

## Chapitre 3

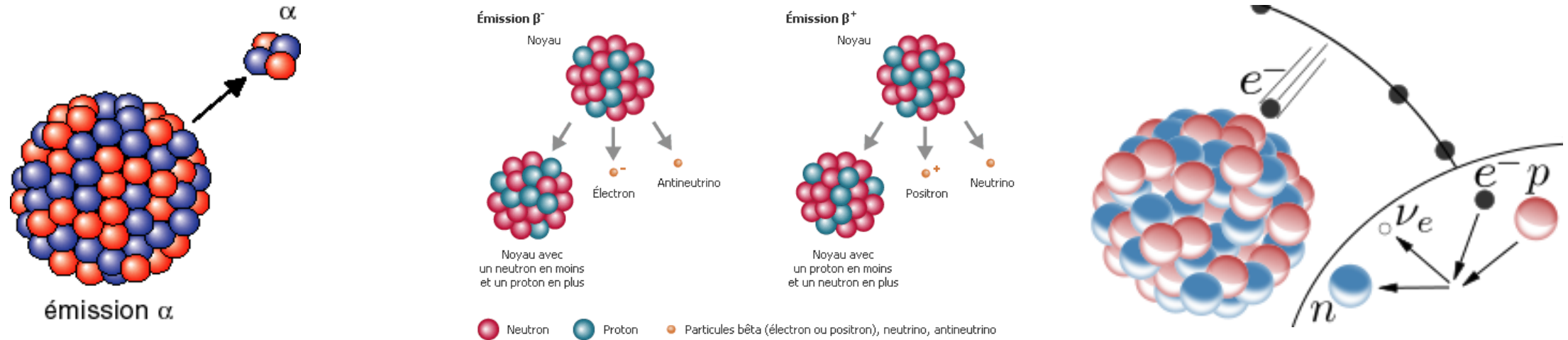
# Bases biophysiques de l'utilisation des rayonnements ionisants dans les professions de santé: la radioactivité (2/3)

Dr. Jean-François ADAM

# Objectifs pédagogiques du cours

- Connaître les conséquences des désintégrations radioactives conduisant vers un état excité du noyau « fils »
  - Désexcitation gamma
  - Conversion interne
- Connaître les conséquences de la réorganisation du cortège électronique
  - Emission de fluorescence
  - Emission Auger

# Après la transformation radioactive...



- Le noyau « fils » peut être totalement stable...
- ... mais le plus souvent il est encore dans un état « excité », avec un excédent d'énergie

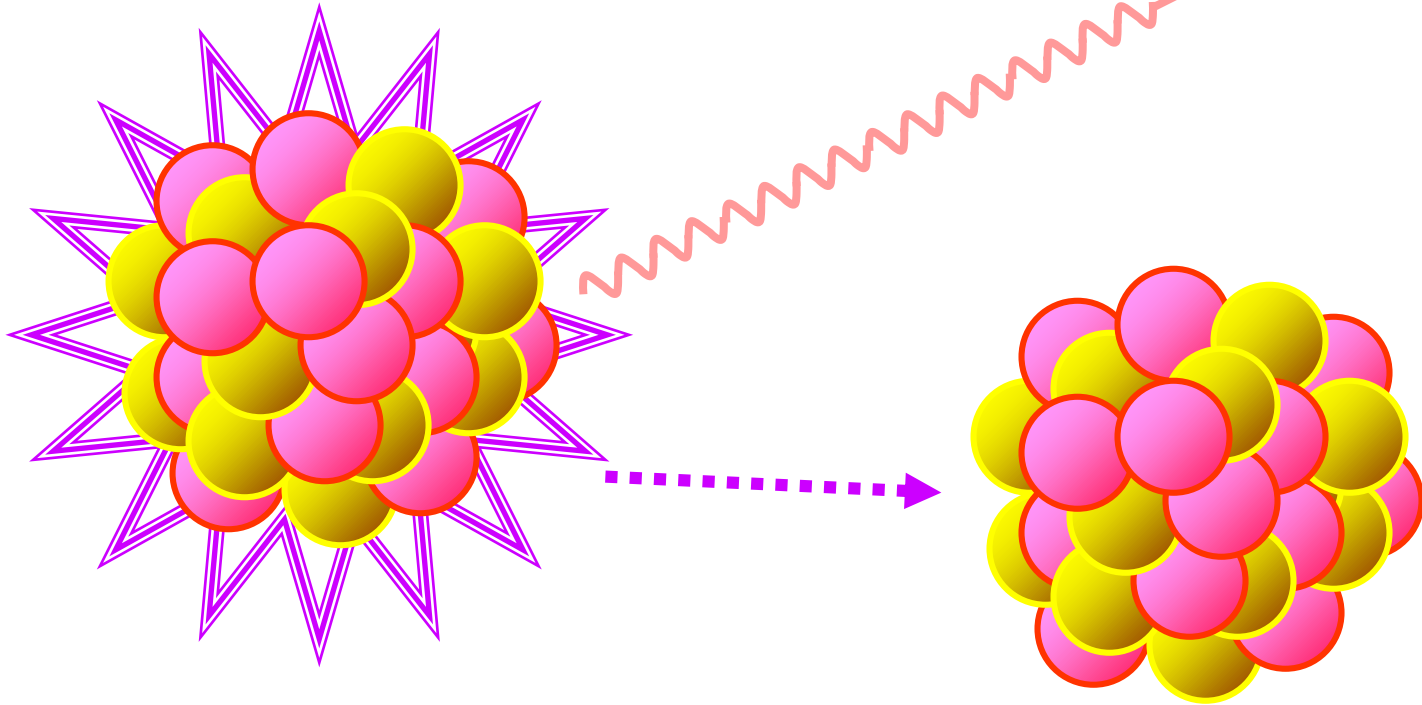
# *Phénomènes consécutifs à la désintégration radioactive:*

## *Désexcitation*

- Le noyau « fils » est en général dans un état excité
- Dans tous les cas la désexcitation se fait :
  - Soit par émission d'un *photon gamma ( $\gamma$ )*
  - Soit par émission d'un *électron de conversion interne*

# Phénomènes consécutifs à la désintégration radioactive: Émission gamma ( $\gamma$ )

Photon  $\gamma$  ( $E = h\nu = hc/\lambda$ )



Relation de Planck-Einstein

***E*** Énergie en J

***h*** constante de Planck

***h***  $\approx 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

***\nu*** Fréquence en Hz ( $\text{s}^{-1}$ )

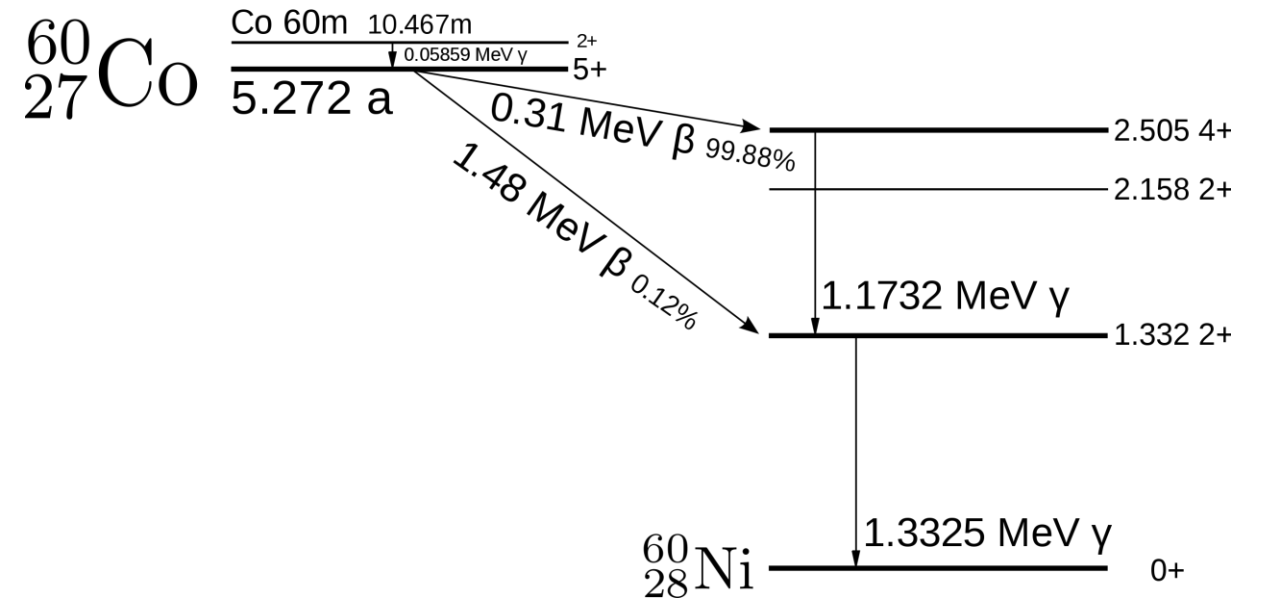
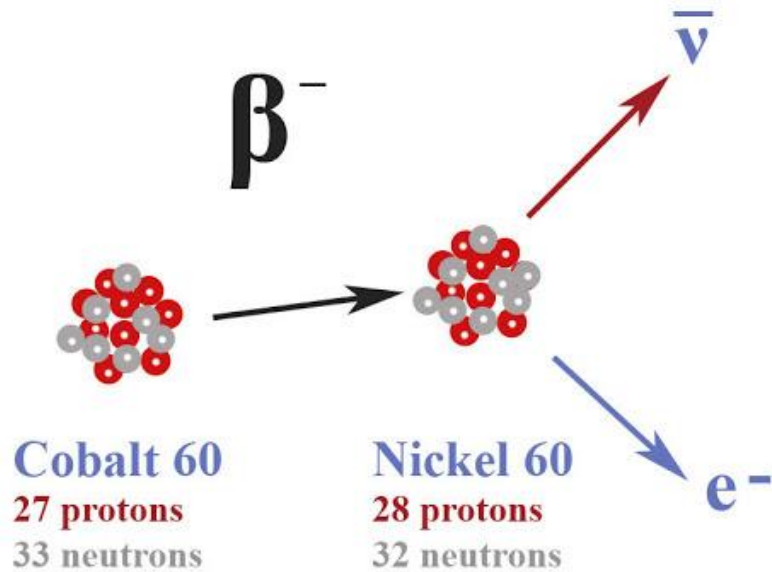
***\lambda*** Longueur d'onde en m

