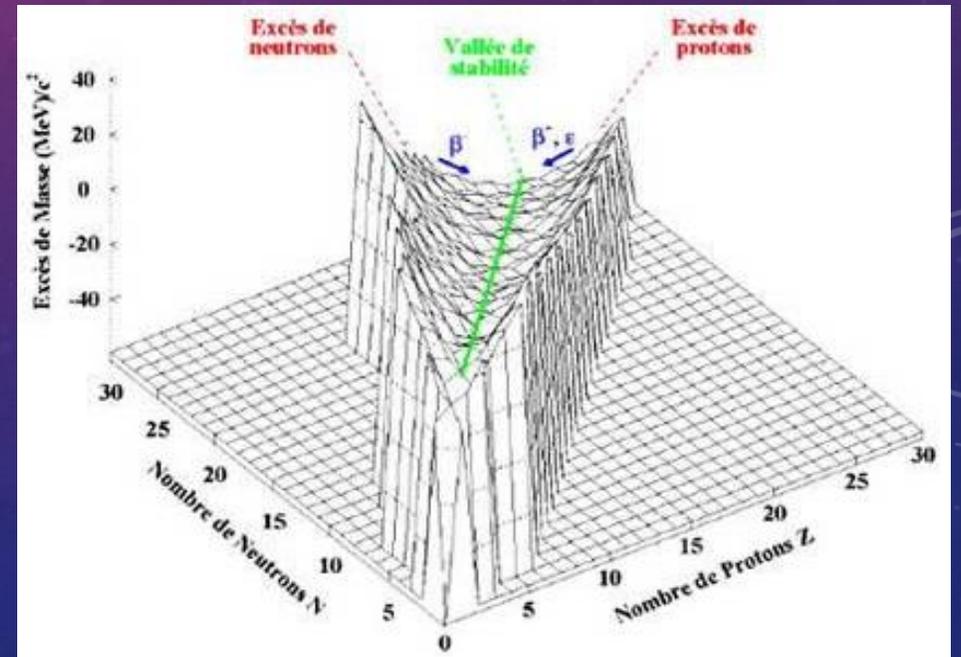
2. Classification

- Transformations isomériques :
 - **noyaux en excès d'énergie**
 - ils se désexcitent **sans modification** du nombre ou du type de **nucléons** : le **noyau ne change pas de nature!**

I. GENERALITES

3. Evolution vers une masse inférieure

- Le but des transformations radioactives est toujours de **perdre de la masse** afin d'**augmenter l' E_L** donc d'**augmenter E_L/A** et donc d'**augmenter la stabilité**
- Vallée de stabilité 3D : on voit bien qu'à nombre de nucléons égal, les **noyaux les plus stables ont une masse inférieure**.



I. GENERALITES

4. Lois de conservation

Conservation nb de nucléons et de charges $\rightarrow A$ et Z idem

Conservation énergie totale du système $\rightarrow E_{tot}$ idem

Conservation quantité de mouvement $\rightarrow \rho = mv$ idem

PLAN

I. GENERALITES

II. RADIOACTIVITE α OU PAR PARTITION

III. TRANSFORMATIONS ISOBARIQUES

IV. TRANSFORMATIONS ISOMERIQUES

V. APPLICATION : SPECTRE ELECTRONIQUE REEL COMPLET

VI. NOTION DE SCHEMA DE DESINTEGRATION

VII. NOTION DE FAMILLE RADIOACTIVE

PLAN

I. GENERALITES

II. **RADIOACTIVITE α OU PAR PARTITION**

III. TRANSFORMATIONS ISOBARIQUES

IV. TRANSFORMATIONS ISOMERIQUES

V. APPLICATION : SPECTRE ELECTRONIQUE REEL COMPLET

VI. NOTION DE SCHEMA DE DESINTEGRATION

VII. NOTION DE FAMILLE RADIOACTIVE

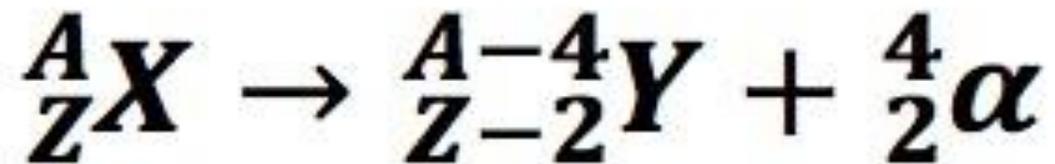
II. RADIOACTIVITÉ α OU PAR PARTITION

1. Généralités

- = **noyau père lourd** se désintègre en **noyau fils plus léger** avec émission d'une **particule α**
- Particule α = **noyau d'Hélium** (2p+2n).
/!\ seul noyau complexe émis spontanément, car il est **particulièrement stable (doublement magique, $E_L/A = 7 \text{ MeV/nuc}$)**.
- **Radioactivité efficace** car perte de 4 nucléons en même temps

II. RADIOACTIVITÉ α OU PAR PARTITION

2. Réaction de désintégration



Z change : élément fils Y
différent du père X

3. Bilan masse-énergie

$$\Delta M = \mathcal{M}(A, Z) - \mathcal{M}(A - 4, Z - 2) - \mathcal{M}(4, 2)$$

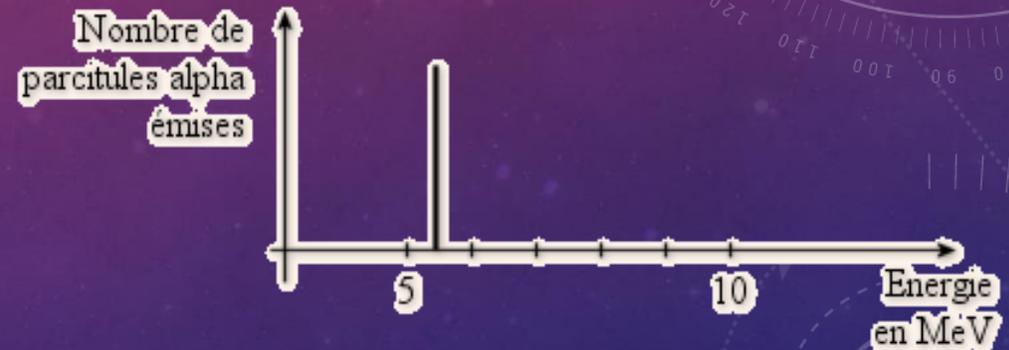
$$\textit{Energie disponible} : E_d [\textit{MeV}] = 931,5 \Delta M$$

II. RADIOACTIVITÉ α OU PAR PARTITION

4. Spectre énergétique

→ L'énergie est libérée sous forme d'énergie cinétique E_c , partagée entre les noyaux formés.

