

Chapitre 3

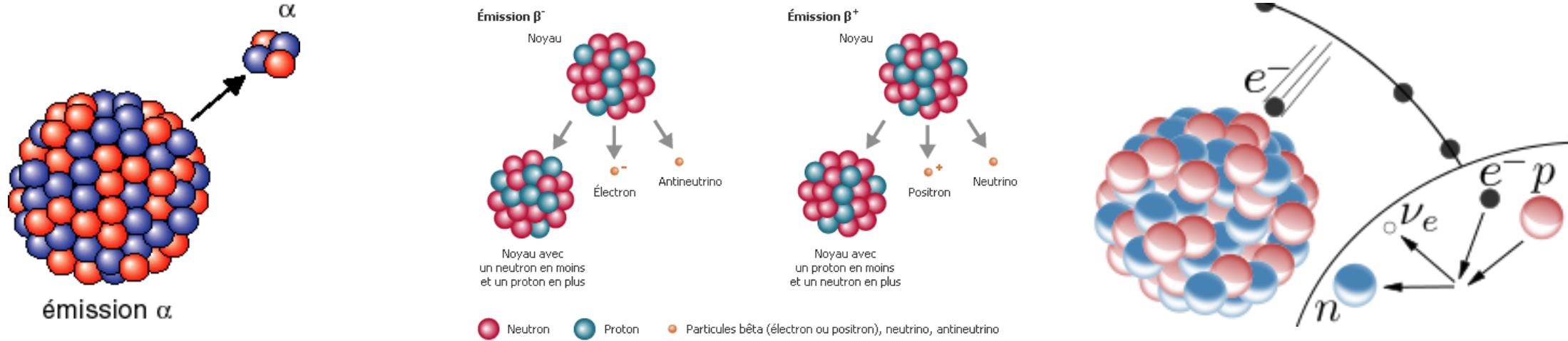
**Bases biophysiques de l'utilisation des  
rayonnements ionisants dans les  
professions de santé: la radioactivité (2/3)**

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...



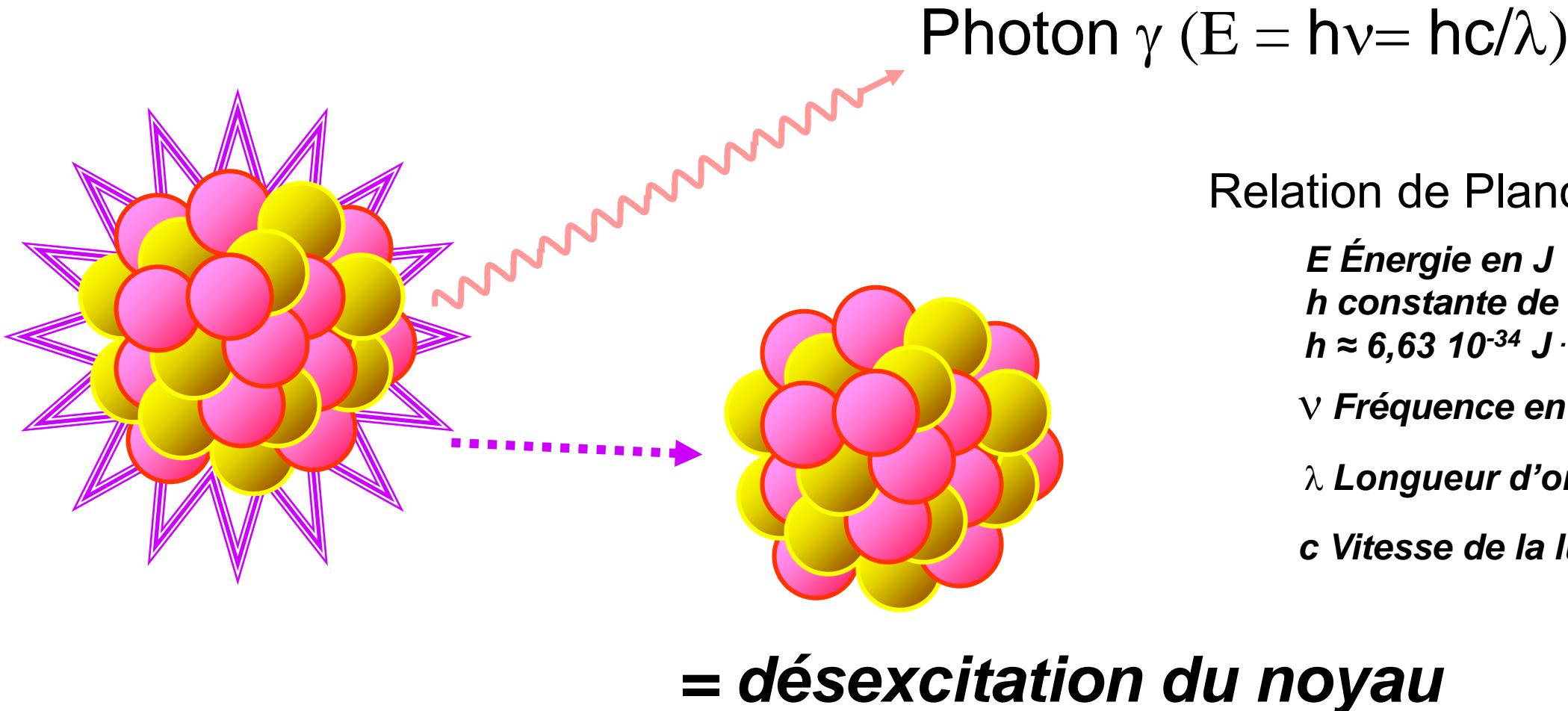
- Le noyau « fils » peut être totalement stable...
- ... mais le plus souvent il est encore dans un état « excité », avec un excédent d'énergie