***c*** Vitesse de la lumière  $\text{ms}^{-1}$

**= désexcitation du noyau**

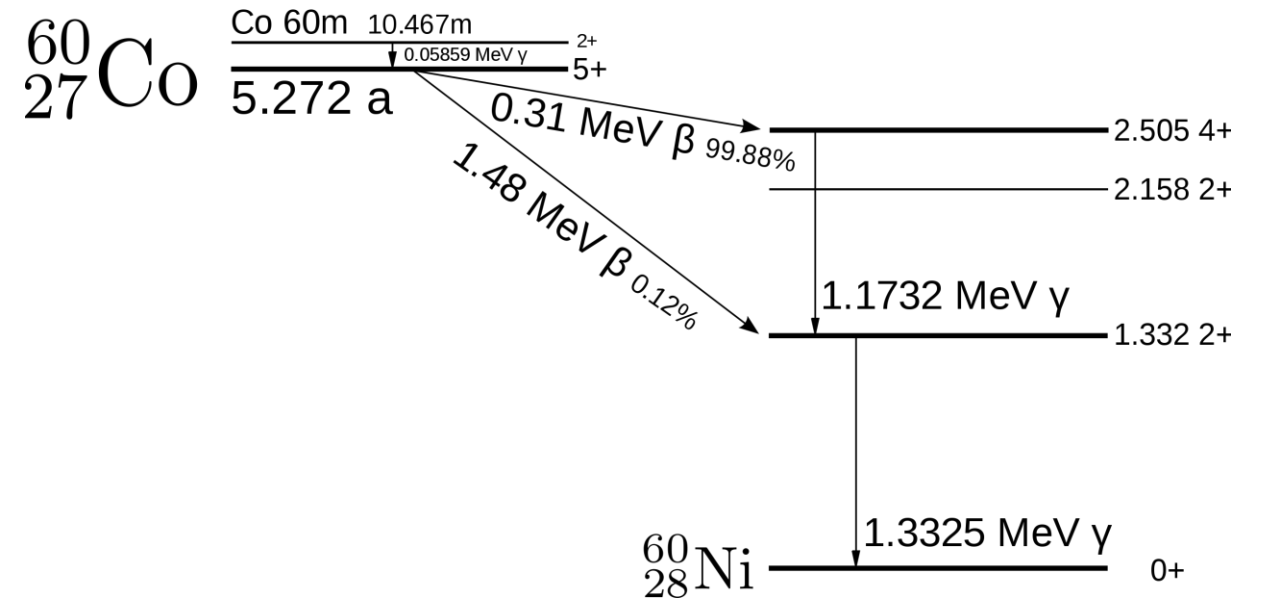
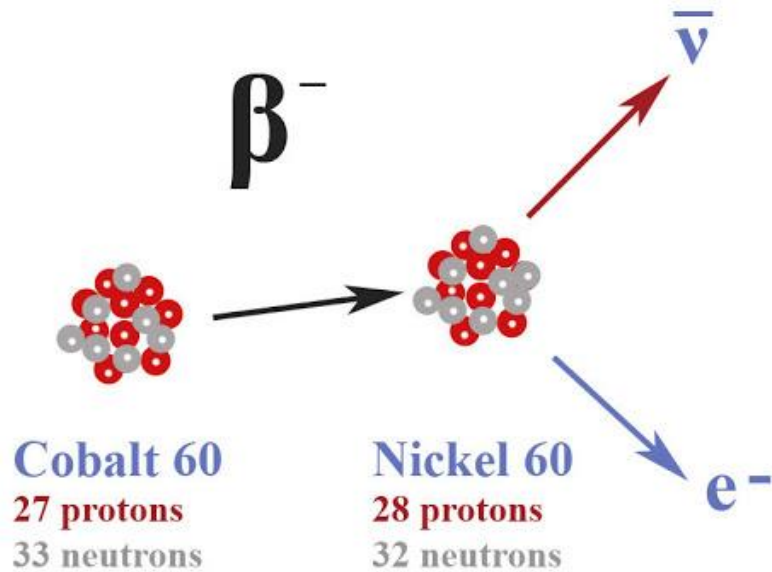
# Emission gamma

## Exemple du Cobalt 60 : émetteur bêta -

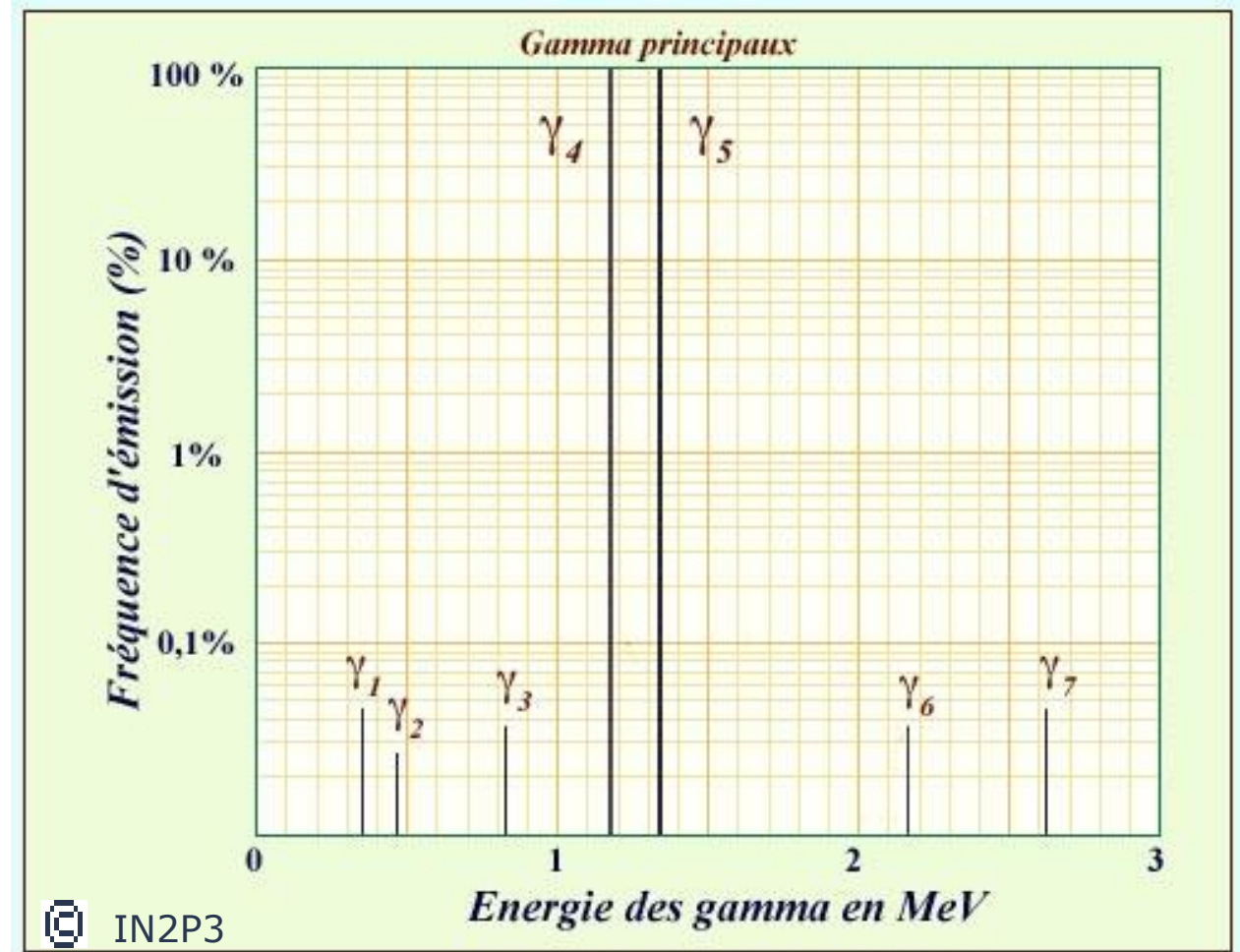
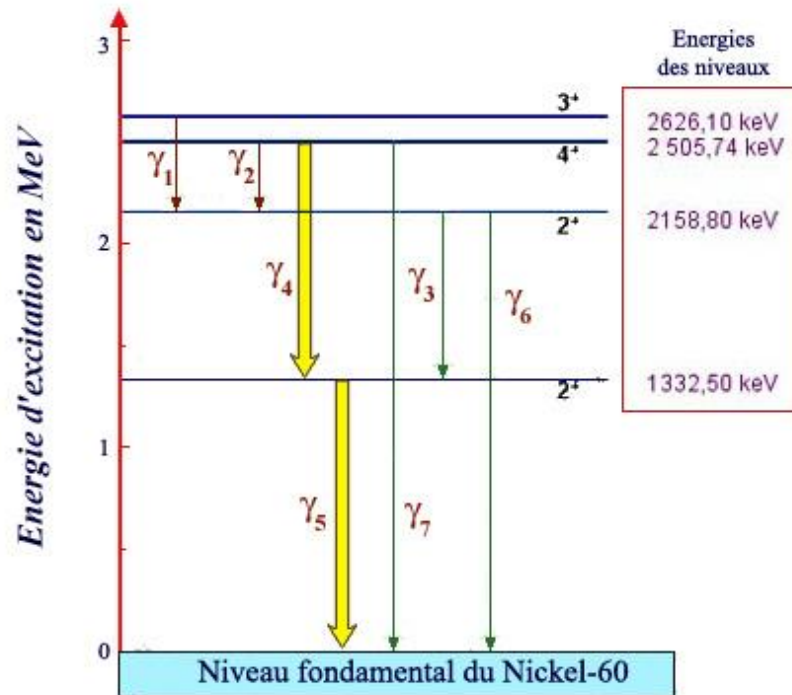