Ici, le noyau fils est trop lourd, on considère donc que la particule α emporte toute l' E_c : on a un spectre de raie ($E_{raie} = E_c$; entre 4 et 10 MeV)



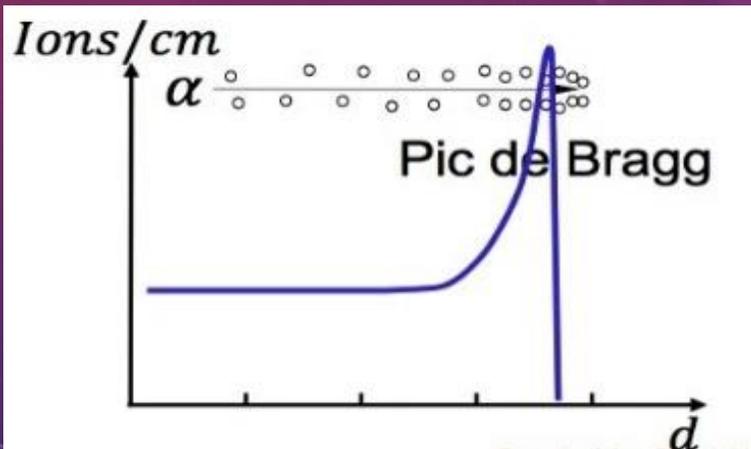
Remarque : en réalité, le noyau fils emporte un peu d'énergie, c'est « l' E_c de recul », mais elle est négligeable.

II. RADIOACTIVITÉ α OU PAR PARTITION

5. Parcours dans la matière

La particule α :

- **lourde** \rightarrow trajectoire **rectiligne**, courte
- **non relativiste** \rightarrow vitesse faible
- **chargée positivement** \rightarrow **directement ionisante** selon le **pic de Bragg**



Pic de Bragg = la probabilité d'ionisation augmente brutalement à partir d'une certaine distance et **maximum d'ionisations en fin de parcours** puis tout s'arrête \rightarrow dépôt d'énergie concentré sur une courte distance

- **interactions obligatoires** avec la matière \rightarrow arrêt par une **feuille de papier**

II. RADIOACTIVITÉ α OU PAR PARTITION

6. Applications biomédicales

- Radioprotection :
 - exposition externe → **aucun danger** (arrêtées par la peau)
 - exposition interne → possibles **ionisations** dans les tissus et les \emptyset .
Exemple : Radon 222 dans les poumons
- Radiothérapie : dépôt d'énergie localisé (pic de Bragg) représente un **intérêt majeur thérapeutique** ; c'est en voie de développement!
Exemple : Bismuth 263 dans le ttt du glioblastome

PLAN

I. GENERALITES

II. RADIOACTIVITE α OU PAR PARTITION

III. TRANSFORMATIONS ISOBARIQUES

IV. TRANSFORMATIONS ISOMERIQUES

V. APPLICATION : SPECTRE ELECTRONIQUE REEL COMPLET

VI. NOTION DE SCHEMA DE DESINTEGRATION

VII. NOTION DE FAMILLE RADIOACTIVE

PLAN

I. GENERALITES

II. RADIOACTIVITE α OU PAR PARTITION

III. **TRANSFORMATIONS ISOBARIQUES**

IV. TRANSFORMATIONS ISOMERIQUES

V. APPLICATION : SPECTRE ELECTRONIQUE REEL COMPLET

VI. NOTION DE SCHEMA DE DESINTEGRATION

VII. NOTION DE FAMILLE RADIOACTIVE

III. TRANSFORMATIONS ISOBARIQUES

- Transformations à **nombre de masse A constant !!**
- Mais la répartition neutron/proton va changer par inversion des quarks up et down, donc **N et Z changent** : l'élément **fil** est **différent** de l'élément père.
- Il existe 3 types de transformations isobariques possibles : β^- , β^+ , CE

III. TRANSFORMATIONS ISOBARIQUES

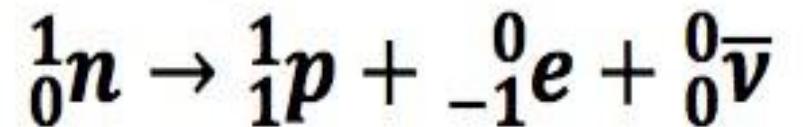
A. TRANSFORMATION β^-

1. Généralités

- concerne les noyaux ayant un **excès de neutrons**
- **1 n se transforme en 1 p** par **inversion d'un quark** : $n = \underline{u}\underline{d}\underline{d} \rightarrow p = \underline{u}\underline{u}\underline{d}$

= noyau père \rightarrow noyau fils + 1 électron (d'origine nucléaire) + 1 antineutrino

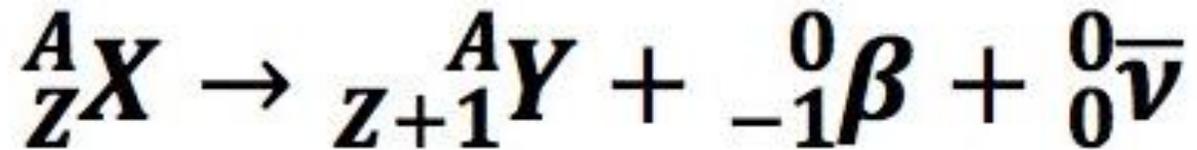
! l'électron et l'antineutrino proviennent de la réaction de dissociation du neutron, instable hors du noyau.



III. TRANSFORMATIONS ISOBARIQUES

A. TRANSFORMATION β^-

2. Réaction de désintégration



A constant mais Z change :
élément fils Y différent du père X

3. Bilan masse-énergie

$$\Delta M = \mathcal{M}(A, Z) - \mathcal{M}(A, Z + 1)$$

$$\text{Energie disponible : } E_d [\text{MeV}] = 931,5 \Delta M$$

III. TRANSFORMATIONS ISOBARIQUES

A. TRANSFORMATION β^-

4. Spectre énergétique

→ L'énergie est libérée sous forme d'énergie cinétique E_c , partagée entre les noyaux formés.

Ici, le noyau fils est trop **lourd** → « E_c de recul » **négligeable**.

L' E_c se répartie au **hasard** entre β^- et $\bar{\nu}$ (indétectable) : **spectre continu** avec

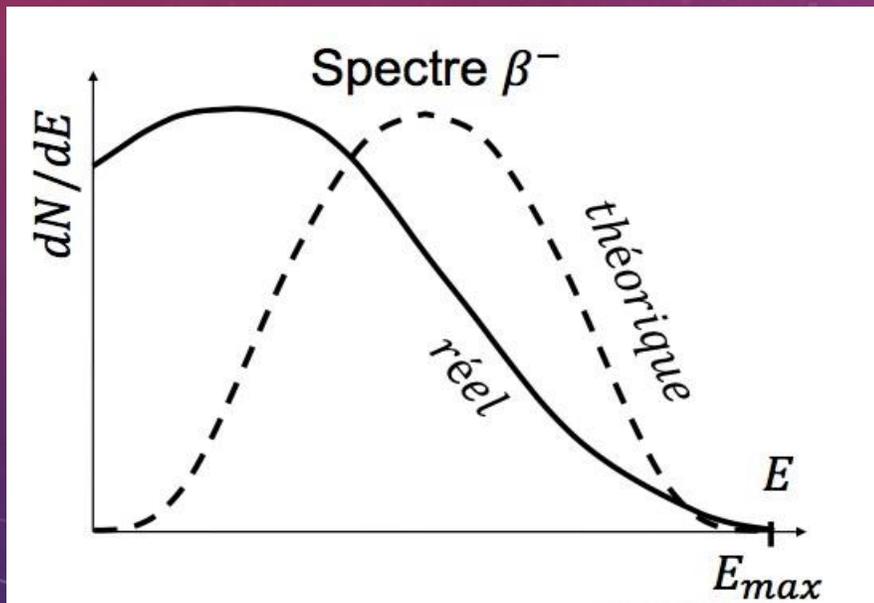
$$E_{max} = E_d$$

⚠ Seul β^- est détectable → on parle du spectre de β^- seulement!