# *Phénomènes consécutifs à la désintégration radioactive:*

## *Désexcitation*

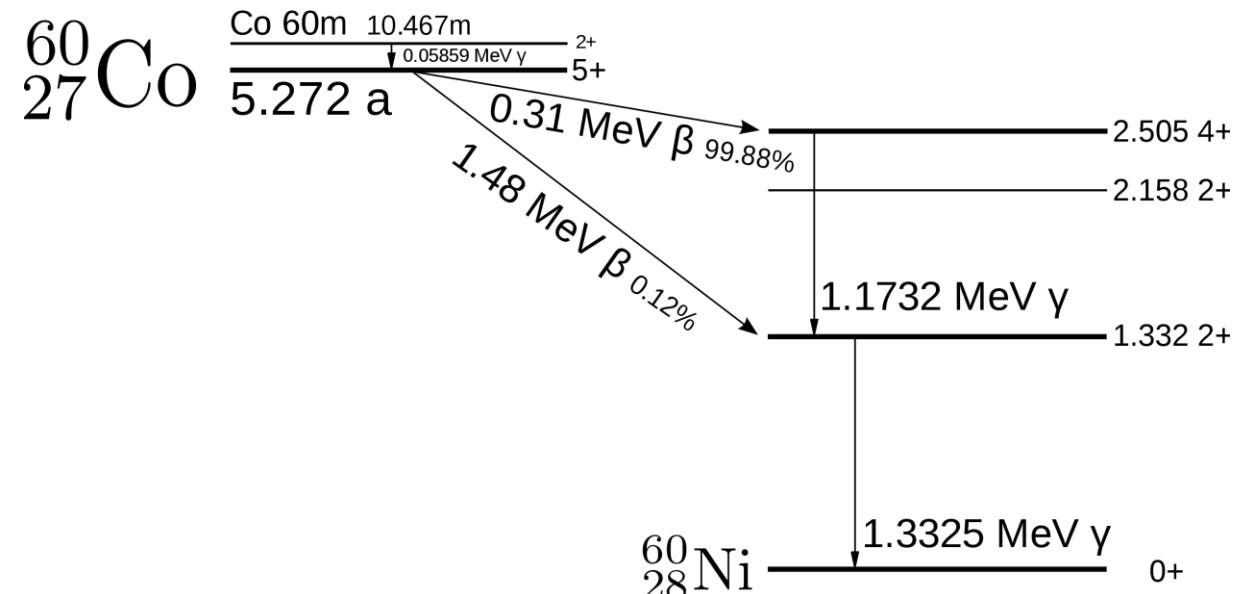
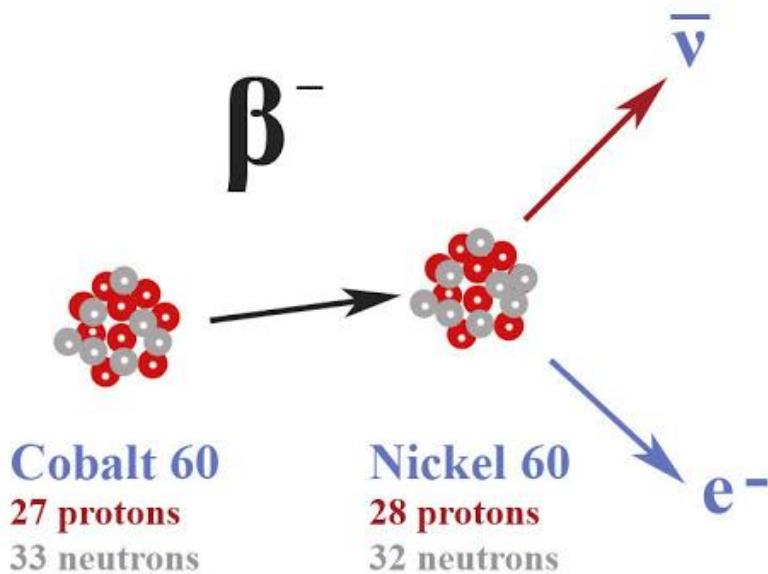
- Le noyau « fils » est en général dans un état excité
- Dans tous les cas la désexcitation se fait :
  - Soit par émission d'un **photon gamma ( $\gamma$ )**
  - Soit par émission d'un **électron de conversion interne**

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



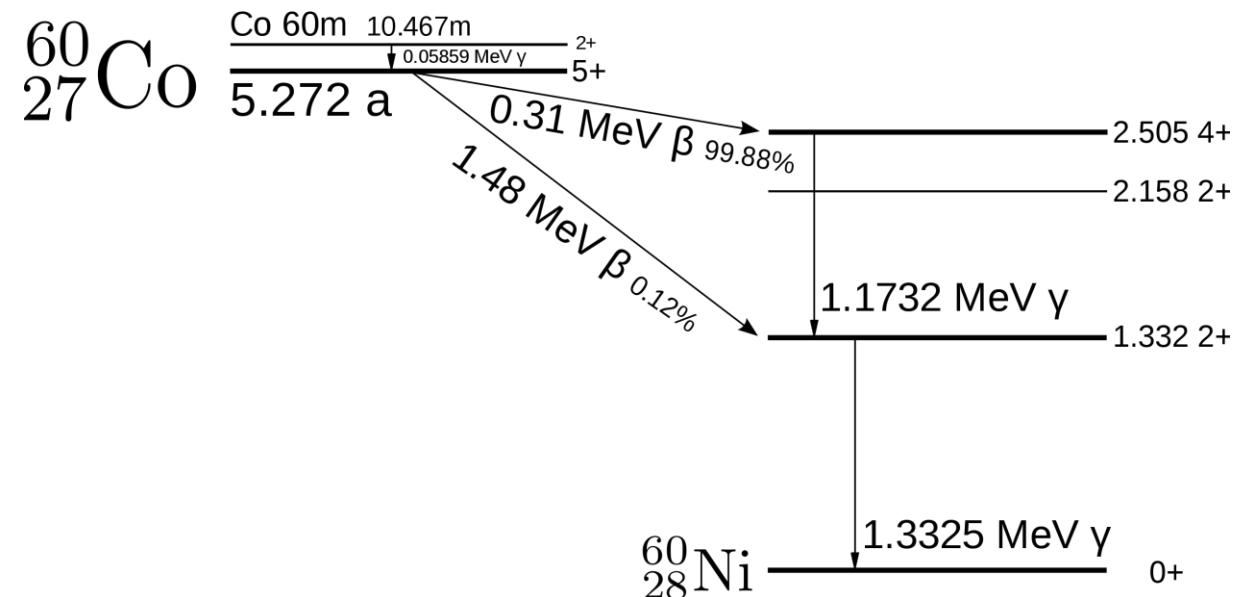
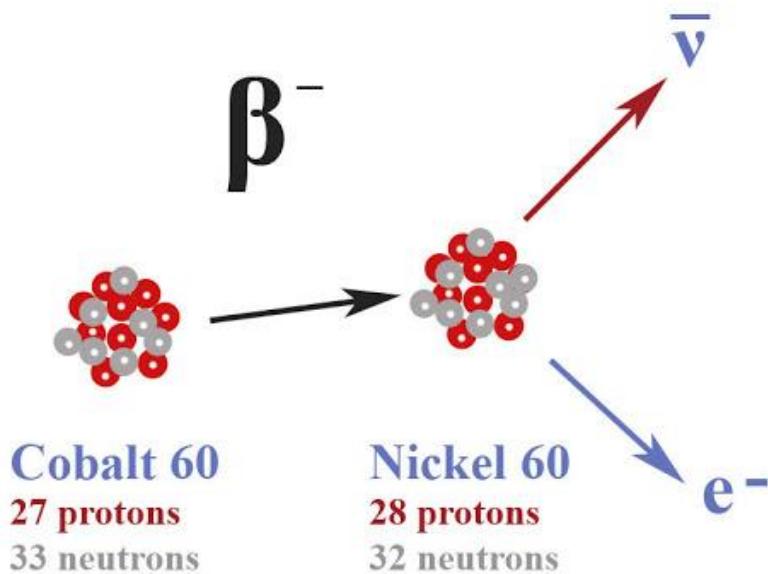
# Emission gamma