# Emission gamma

## Exemple du Cobalt 60 : émetteur bêta -



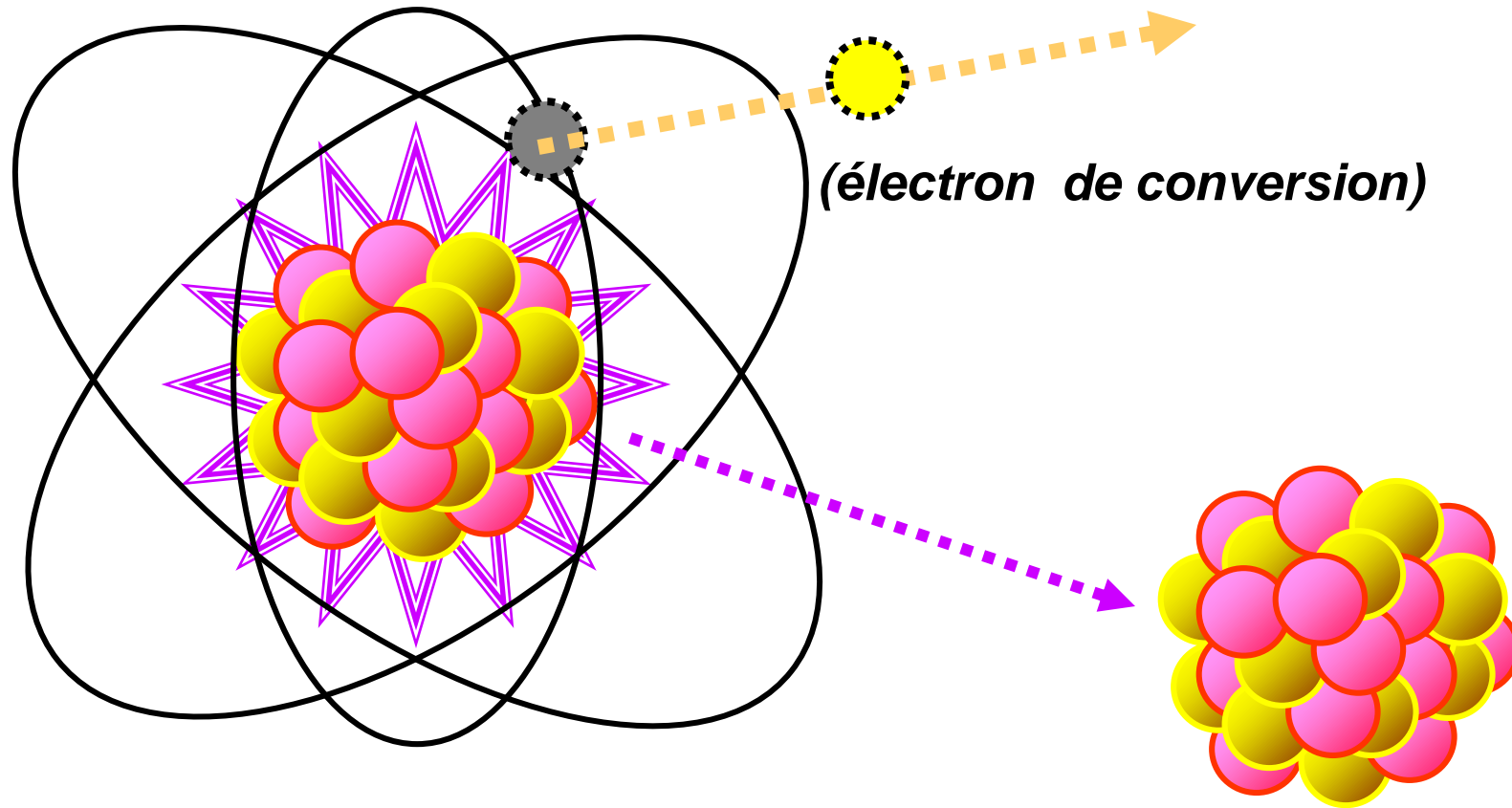
# Emission gamma





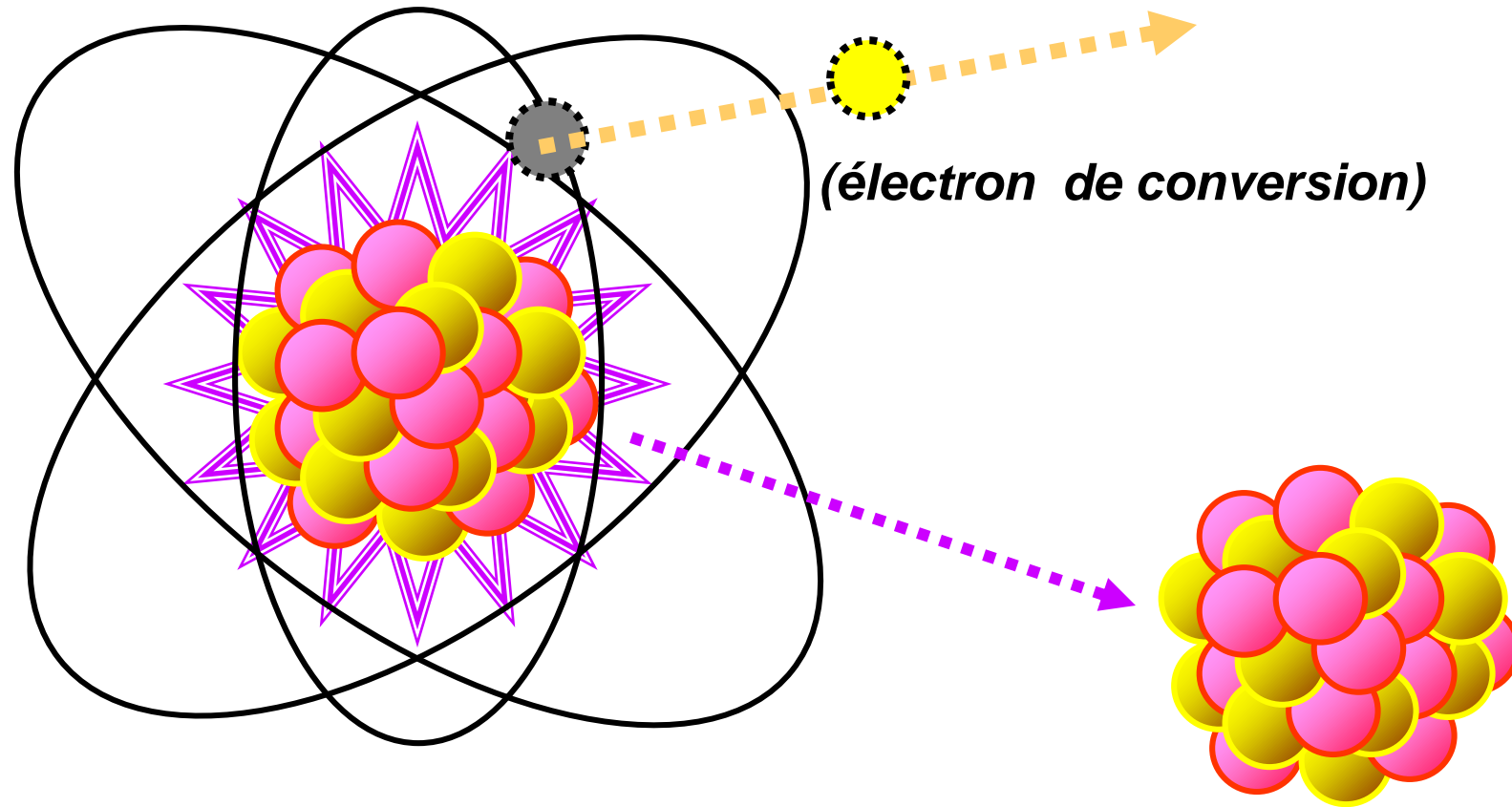
# Conversion interne

**= *autre mode de désexcitation du noyau***



# Conversion interne

**= autre mode de désexcitation du noyau**

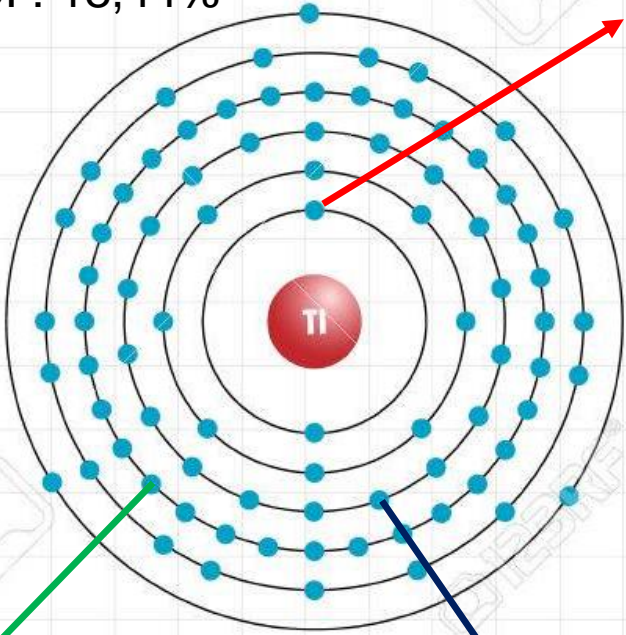


# Conversion interne

= *autre mode de désexcitation du noyau*

## Element #81

Cl : 18,44%



K  
( $E_L \approx 85$  keV)  
13,38%

M ( $E_L \approx 3$  keV) 1,18%