III. TRANSFORMATIONS ISOBARIQUES

A. TRANSFORMATION β^-

4. Spectre énergétique



Spectre théorique : va de 0 (cas où $\bar{\nu}$ emporterait toute l'énergie) à E_{max} (cas où β^- emporterait toute l'énergie)

Spectre réel : **décalé vers la gauche** car il y a des **interactions coulombiennes** entre β^- et le **noyau** qui fait que les β^- **d'énergie trop faible** ne pourront pas s'extraire du noyau et ne seront **pas détectés**

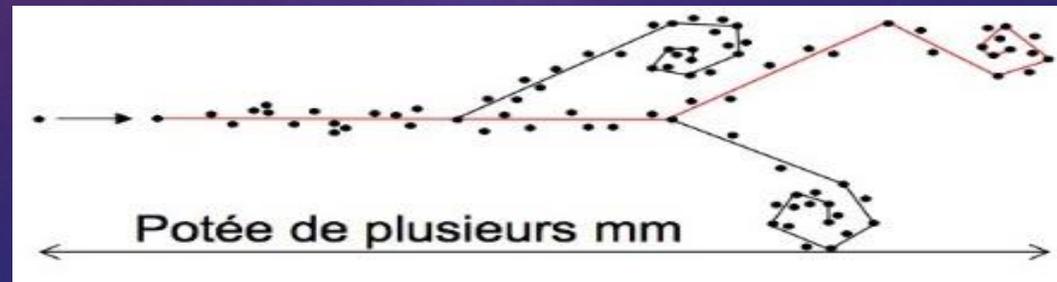
III. TRANSFORMATIONS ISOBARIQUES

A. TRANSFORMATION β^-

5. Parcours dans la matière

La particule β^- :

- **relativiste** \rightarrow vitesse proche de celle de la lumière
- **chargée** \rightarrow **ionisations** par collisions avec d'autres électrons
- **parcours court** (qqs mms) et **non rectiligne**
- **interactions obligatoires** avec la matière \rightarrow arrêt par une **feuille métallique**



III. TRANSFORMATIONS ISOBARIQUES

A. TRANSFORMATION β^-

6. Applications biomédicales

Iode 131 dans le **ttt du cancer de la thyroïde** (glande indispensable car sécrétrice d'hormones) et de ses métastases, dans le cadre de la **radiothérapie métabolique**.

III. TRANSFORMATIONS ISOBARIQUES

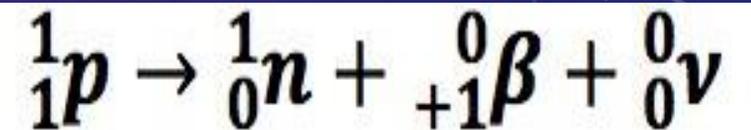
B. TRANSFORMATION β^+

1. Généralités

- concerne les noyaux ayant un **excès de protons**
- **1 p se transforme en 1 n** par **inversion d'un quark** : $p = u\underline{u}d \rightarrow n = u\underline{d}d$

= noyau père \rightarrow noyau fils + 1 positon + 1 neutrino

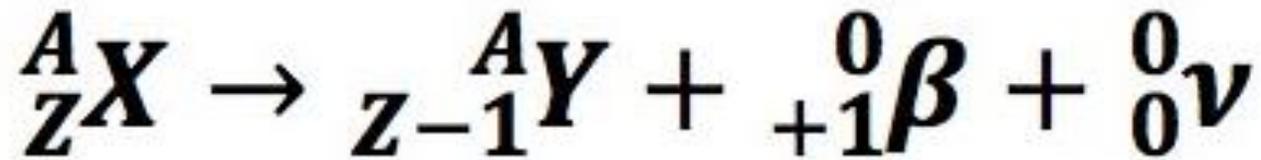
/!\ le positon et le neutrino ne préexistent pas dans le noyau mais proviennent en fait de la réaction de dissociation du proton .



III. TRANSFORMATIONS ISOBARIQUES

B. TRANSFORMATION β^+

2. Réaction de désintégration



A constant mais Z change :
élément fils Y différent du père X

3. Bilan masse-énergie

$$\Delta M = \mathcal{M}(A, Z) - \mathcal{M}(A, Z - 1) - 2m_e$$

$$2m_e = 0,0011 u$$

$$\text{Energie disponible : } E_d [\text{MeV}] = 931,5 \Delta M$$

III. TRANSFORMATIONS ISOBARIQUES

B. TRANSFORMATION β^+

3. Bilan masse-énergie

⚠ ATTENTION : Cette transformation est particulière car elle est exoénergétique et possède un **seuil énergétique** :

$$\Delta M > 2m_e \text{ soit } \Delta M > 0,0011u \text{ ou bien } E_d > 1,022 \text{ MeV}$$

En dessous de ce seuil, la réaction n'est pas possible ! (QCM++)

III. TRANSFORMATIONS ISOBARIQUES

B. TRANSFORMATION β^+

4. Spectre énergétique

→ L'énergie est libérée sous forme d'énergie cinétique E_c , partagée entre les noyaux formés.

Ici, le noyau fils est trop **lourd** → « E_c de recul » **négligeable**.

L' E_c se répartie au **hasard** entre β^+ et ν (indétectable) : **spectre continu** avec

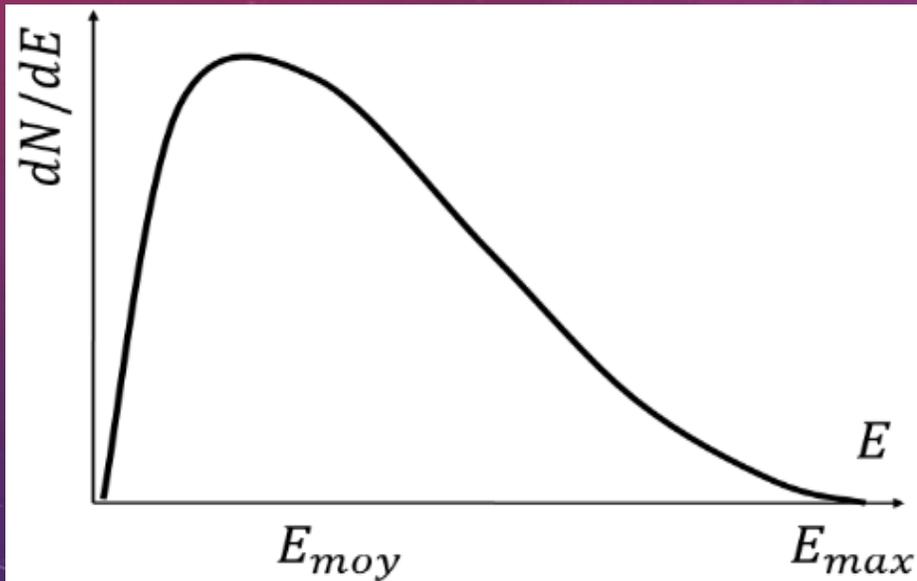
$$E_{max} = E_d$$

⚠ Seul β^+ est détectable → on parle du spectre de β^+ seulement!