**Exemple du Cobalt 60 : émetteur bêta -**

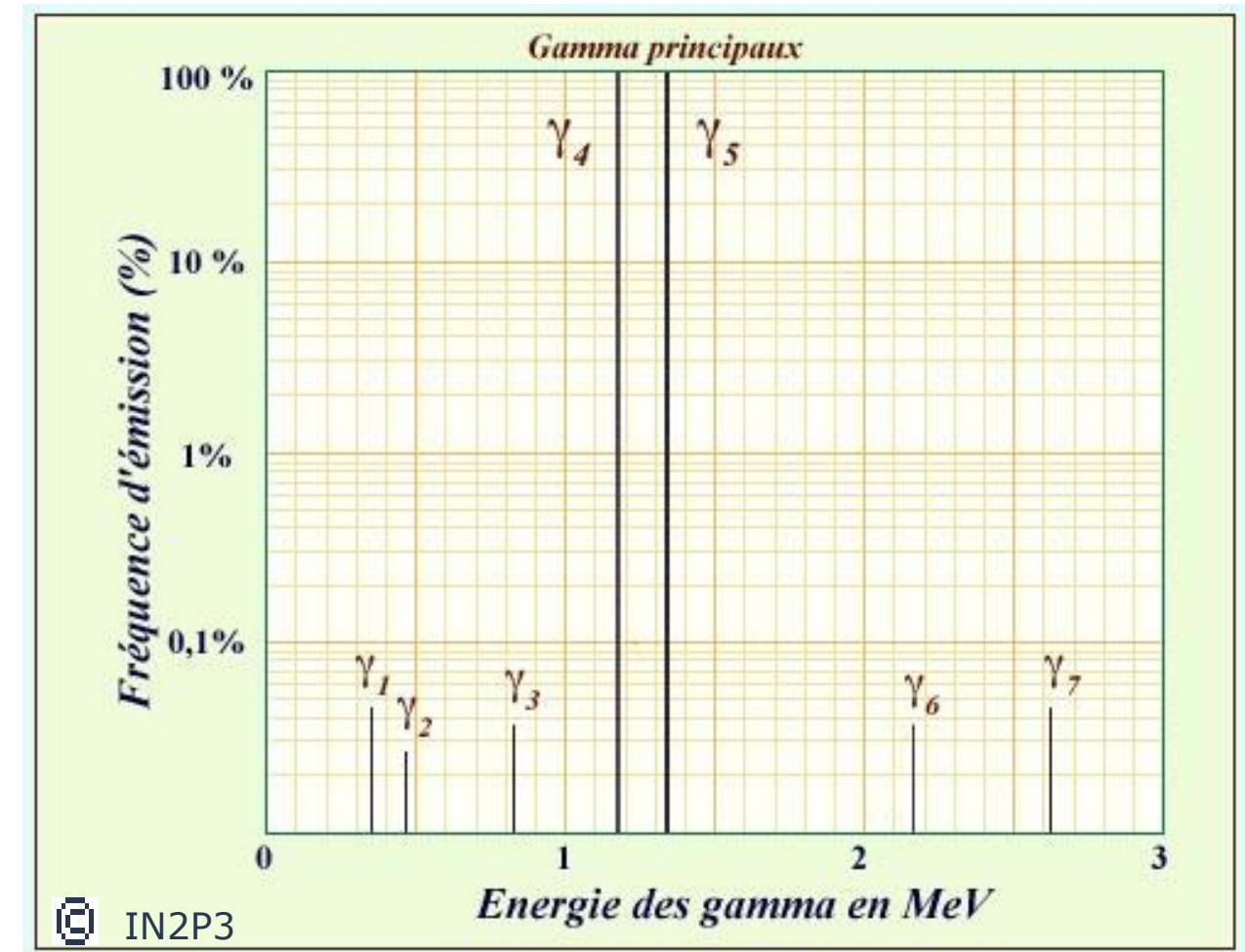
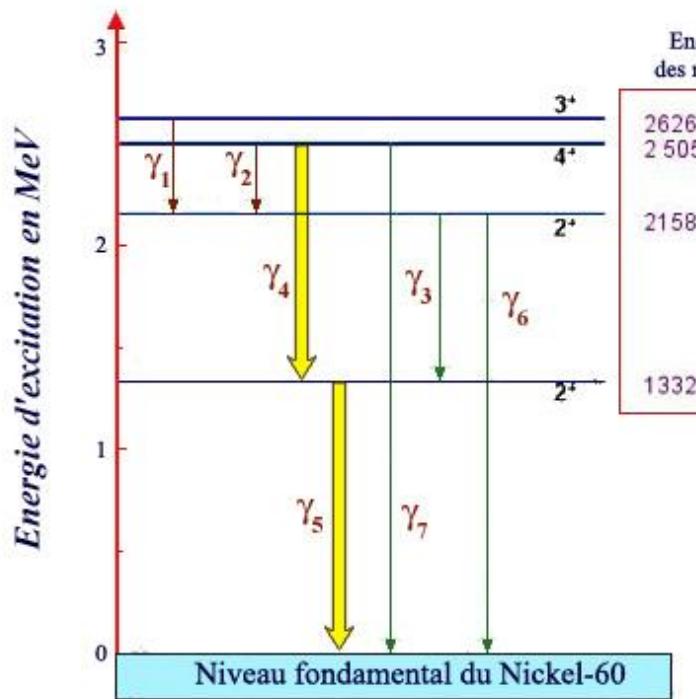