L ( $E_L \approx 15$  keV) 3,88 %

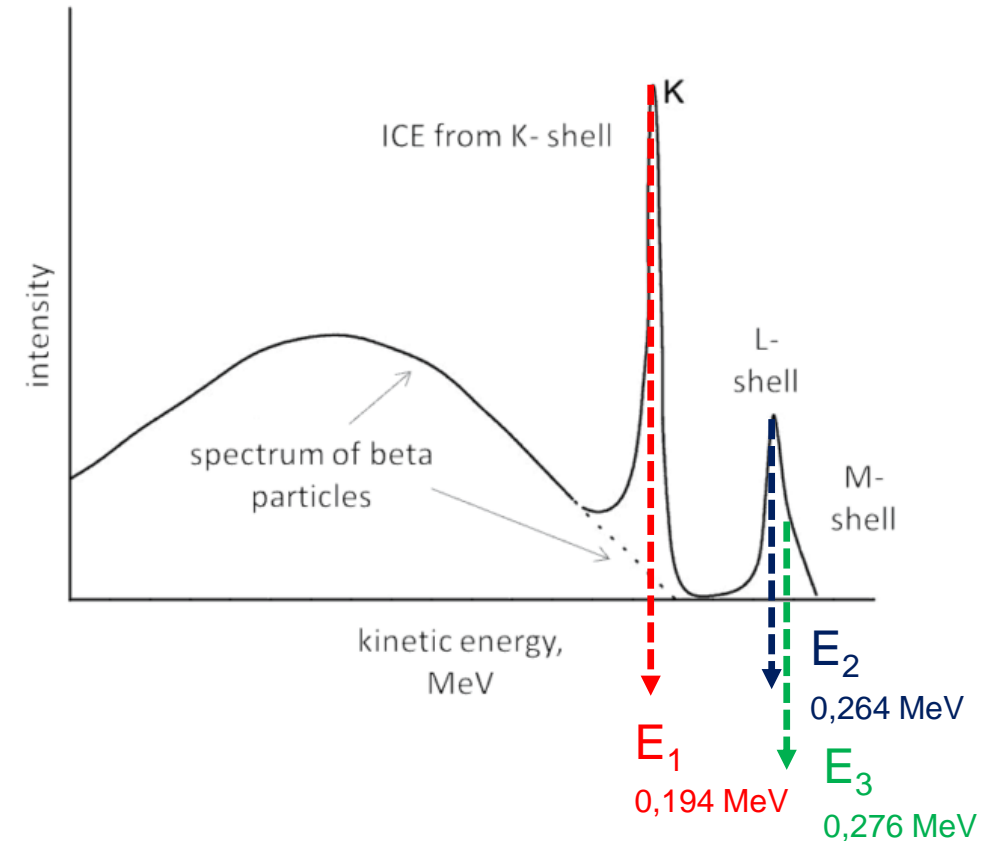
Hg-203 47d

100%

$\beta^-$  214 keV (max)

81,56%  
 $\gamma$  279.2 keV

Tl-203

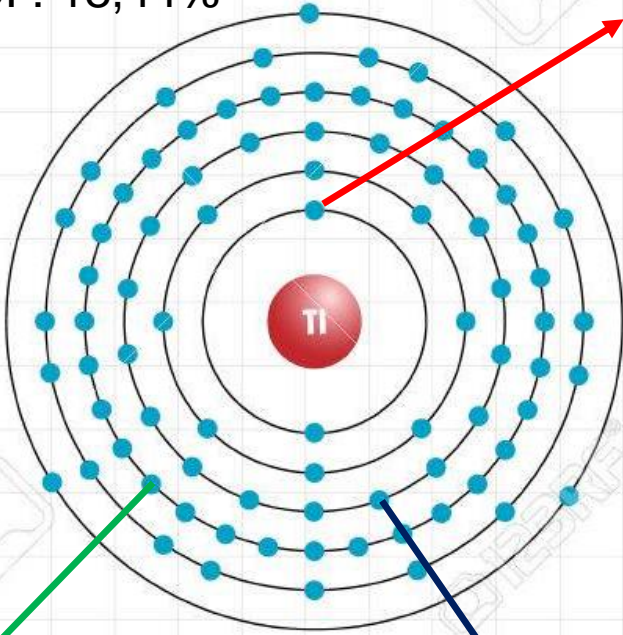


# Conversion interne

= *autre mode de désexcitation du noyau*

## Element #81

Cl : 18,44%



M ( $E_L \approx 3$  keV) 1,18%

L ( $E_L \approx 15$  keV) 3,88 %

K  
( $E_L \approx 85$  keV)  
13,38%

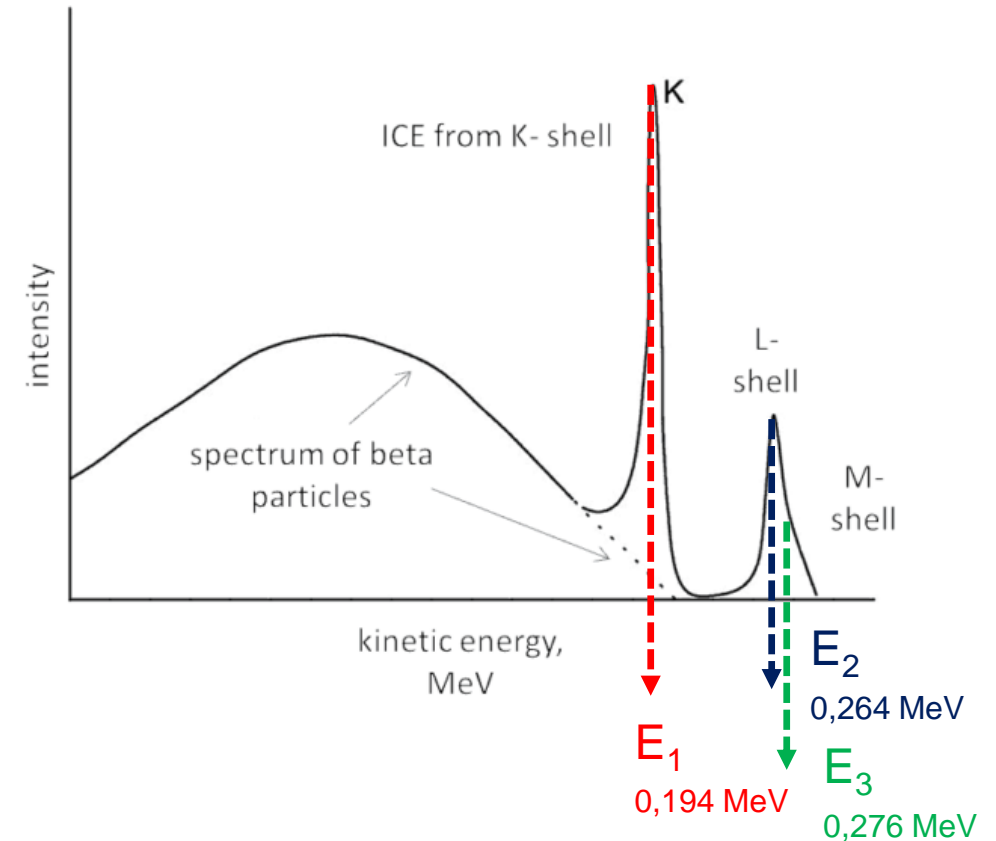
Hg-203 47d

100%

$\beta^-$  214 keV (max)