III. TRANSFORMATIONS ISOBARIQUES

B. TRANSFORMATION β^+

4. Spectre énergétique



Il va de 0 (cas où ν emporterait toute l'énergie) à E_{max} (cas où β^+ emporterait toute l'énergie).

⚠ Pas de décalage vers la gauche car il n'y a pas d'interactions coulombiennes avec le noyau!

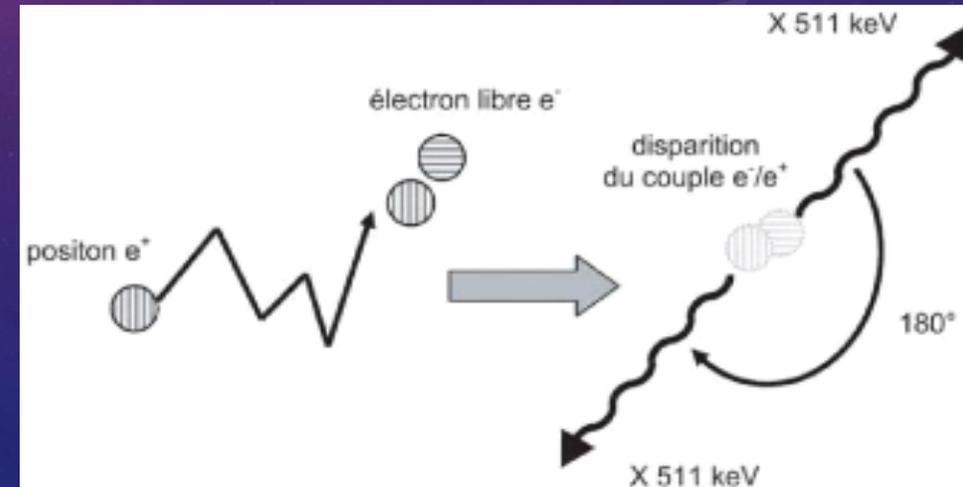
III. TRANSFORMATIONS ISOBARIQUES

B. TRANSFORMATION β^+

5. Parcours dans la matière

La particule β^+ :

- chargée \rightarrow ionisations par collisions avec d'autres électrons
- parcours court et non rectiligne
- fin de parcours : réactions d'annihilations avec des électrons \rightarrow émission de 2 photons gamma à 180° d' $E = 0,511 \text{ MeV}$



III. TRANSFORMATIONS ISOBARIQUES

B. TRANSFORMATION β^+

5. Parcours dans la matière

Les photons gamma :

- **non chargés** → interagissent avec la matière de façon **indirectement ionisante** → atténués par épaisseurs importantes de **plomb/béton**.

⚠ Ils ont une **origine non directement nucléaire!**

6. Applications biomédicales

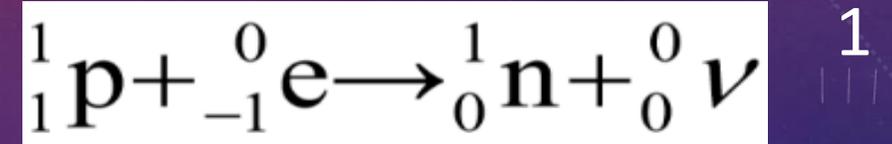
FDG (*fluoro-deoxy-glucose*) pour détecter les **œ** **cancéreuses hyperconsommatrices de glucose.**

III. TRANSFORMATIONS ISOBARIQUES

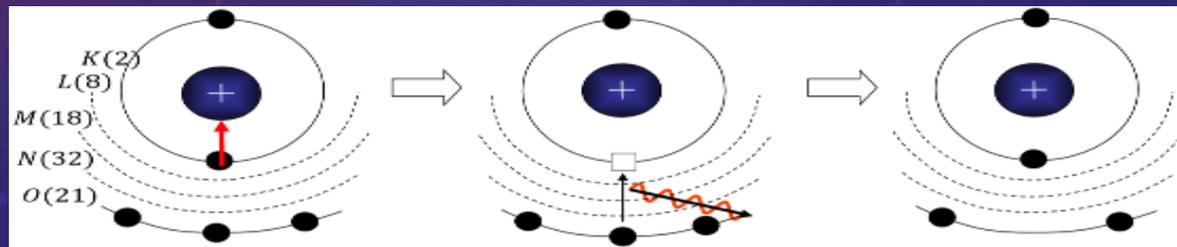
C. CAPTURE ÉLECTRONIQUE (CE)

1. Généralités

- concerne les noyaux ayant un **excès de protons**
= noyau père capte **1 électron** se combinant à
proton \rightarrow 1 neutron + 1 neutrino



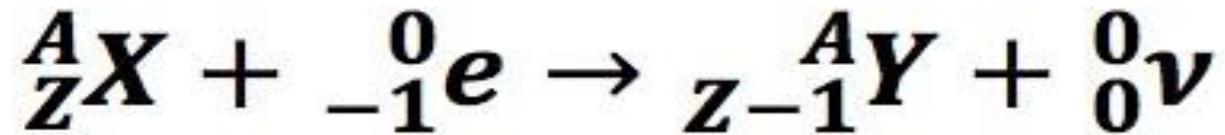
- L'électron capté provient d'une **couche électronique profonde** (souvent couche K ou L). Le père X a une vacance électronique \rightarrow **réarrangements** du fils Y par **photons de fluorescence** et/ou **e. Auger**



III. TRANSFORMATIONS ISOBARIQUES

C. CAPTURE ÉLECTRONIQUE (CE)

2. Réaction de désintégration



A constant mais Z change :
élément fils Y différent du père X

3. Bilan masse-énergie

$$\Delta M = \mathcal{M}(A, Z) - \mathcal{M}(A, Z - 1)$$

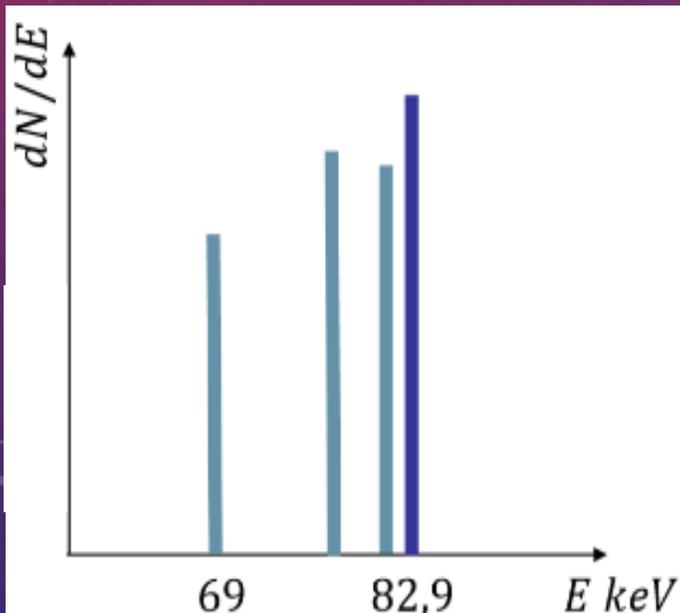
$$\textit{Energie disponible} : E_d [\textit{MeV}] = 931,5 \Delta M$$

III. TRANSFORMATIONS ISOBARIQUES

C. CAPTURE ÉLECTRONIQUE (CE)

4. Spectre énergétique

→ L'énergie est libérée sous forme d'énergie cinétique E_c , partagée entre les noyaux formés.