# Emission gamma

**Exemple du Cobalt 60 : émetteur bêta -**

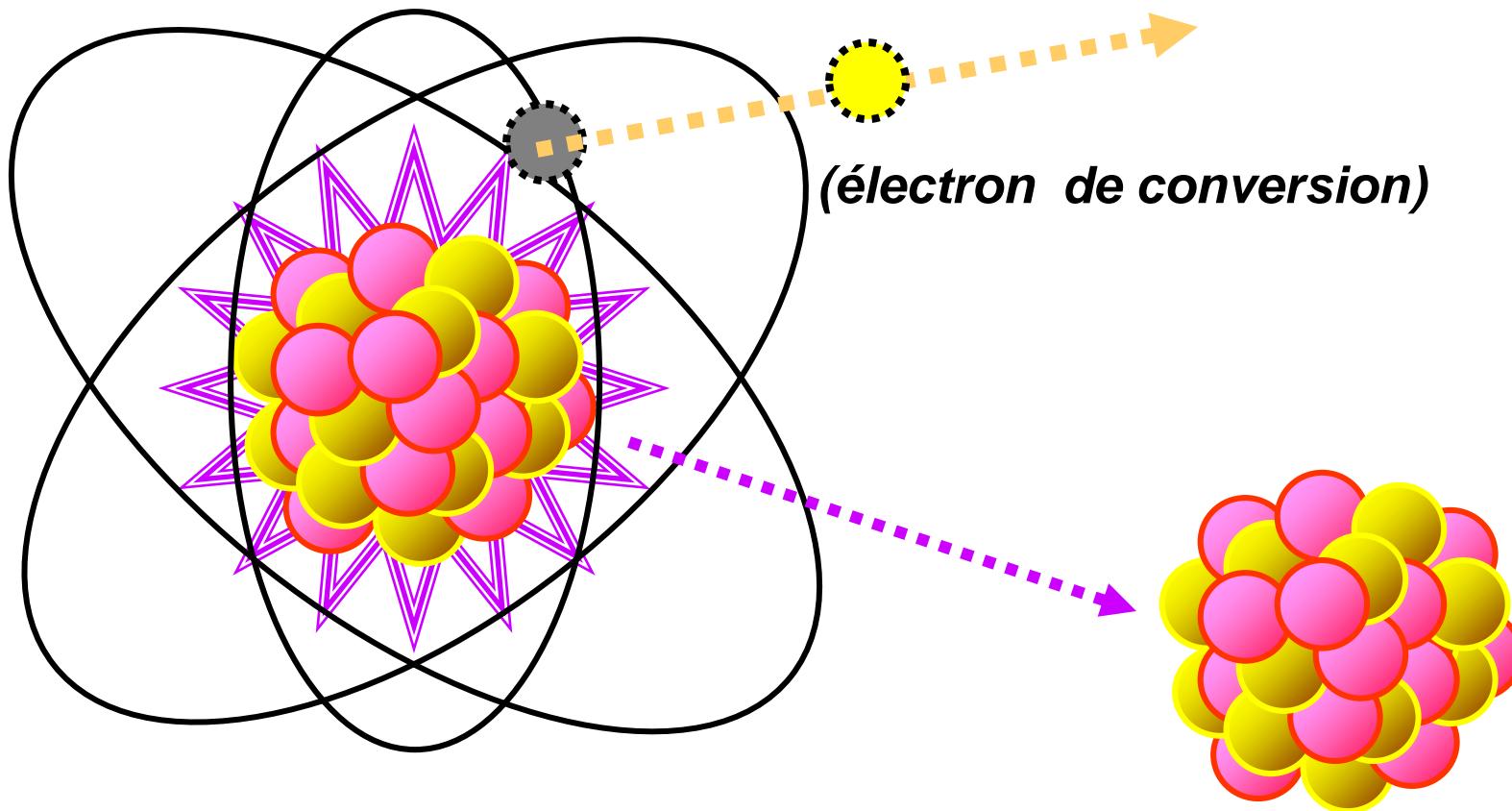


# Emission gamma



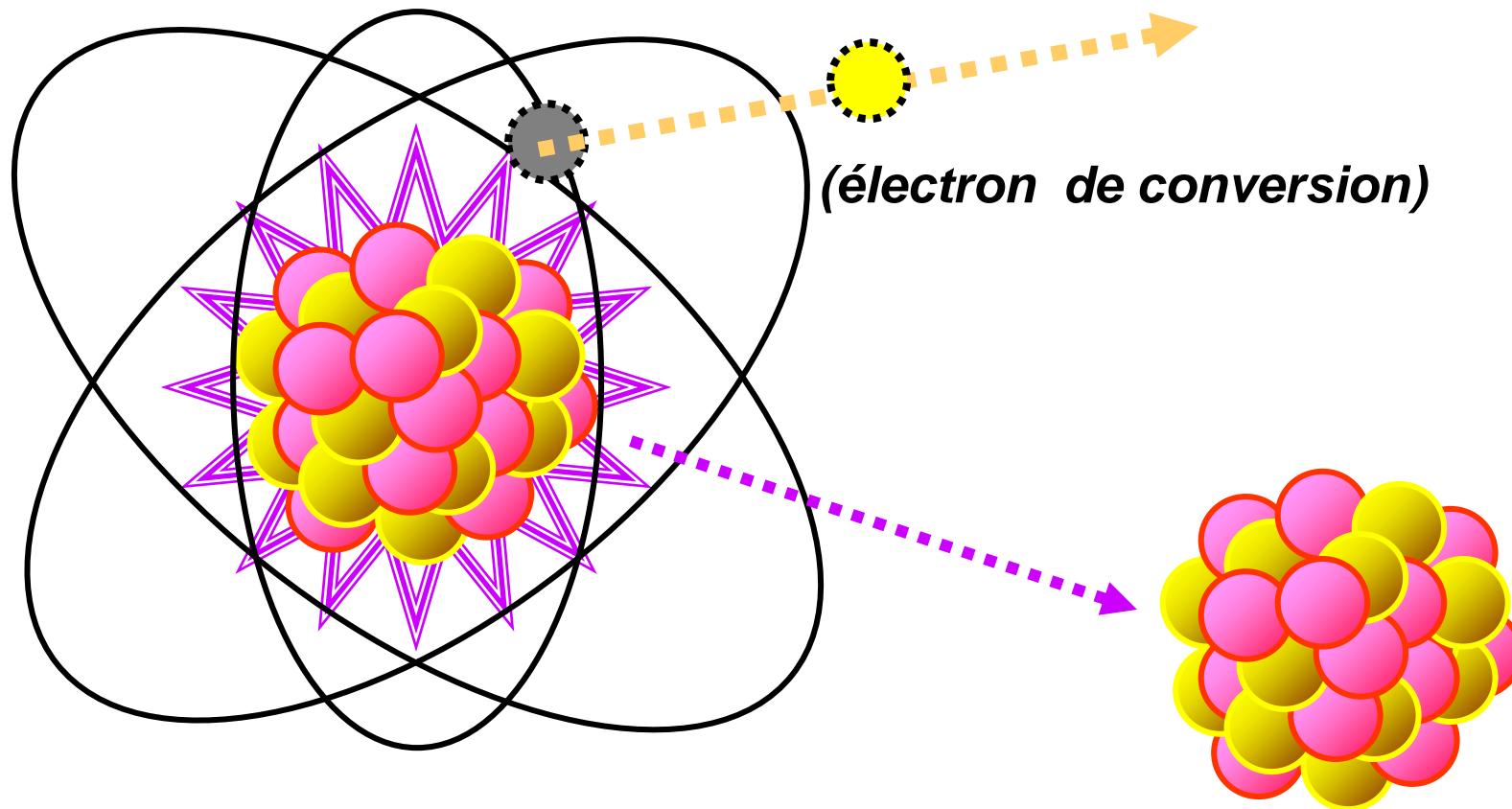
# Conversion interne

= autre mode de désexcitation du noyau



# Conversion interne

= autre mode de désexcitation du noyau

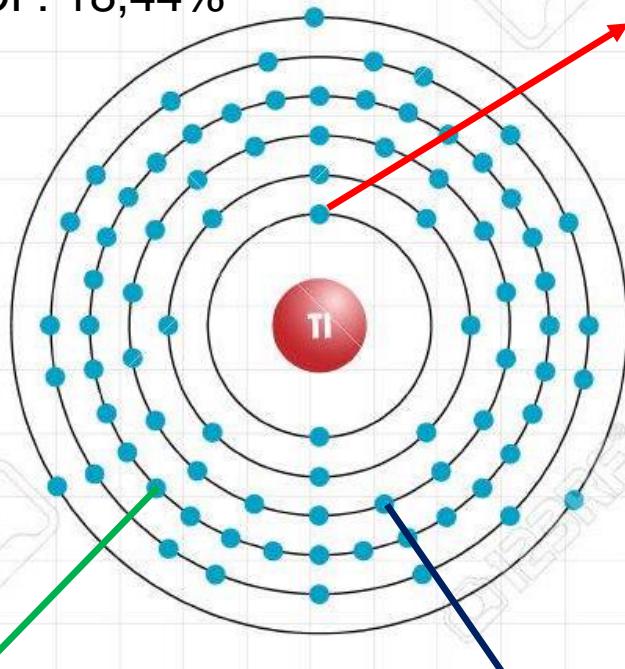


# Conversion interne

= autre mode de désexcitation du noyau

## Element #81

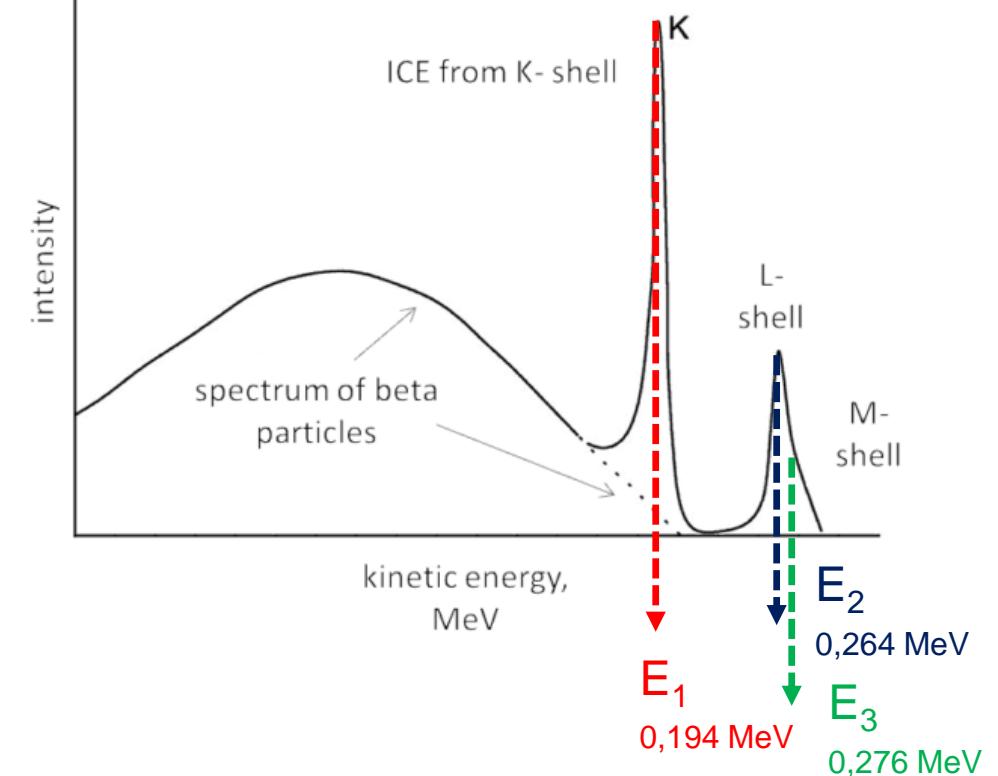