81,56%  
 $\gamma$  279.2 keV

Tl-203

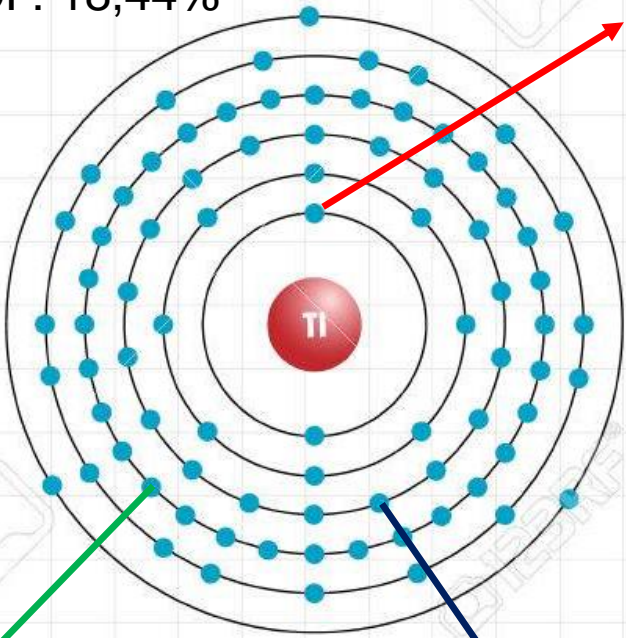


# Conversion interne

= *autre mode de désexcitation du noyau*

Element #81

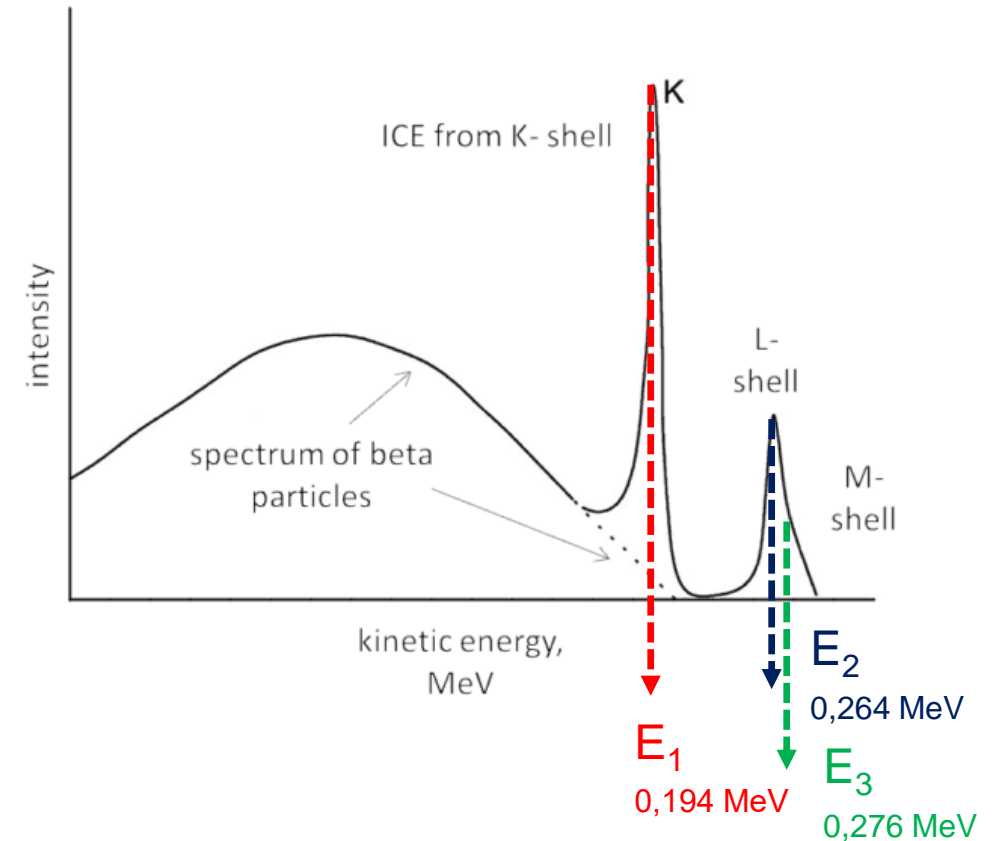
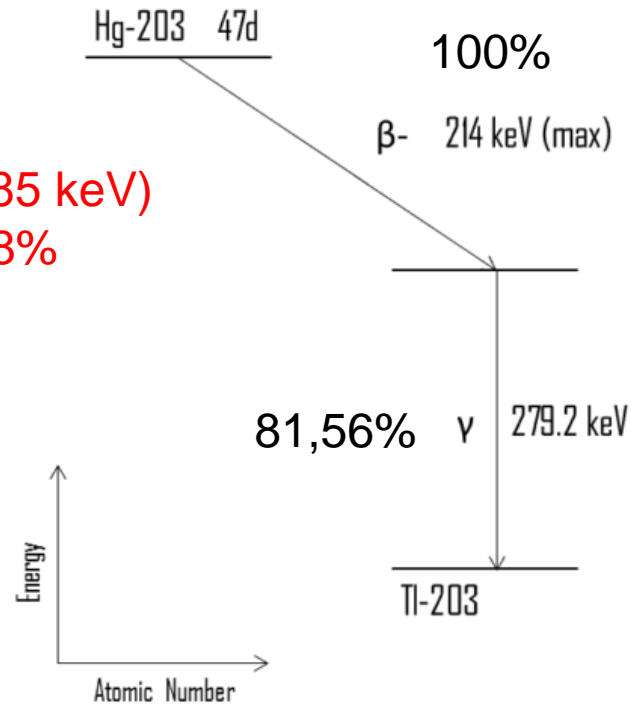
Cl : 18,44%