Ici, le noyau fils est trop **lourd** → « E_c de recul » négligeable.

Toute l' E_c est emportée par le **neutrino indétectable!**

→ pas de spectre d'origine nucléaire mais spectre électromagnétique de raies d'origine atomique, dû aux réarrangements électroniques de l'atome fils.

III. TRANSFORMATIONS ISOBARIQUES

C. CAPTURE ÉLECTRONIQUE (CE)

5. Parcours dans la matière

On ne s'intéresse qu'aux photons de fluorescence émis indirectement :

- **non chargés** → interactions avec la matière non obligatoires (**indirectement ionisants**)
- **atténués** par une épaisseur importante de **plomb/béton**

6. Applications biomédicales

← **Imagerie/scintigraphie cardiaque au Thallium 201**

III. TRANSFORMATIONS ISOBARIQUES

D. COMPÉTITION β^+ ET CE

Un noyau instable par excès de proton a le choix entre les 2 réactions, selon ΔM :

$\Delta M < 1022 \text{ keV}$ ou $< 2m_e \rightarrow \text{CE seulement}$
 $\Delta M > 1022 \text{ keV}$ ou $> 2m_e \rightarrow \text{CE ou } \beta^+ \text{ possibles}$

PLAN

I. GENERALITES

II. RADIOACTIVITE α OU PAR PARTITION

III. TRANSFORMATIONS ISOBARIQUES

IV. TRANSFORMATIONS ISOMERIQUES

V. APPLICATION : SPECTRE ELECTRONIQUE REEL COMPLET

VI. NOTION DE SCHEMA DE DESINTEGRATION

VII. NOTION DE FAMILLE RADIOACTIVE

PLAN

I. GENERALITES

II. RADIOACTIVITE α OU PAR PARTITION

III. TRANSFORMATIONS ISOBARIQUES

IV. **TRANSFORMATIONS ISOMERIQUES**

V. APPLICATION : SPECTRE ELECTRONIQUE REEL COMPLET

VI. NOTION DE SCHEMA DE DESINTEGRATION

VII. NOTION DE FAMILLE RADIOACTIVE

IV. TRANSFORMATIONS ISOMERIQUES

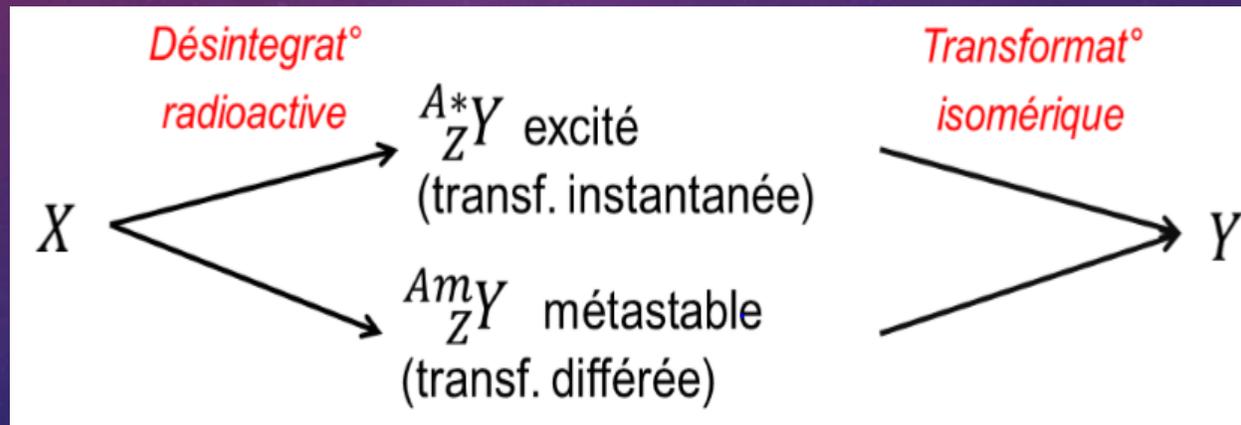
Isomères = nucléides ayant les **même Z et A** mais sous **différents états** qui correspondent à **différents niveaux d'énergie** du noyau :

- Etat fondamental A_ZX : niveau d'énergie/masse min → **stabilité max**
- Etat excité ${}^{A*}_ZX$: niveau d'énergie/masse élevés → très **instable**, retour à l'état fondamental **quasi instantané** ($10^{-12} s$)
- Etat métastable ${}^{Am}_ZX$: niveau d'énergie/masse élevés → **instable** mais retour à l'état fondamental **différé** (*possible plusieurs h*)

IV. TRANSFORMATIONS ISOMERIQUES

Transformations isomériques = **changements d'énergie sans changement de nature du noyau !**

Elles peuvent succéder à d'autres transformations radioactives (α , β , CE) pour lesquelles le noyau fils garde un **excédent d'énergie** (A^m ou $A^*_Z Y$)



IV. TRANSFORMATIONS ISOMERIQUES

A. TRANSFORMATION γ

1. Généralités

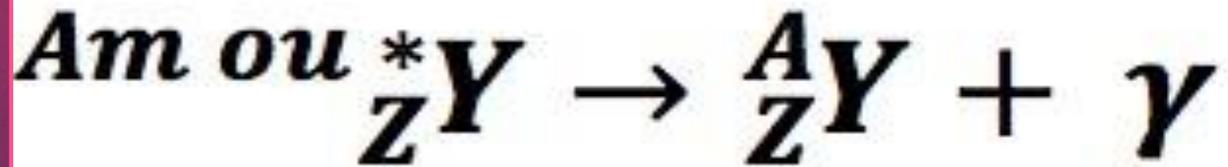
= **noyau Y père** dans un état métastable ou excité se **désexcite** en **noyau Y fils stable** par émission d'un **photon γ** qui emporte le **surplus d'énergie**.

! Le photo γ est un REM d'origine nucléaire (\neq rayons X d'origine atomique)

IV. TRANSFORMATIONS ISOMERIQUES

A. TRANSFORMATION γ

2. Réaction de désintégration



Z ne change pas \rightarrow même élément!