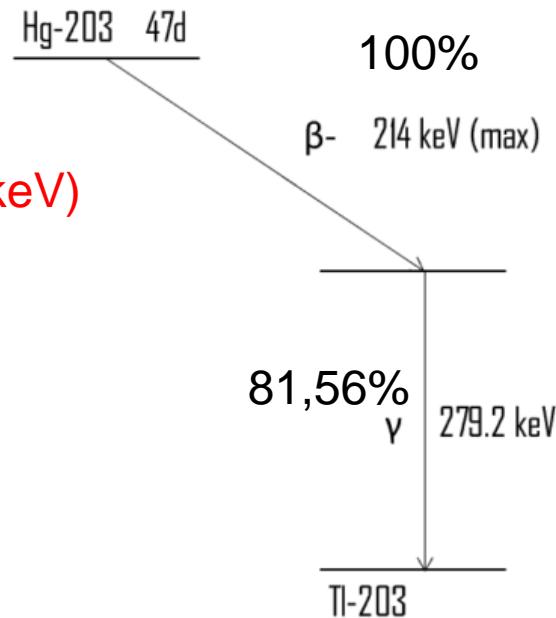
Cl : 18,44%



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

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

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

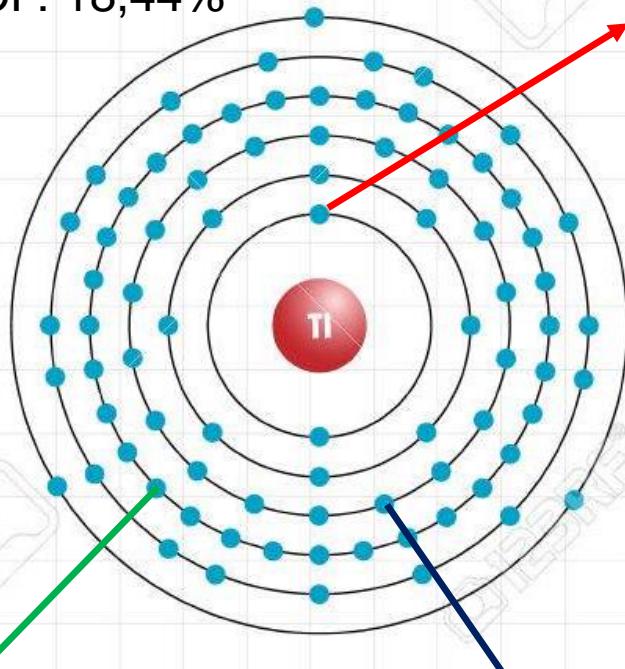


# Conversion interne

= autre mode de désexcitation du noyau

## Element #81

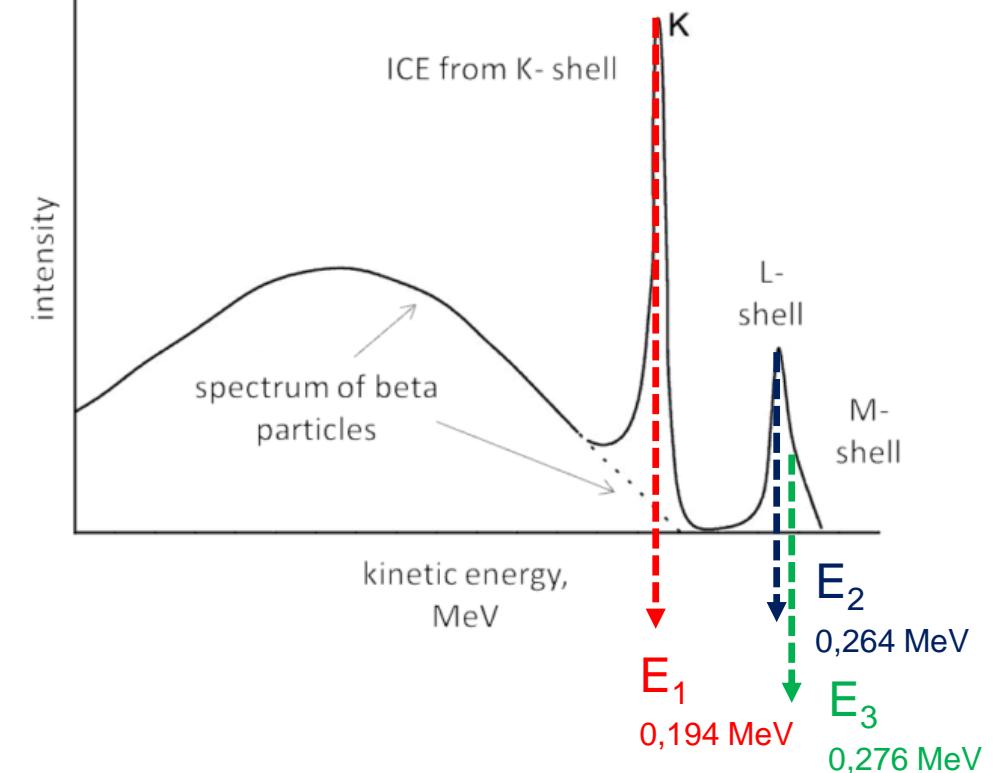
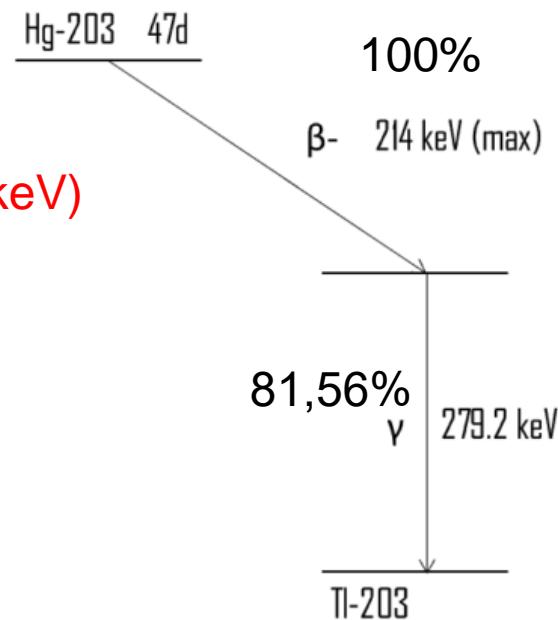
Cl : 18,44%