M ( $E_L \approx 3$  keV) 1,18%

L ( $E_L \approx 15$  keV) 3,88 %

K  
( $E_L \approx 85$  keV)  
13,38%



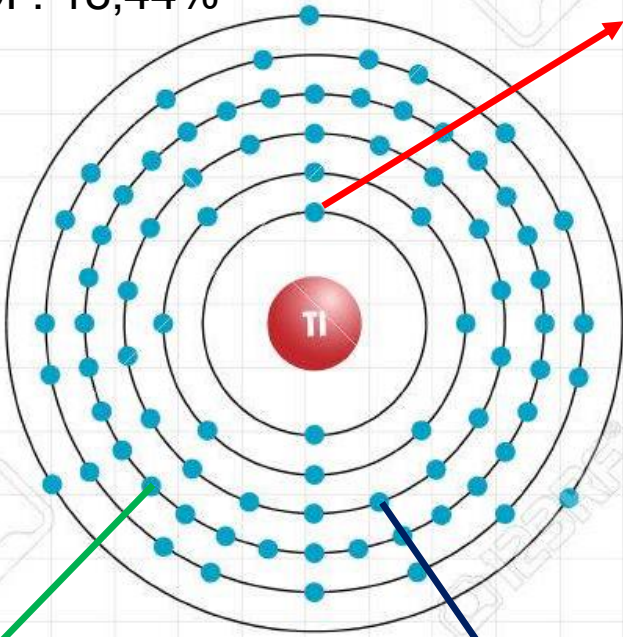


# Conversion interne

= *autre mode de désexcitation du noyau*

Element #81

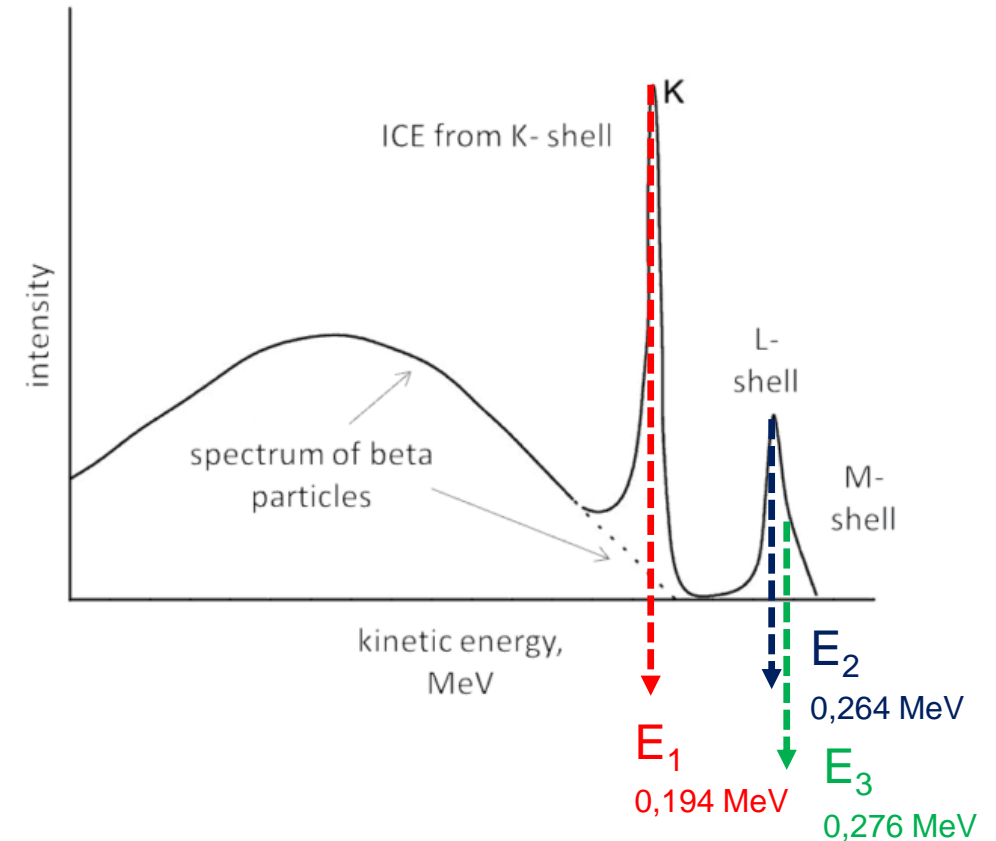
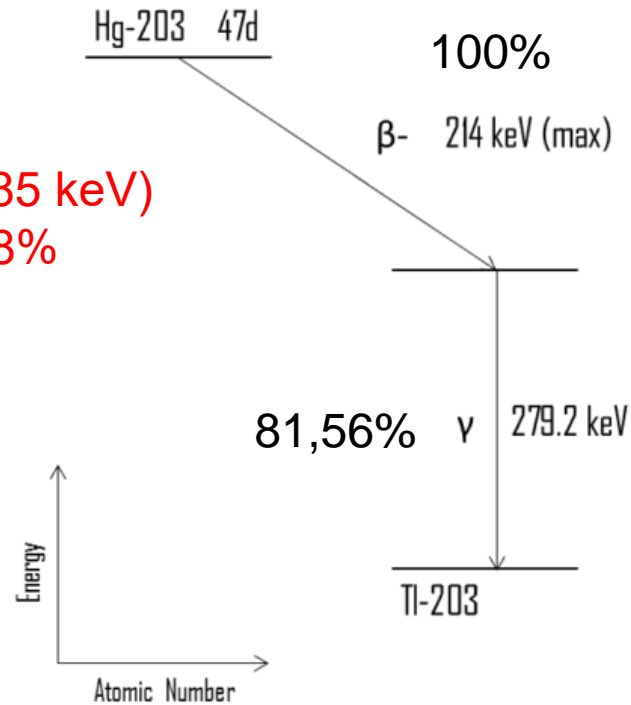
Cl : 18,44%



M ( $E_L \approx 3$  keV) 1,18%

L ( $E_L \approx 15$  keV) 3,88 %

K  
( $E_L \approx 85$  keV)  
13,38%



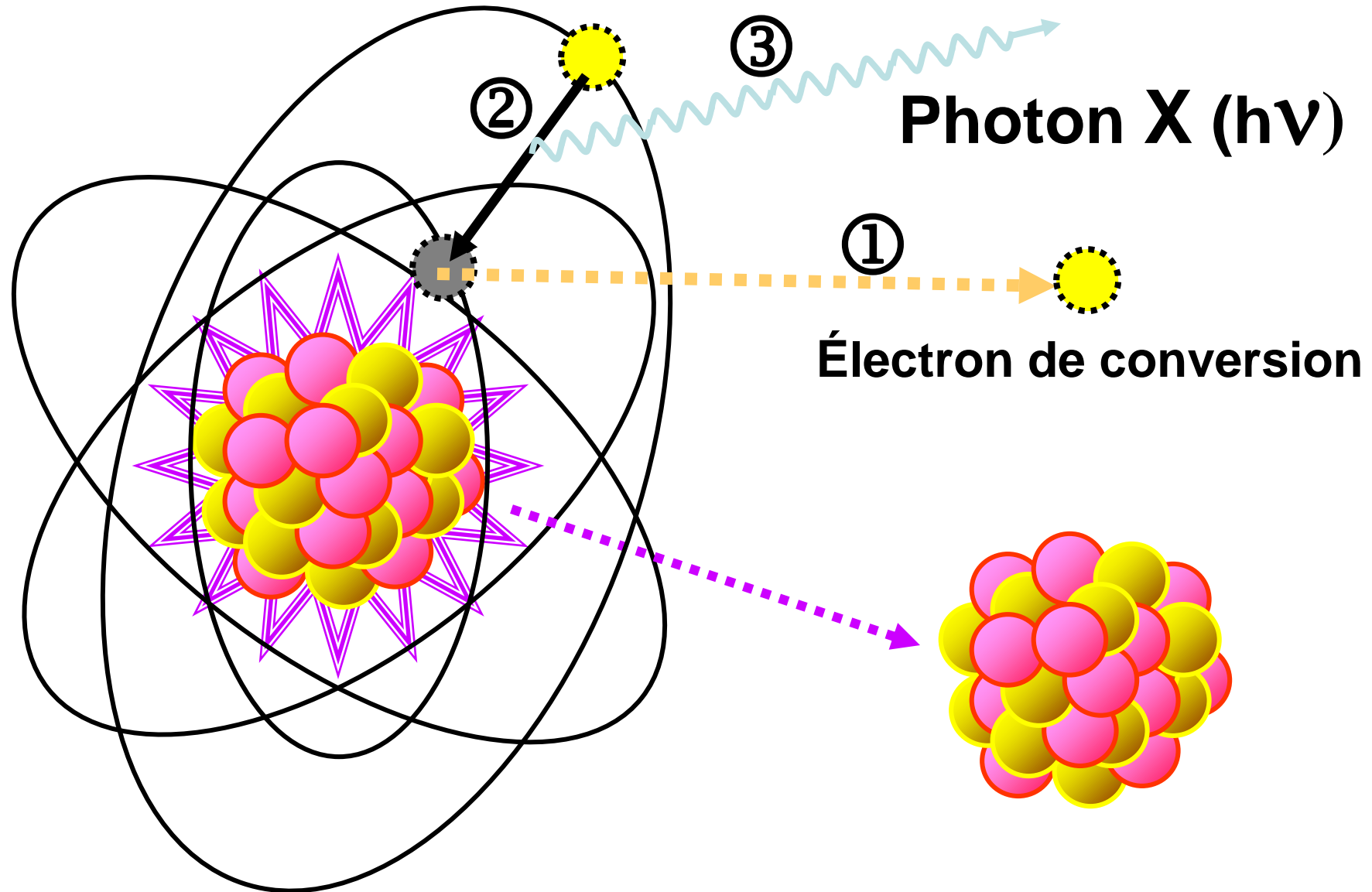
# *Phénomènes consécutifs à la désintégration radioactive : réorganisation du cortège électronique*



Après désintégration radioactive, puis désexcitation du noyau,  
le cortège électronique de l'atome est perturbé