3. Bilan masse-énergie

$$\Delta M = \mathcal{M}(Am, Z) - \mathcal{M}(A, Z)$$

$$\text{Energie disponible : } E_d [\text{MeV}] = 931,5 \Delta M$$

IV. TRANSFORMATIONS ISOMERIQUES

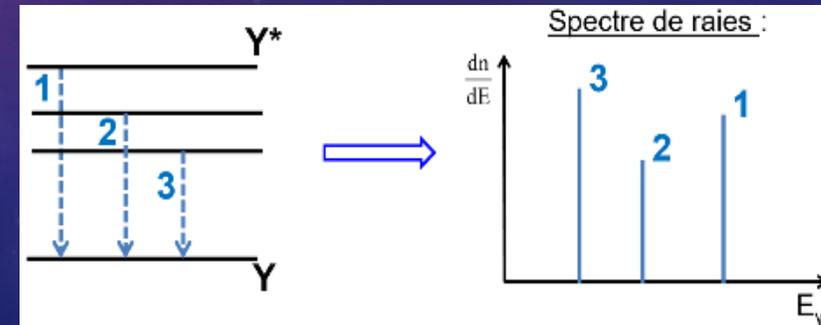
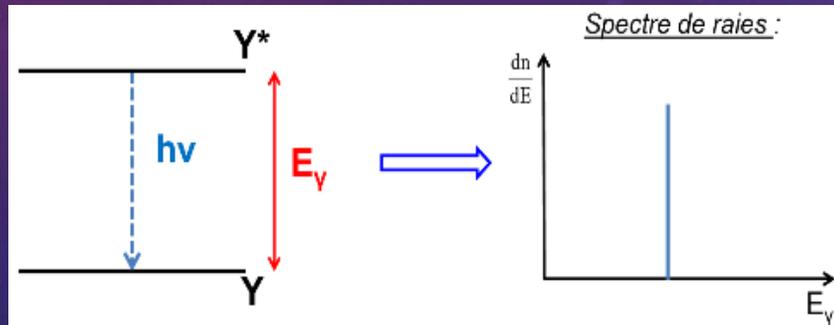
A. TRANSFORMATION γ

4. Spectre énergétique

Le noyau fils trop lourd \rightarrow énergie de recul négligeable.

Toute l' E_d est emportée par le rayon γ (d'où $E_d = E_\gamma$) \rightarrow spectre électromagnétique de raie(s) d'origine nucléaire.

\triangleleft il peut y avoir une seule raie si un seul niveau d'énergie ou plusieurs raies si situation complexe avec plusieurs niveaux d'énergie



IV. TRANSFORMATIONS ISOMERIQUES

A. TRANSFORMATION γ

5. Parcours dans la matière

Les rayons γ :

- = **photons** donc **non chargés** → **indirectement ionisants**
- provoquent des ionisations par collisions avec les électrons → **réarrangements électroniques** dans les atomes
- **long parcours** dans les tissus
- atténués par une épaisseur importante de **plomb/béton**

6. Applications biomédicales

γ -caméra : utilisée en **scintigraphie** (ttt cancer de la thyroïde)

Technétium 99m : **traceur** radioactif (visualisation voies biologiques du corps)

IV. TRANSFORMATIONS ISOMERIQUES

B. CONVERSION INTERNE (CI)

1. Généralités

= **noyau Y père** dans un état métastable ou excité se **désexcite** en **noyau Y fils stable** par **transfert du surplus d'énergie à un électron périphérique.**

→ Atome ionisé (puisque'il lui manque un électron) → **réarrangements électroniques (photons de fluorescence et/ou électrons Auger)**

IV. TRANSFORMATIONS ISOMERIQUES

B. CONVERSION INTERNE (CI)

2. Réaction de désintégration



Z ne change pas → même élément!

3. Bilan masse-énergie

$$\Delta M = \mathcal{M}(Am, Z) - \mathcal{M}(A, Z)$$

$$\text{Energie disponible : } E_d [\text{MeV}] = 931,5 \Delta M$$

$$\text{Energie cinétique de l'électron éjecté : } E_c = E_d - E_L$$

IV. TRANSFORMATIONS ISOMERIQUES

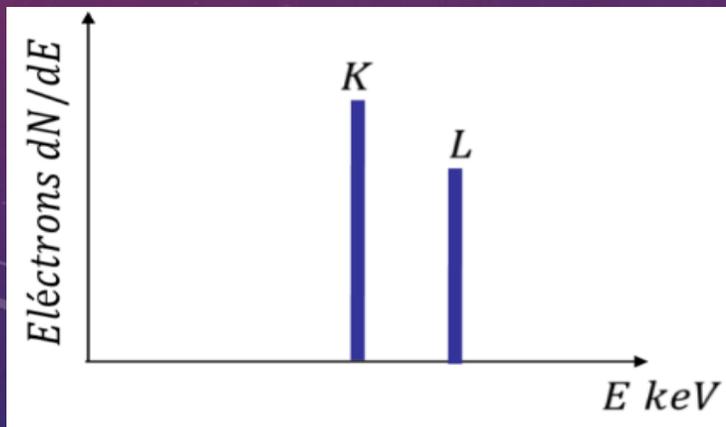
B. CONVERSION INTERNE (CI)

4. Spectre énergétique

Le noyau fils trop lourd \rightarrow énergie de recul négligeable.

Toute l' E_d est emportée par l'électron sous forme d' $E_c \rightarrow$ pas de spectre d'origine nucléaire.

Mais 2 spectres électromagnétiques de raie(s) d'origine atomique :



- 1 pour l'électron éjecté
- 1 dû aux réarrangements électroniques de l'atome après l'expulsion de l'électron

IV. TRANSFORMATIONS ISOMERIQUES

B. CONVERSION INTERNE (CI)

5. Parcours dans la matière

L'électron :

- particule **chargée** → **ionisations** par collisions avec d'autres électrons
- **parcours court** (qqs mms) et **non rectiligne**
- arrêt par une **feuille métallique**

Remarque : Idem β^- (sauf que l'électron vient de l'atome et pas du noyau) !

PLAN

I. GENERALITES

II. RADIOACTIVITE α OU PAR PARTITION

III. TRANSFORMATIONS ISOBARIQUES

IV. TRANSFORMATIONS ISOMERIQUES

V. APPLICATION : SPECTRE ELECTRONIQUE REEL COMPLET

VI. NOTION DE SCHEMA DE DESINTEGRATION

VII. NOTION DE FAMILLE RADIOACTIVE

PLAN

I. GENERALITES

II. RADIOACTIVITE α OU PAR PARTITION

III. TRANSFORMATIONS ISOBARIQUES

IV. TRANSFORMATIONS ISOMERIQUES

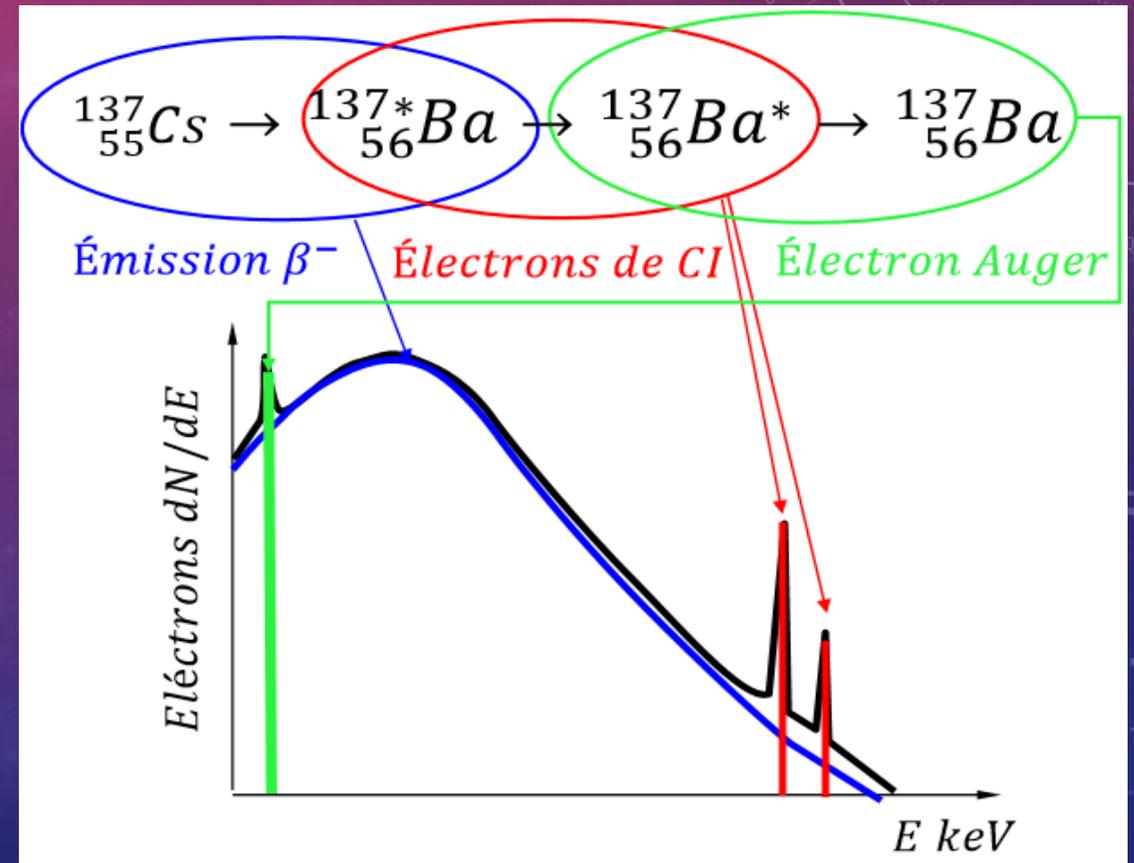
V. APPLICATION : SPECTRE ELECTRONIQUE REEL COMPLET