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

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

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

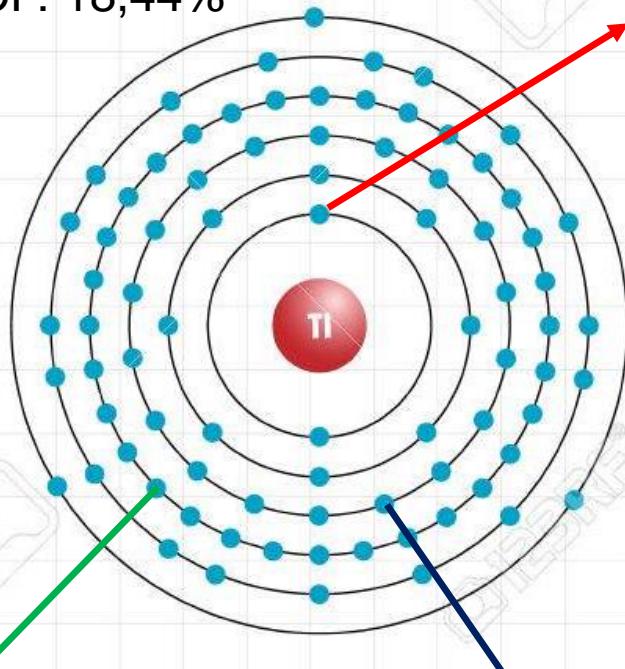


# Conversion interne

= autre mode de désexcitation du noyau

## Element #81

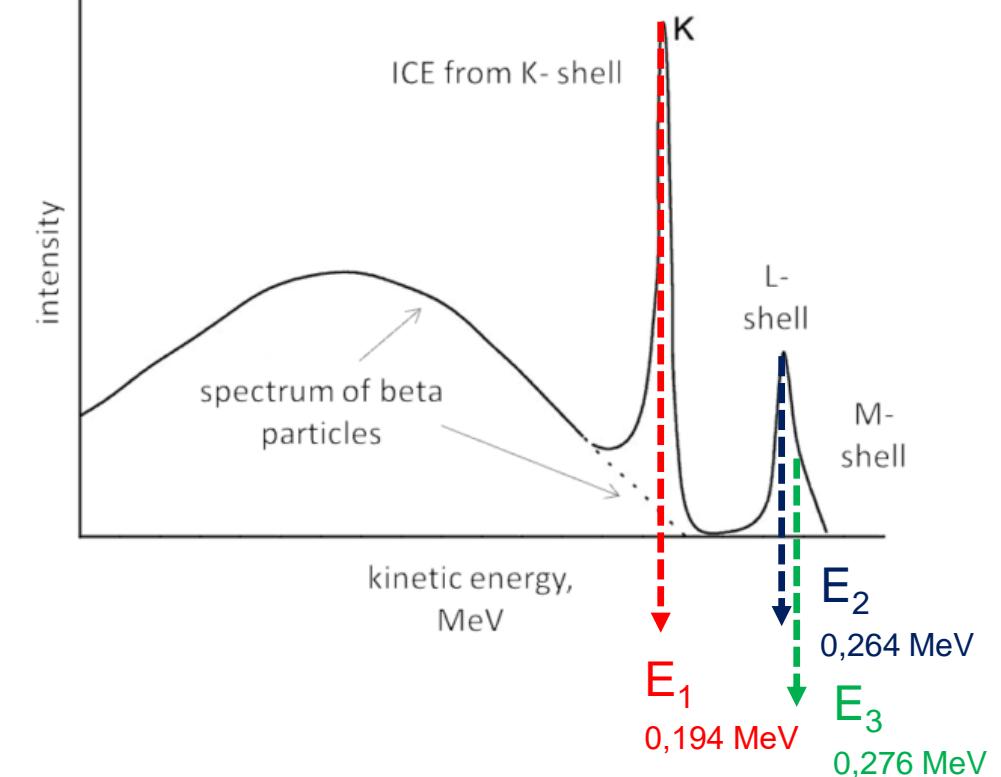
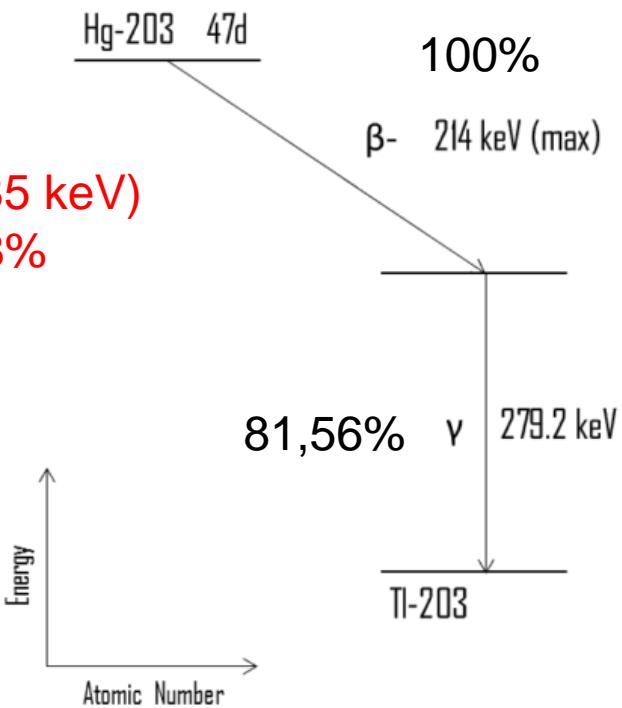
Cl : 18,44%



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

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

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

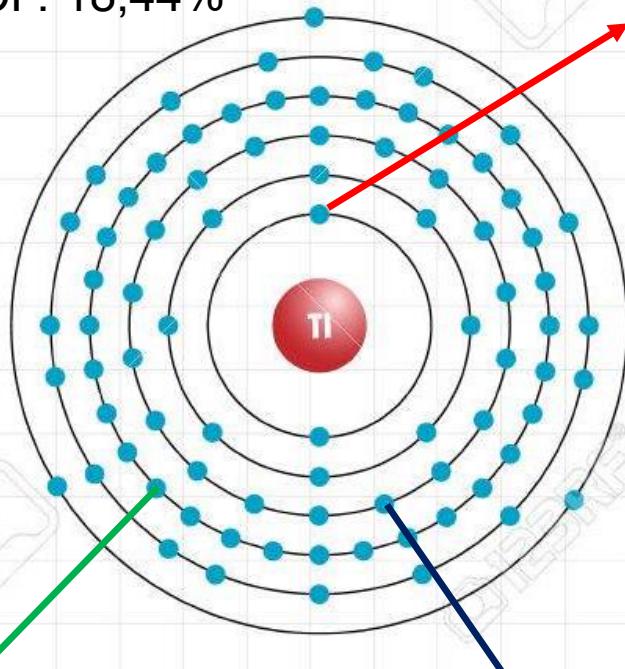


# Conversion interne

= autre mode de désexcitation du noyau

## Element #81

Cl : 18,44%



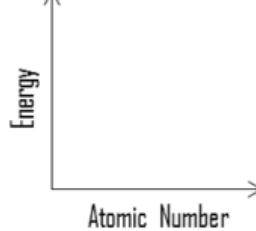
Hg-203 47d

100%

$\beta^-$  214 keV (max)