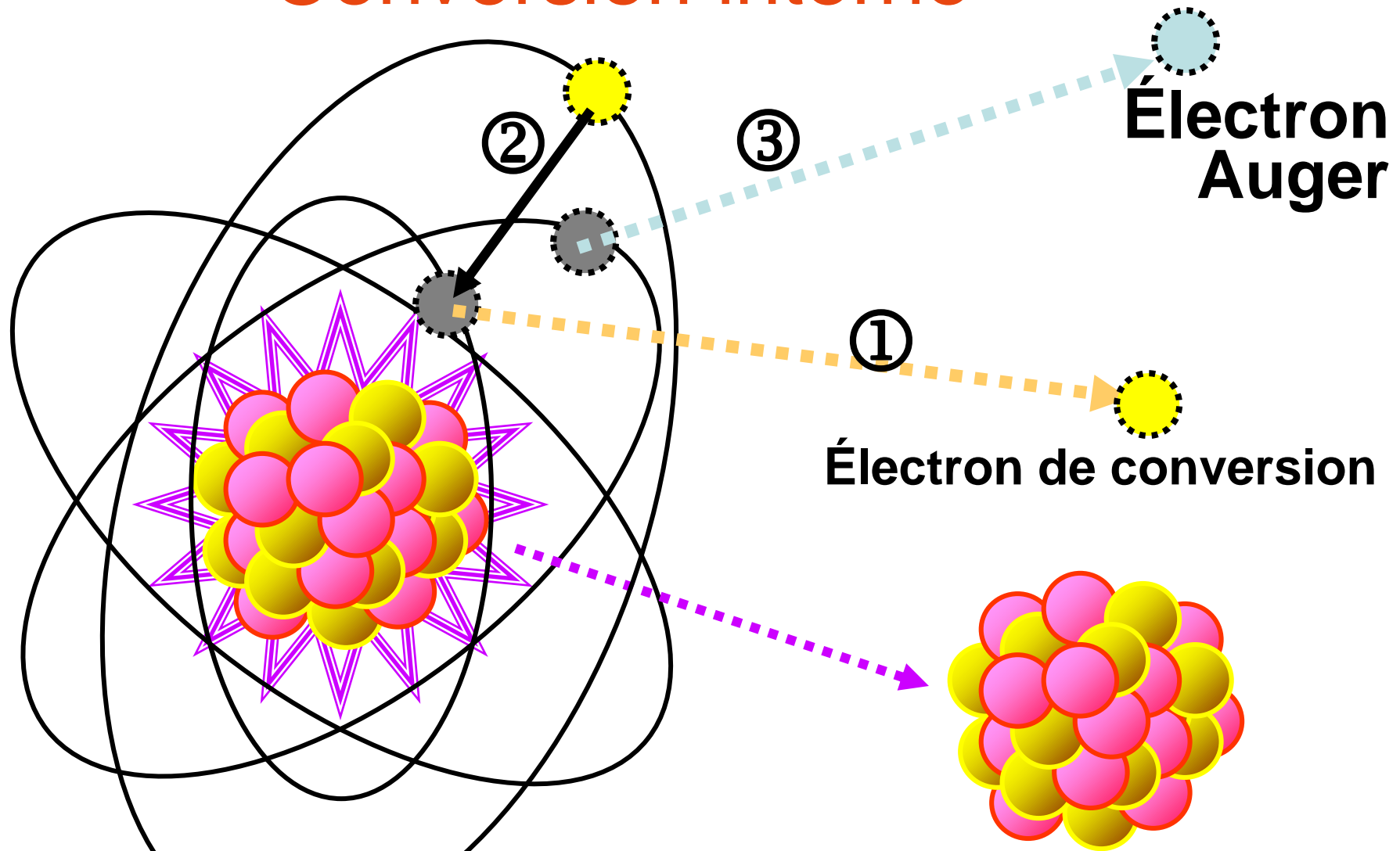
- Ont pu se produire
  - Soit l'émission d'un électron (conversion interne)
  - Soit la capture d'un électron (capture électronique)
- Dans les deux cas : création d'un « trou », d'où un réarrangement du cortège électronique
  - Soit par émission d'un rayon **X de fluorescence** (monoénergétique)
  - Soit par émission d'un **électron Auger**