VI. NOTION DE SCHEMA DE DESINTEGRATION

VII. NOTION DE FAMILLE RADIOACTIVE

V. APPLICATION : SPECTRE ELEC. RÉEL COMPLET

Souvent en réalité, plusieurs réactions radioactives s'enchaînent pour que l'élément père retrouve sa stabilité maximale, avec passage par des intermédiaires. Le spectre énergétique global qui en résulte est une superposition des spectres de chaque réaction



PLAN

I. GENERALITES

II. RADIOACTIVITE α OU PAR PARTITION

III. TRANSFORMATIONS ISOBARIQUES

IV. TRANSFORMATIONS ISOMERIQUES

V. APPLICATION : SPECTRE ELECTRONIQUE REEL COMPLET

VI. NOTION DE SCHEMA DE DESINTEGRATION

VII. NOTION DE FAMILLE RADIOACTIVE

PLAN

I. GENERALITES

II. RADIOACTIVITE α OU PAR PARTITION

III. TRANSFORMATIONS ISOBARIQUES

IV. TRANSFORMATIONS ISOMERIQUES

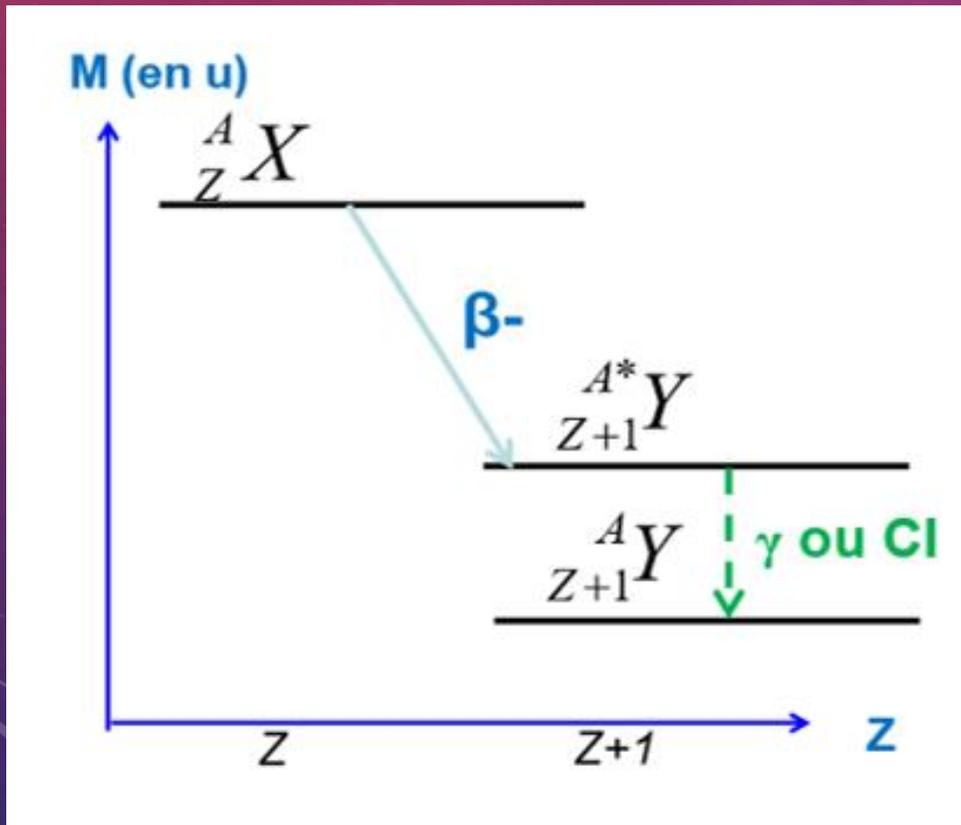
V. APPLICATION : SPECTRE ELECTRONIQUE REEL COMPLET

VI. **NOTION DE SCHEMA DE DESINTEGRATION**

VII. NOTION DE FAMILLE RADIOACTIVE

VI. NOTION DE SCHEMA DE DESINTEGRATION

Le schéma/diagramme de désintégration est une **représentation graphique** regroupant les principales caractéristiques d'une transformation radioactive.



Ordonnée = masse des éléments (u)

Abscisse = numéro atomique Z des éléments

Segments horizontaux = **niveaux d'énergie**

Flèches = **réactions** radioactives qui surviennent

PLAN

I. GENERALITES

II. RADIOACTIVITE α OU PAR PARTITION

III. TRANSFORMATIONS ISOBARIQUES

IV. TRANSFORMATIONS ISOMERIQUES

V. APPLICATION : SPECTRE ELECTRONIQUE REEL COMPLET

VI. NOTION DE SCHEMA DE DESINTEGRATION

VII. NOTION DE FAMILLE RADIOACTIVE

PLAN

I. GENERALITES

II. RADIOACTIVITE α OU PAR PARTITION

III. TRANSFORMATIONS ISOBARIQUES

IV. TRANSFORMATIONS ISOMERIQUES

V. APPLICATION : SPECTRE ELECTRONIQUE REEL COMPLET

VI. NOTION DE SCHEMA DE DESINTEGRATION

VII. **NOTION DE FAMILLE RADIOACTIVE**

VII. NOTION DE FAMILLE RADIOACTIVE

- /!\ pour les éléments radioactifs naturels (noyaux lourds) seulement!
- = suite de nucléides descendant d'un même noyau père, avec une succession de désintégrations α et $\beta^- \pm \gamma$ seulement, jusqu'à atteindre un noyau stable (souvent le plomb).
- 3 familles définies par 3 noyaux pères : ^{238}U , ^{235}U , ^{232}Th .
- Puisque les désintégrations sont les émissions α et $\beta^- \pm \gamma$ uniquement, au sein d'une même famille :
 - **A baisse de 4 en 4** (cas émission α) ou **ne change pas** (cas émission β^-)
 - **Z varie de 2** (cas émission α) ou **de 1** (cas émission β^-)
- Pour retrouver les éléments d'une même famille on se base sur A : ils ont donc **A±4**