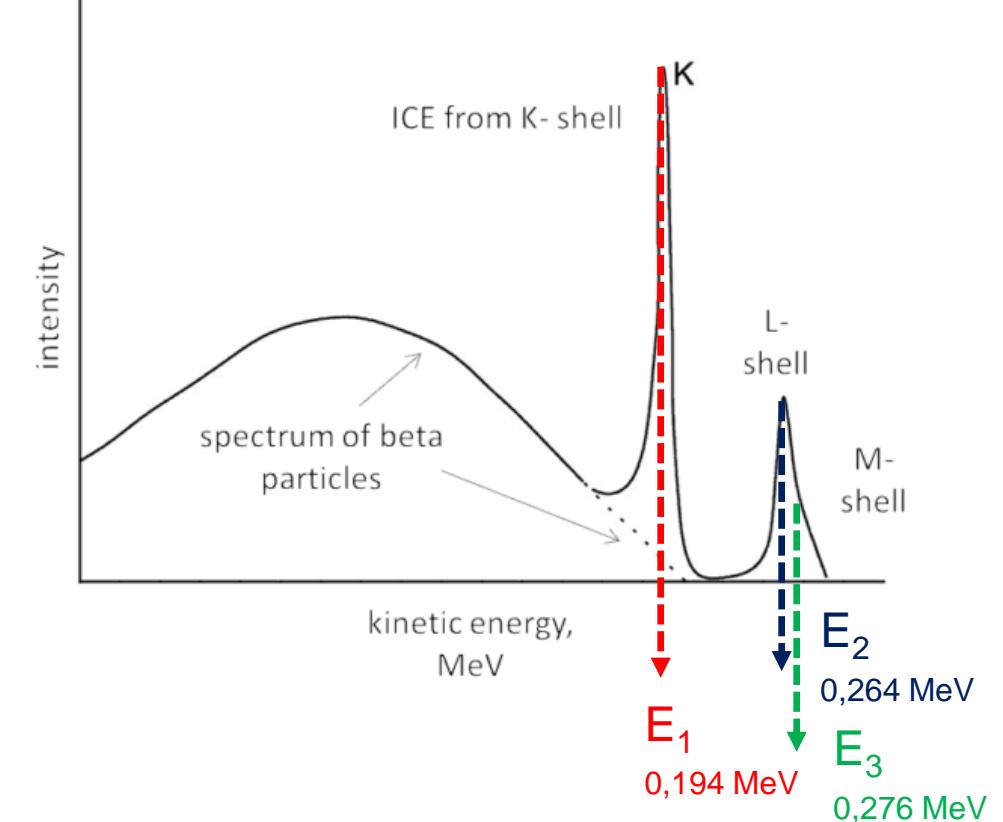
81,56%  $\gamma$  279,2 keV

Tl-203



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

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



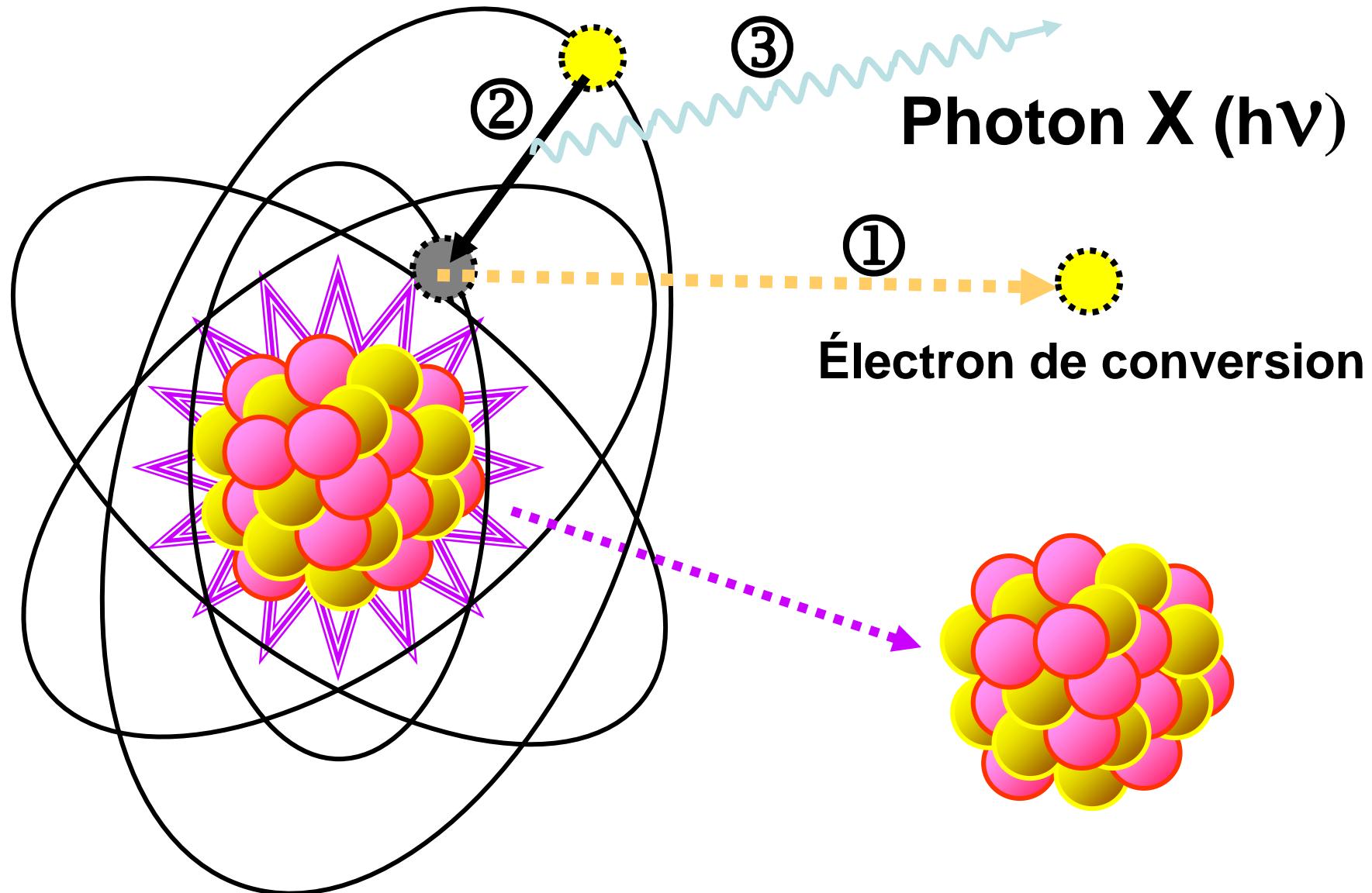
# *Phénomènes consécutifs à la désintégration radioactive : réorganisation du cortège électronique*