# Conversion interne

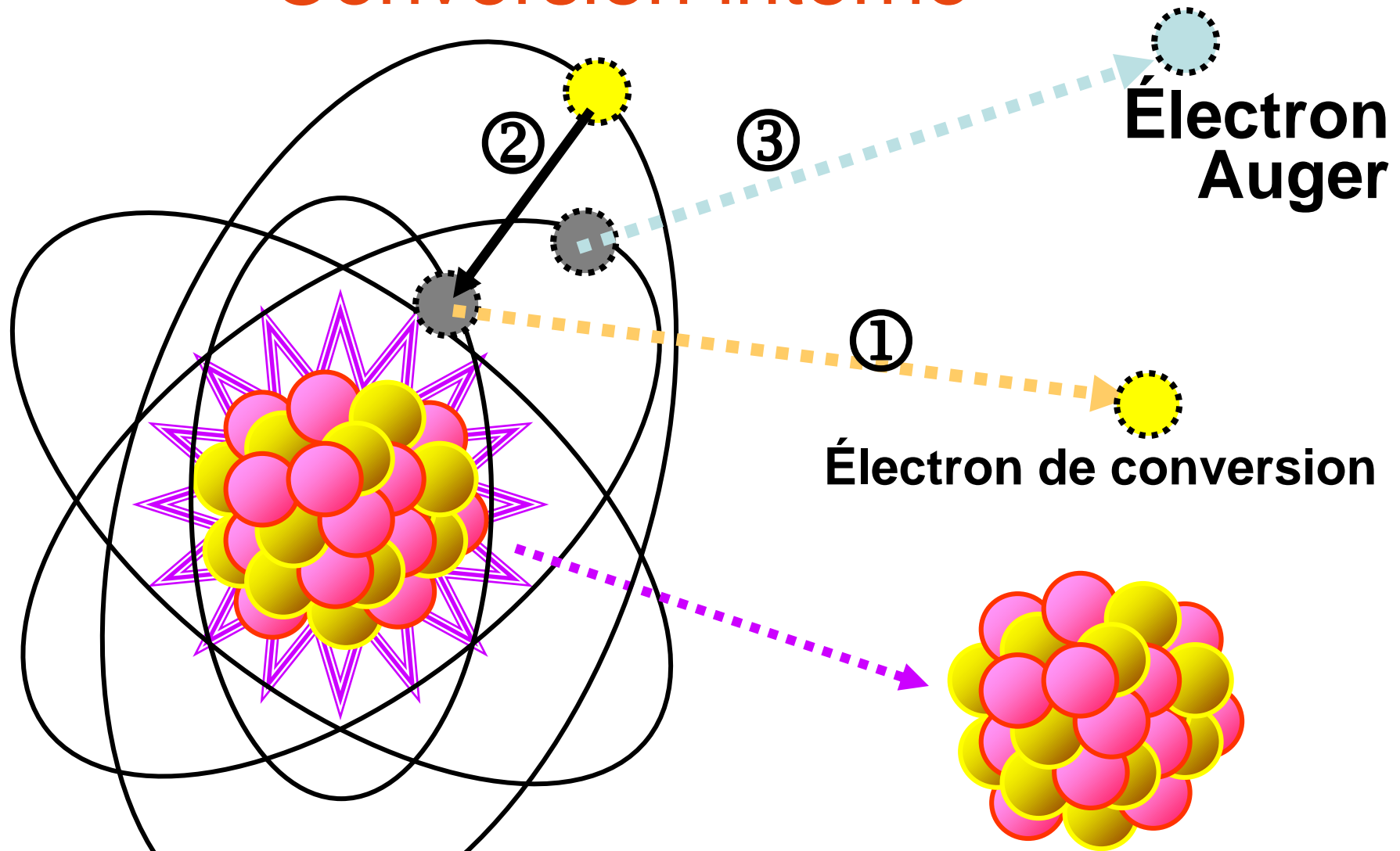




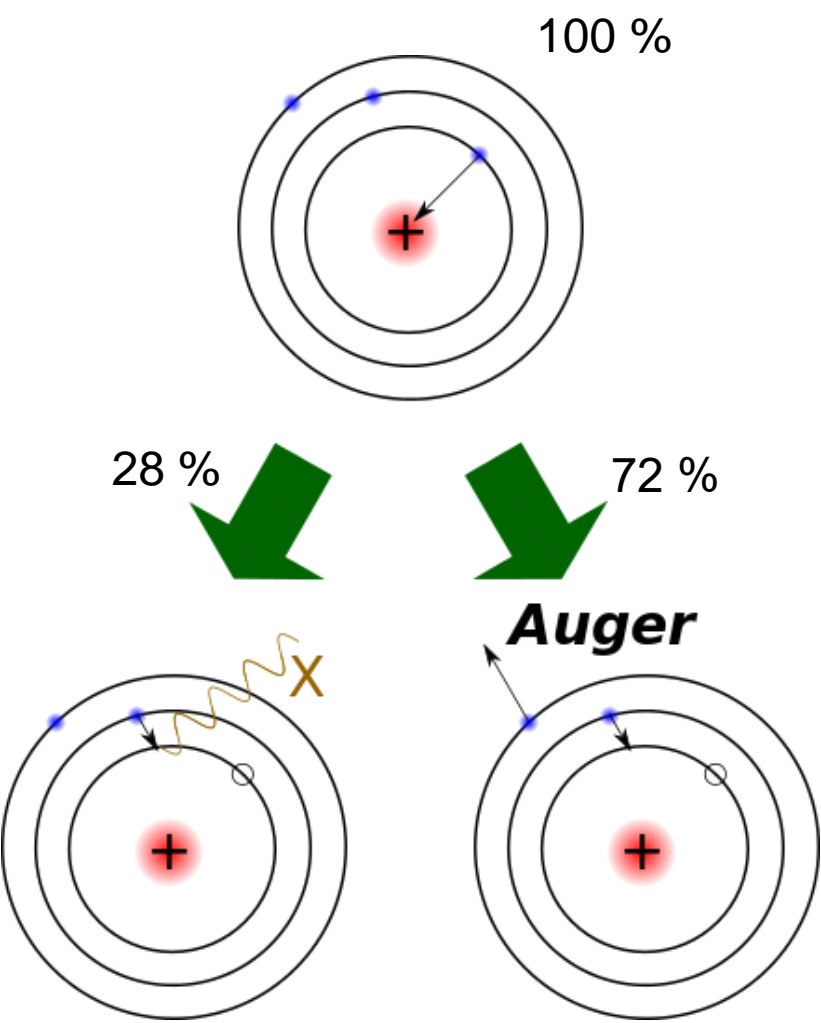
# Conversion interne



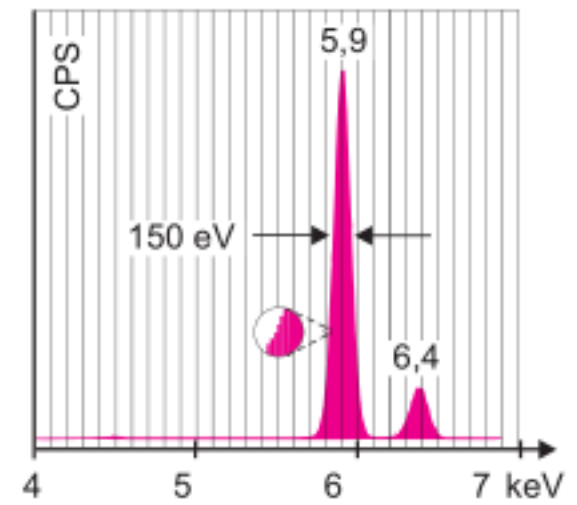
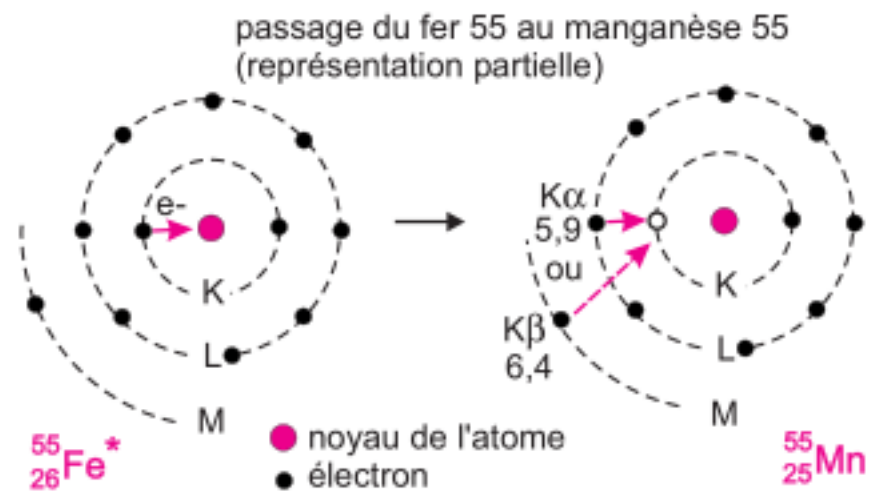
# Conversion interne



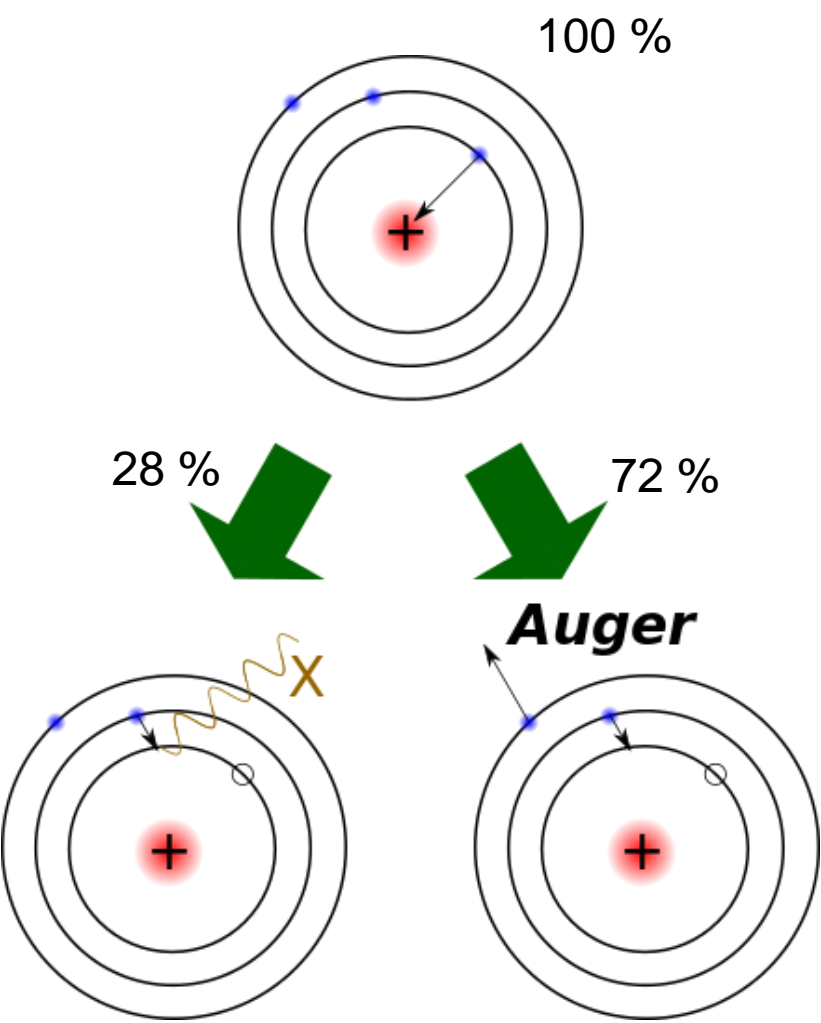
# Capture électronique



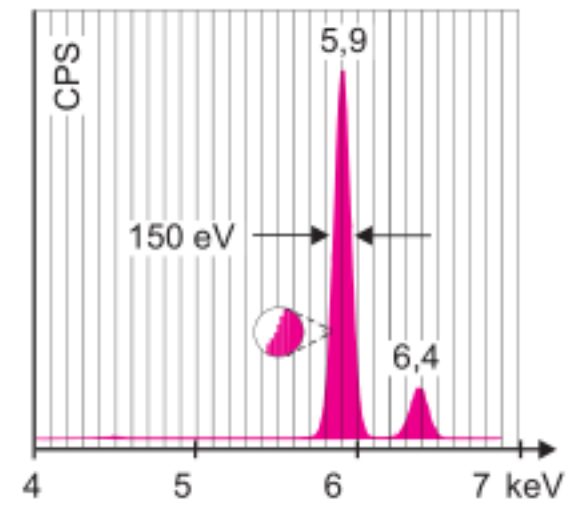
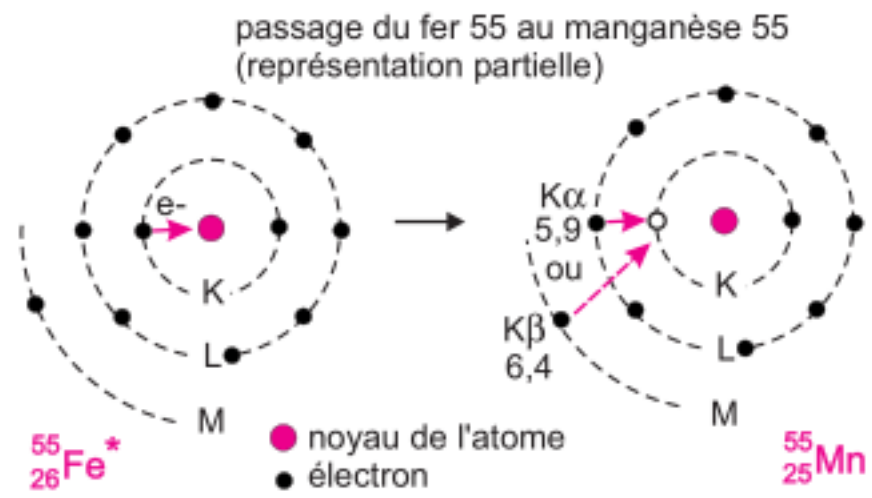
Energie	5,9 keV	6,4 keV
Probabilité	24,5 %	3 %



# Capture électronique



Energie	5,9 keV	6,4 keV
Probabilité	24,5 %	3 %



# Remarque

- Les électrons émis par un atome radioactif sont de plusieurs types :
  - Provenant du noyau : rayonnement  $\beta^-$
  - Provenant du cortège électronique
    - Électrons de conversion interne (**désexcitation du noyau**, alternative à l'émission d'un photon  $\gamma$ )
    - Électrons Auger (**désexcitation de l'atome**, alternative aux rayons X de fluorescence)

# Messages essentiels du cours

- Après une désintégration radioactive, le noyau « fils » est en général dans un état excité et va se désexciter par
  - Emission gamma
  - Emission d'un électron par conversion interne
- Après une capture électronique ou une conversion interne il y a un réarrangement du cortège électronique par émission de rayons X de fluorescence ou par émission d'électrons Auger

## Et au prochain cours ...

- Conséquence des désintégrations bêta +: l'annihilation
- Schémas de désintégration, rapports de branchement et états métastables

# Mentions légales

---

L'ensemble de ce document relève des législations française et internationale sur le **droit d'auteur et la propriété intellectuelle**. Tous les droits de reproduction de tout ou partie sont réservés pour les textes ainsi que pour l'ensemble des documents iconographiques, photographiques, vidéos et sonores.

Ce document est interdit à la vente ou à la location. Sa diffusion, duplication, mise à disposition du public (sous quelque forme ou support que ce soit), mise en réseau, partielles ou totales, sont strictement réservées à l'Université Grenoble **Alpes (UGA)**.

L'**utilisation de ce document** est strictement réservée à l'usage privé des étudiants inscrits à l'Université Grenoble Alpes (UGA), et non destinée à une utilisation collective, gratuite ou payante.