VII. NOTION DE FAMILLE RADIOACTIVE

Exemples :

Descendance de l' ^{238}U :

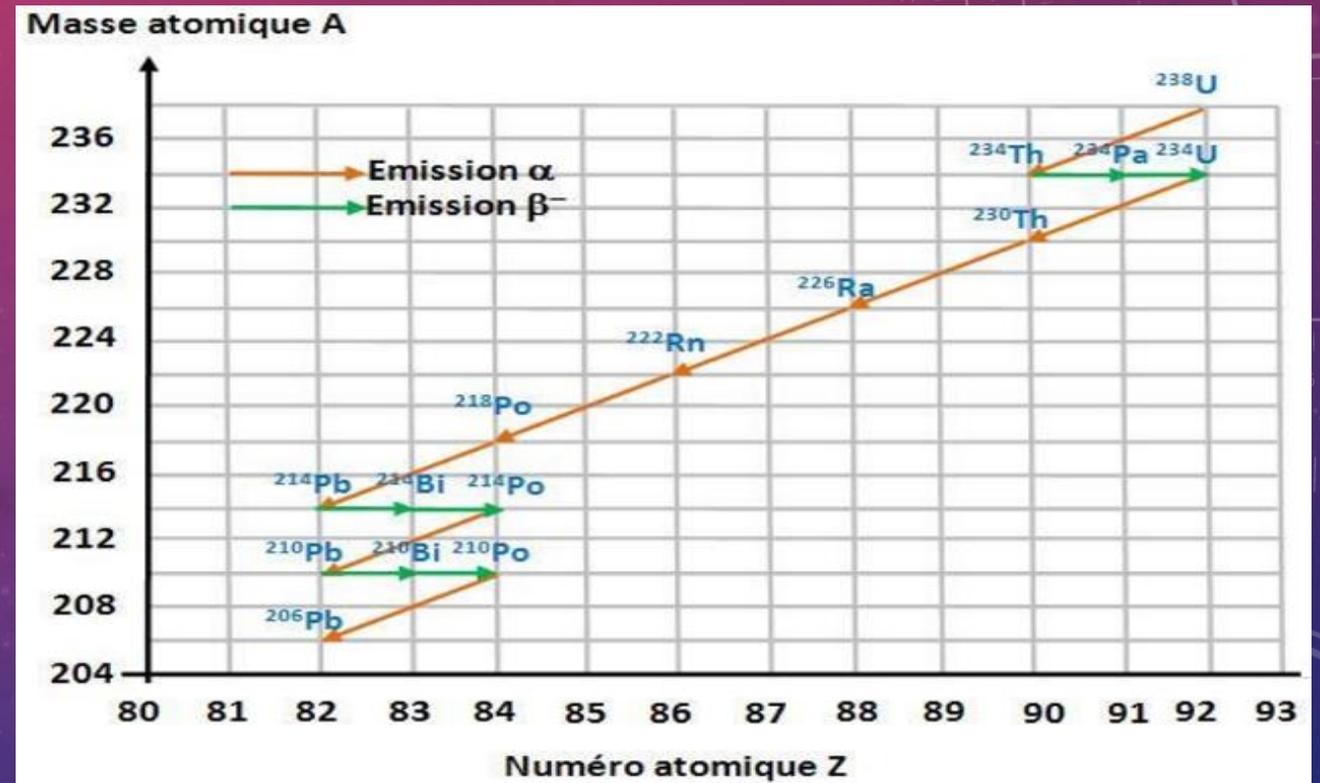
On a 8 émissions α et 6 émissions β^- pour donner le fils stable ^{206}Pb .

On a bien A qui varie de 4 en 4.

Fils ^{223}Ra :

Pour trouver à quelle famille il appartient, on remonte de 4 en 4 à partir de 223 :

$223 \rightarrow 227 \rightarrow 231 \rightarrow 235$. Donc il descend du père ^{235}U .



QCM TIME

Le Fluor ${}^{18}_9F$ se transforme en ${}^{18}_8O$ pour 98% par émission β^+ et pour 2% par CE.

On donne : $M(18,9) = 18,0009u$; $M(18,8) = 17,9991u$; $m_e = 0,00055u$;
 $E_K({}^{18}_8O) = 0,532 \text{ keV}$; $E_L({}^{18}_8O) = 0,028 \text{ keV}$.

- A) La CE est moins probable car la différence des masses atomiques est inférieure à 1,022 MeV
- B) L'énergie maximum du β^+ est de 1,65 MeV
- C) L'énergie des photons issus de l'annihilation du β^+ est de 624 keV
- D) L'énergie du photon issu du réarrangement électronique après une CE d'un électron de la couche K est de 504 eV
- E) Toutes les réponses sont fausses.

QCM TIME

Le Fluor ${}^{18}_9F$ se transforme en ${}^{18}_8O$ pour 98% par émission β^+ et pour 2% par CE.

On donne : $M(18,9) = 18,0009u$; $M(18,8) = 17,9991u$; $m_e = 0,00055u$;
 $E_K({}^{18}_8O) = 0,532 \text{ keV}$; $E_L({}^{18}_8O) = 0,028 \text{ keV}$.

- A) La CE est moins probable car la différence des masses atomiques est inférieure à 1,022 MeV
- B) L'énergie maximum du β^+ est de 1,65 MeV
- C) L'énergie des photons issus de l'annihilation du β^+ est de 624 keV
- D) L'énergie du photon issu du réarrangement électronique après une CE d'un électron de la couche K est de 504 eV
- E) Toutes les réponses sont fausses.

QCM TIME

A quelle famille le Radium-225 (radioélément naturel) appartient-il?

- A) A la famille de l'Uranium-235
- B) A la famille de l'Uranium-238
- C) A la famille du Neptunium-237
- D) A la famille du Thorium-232
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM TIME

A quelle famille le Radium-225 (radioélément naturel) appartient-il?

- A) A la famille de l'Uranium-235
- B) A la famille de l'Uranium-238
- C) A la famille du Neptunium-237
- D) A la famille du Thorium-232
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM TIME

Soit les transformations suivantes de l'Iode-123 :



Le spectre électromagnétique de ces réactions présente :

- A) Une composante continue
- B) Une raie à 159keV
- C) Une raie correspondant à un photon de fluorescence lié au réarrangement de l'atome ${}_{53}^{123}\text{I}$
- D) Une raie correspondant à un photon de fluorescence lié au réarrangement de l'atome ${}_{52}^{123}\text{Te}$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM TIME

Soit les transformations suivantes de l'Iode-123 :



Le spectre électromagnétique de ces réactions présente :

A) Une composante continue

B) Une raie à 159keV

C) Une raie correspondant à un photon de fluorescence lié au réarrangement de l'atome ${}^{123}_{53}\text{I}$

D) Une raie correspondant à un photon de fluorescence lié au réarrangement de l'atome ${}^{123}_{52}\text{Te}$

E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

Merci à tous
On vous souhaite plein de courage
On est avec vous! 😊