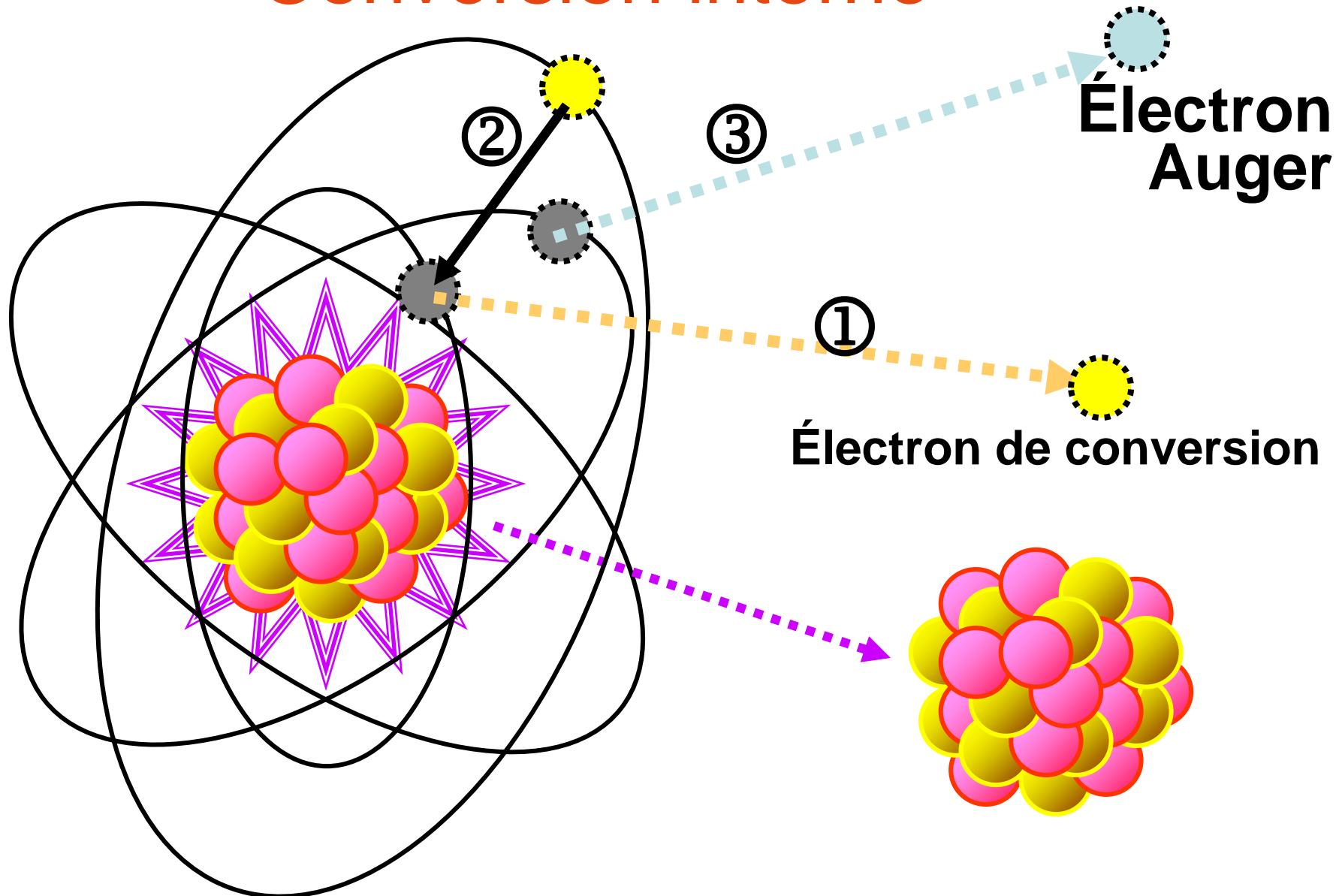
**Après désintégration radioactive, puis désexcitation du noyau,  
le cortège électronique de l'atome est perturbé**

- 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**

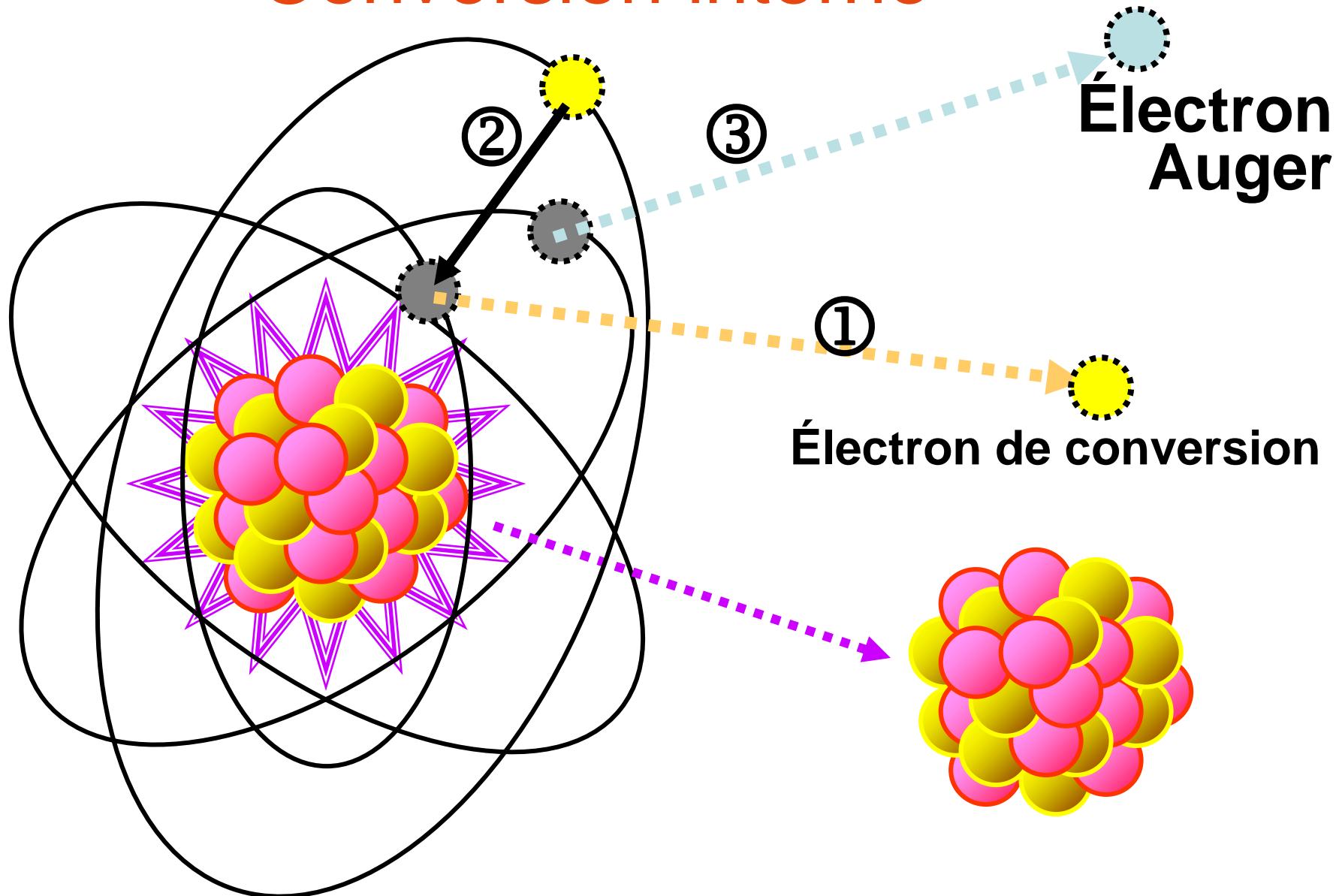
# Conversion interne



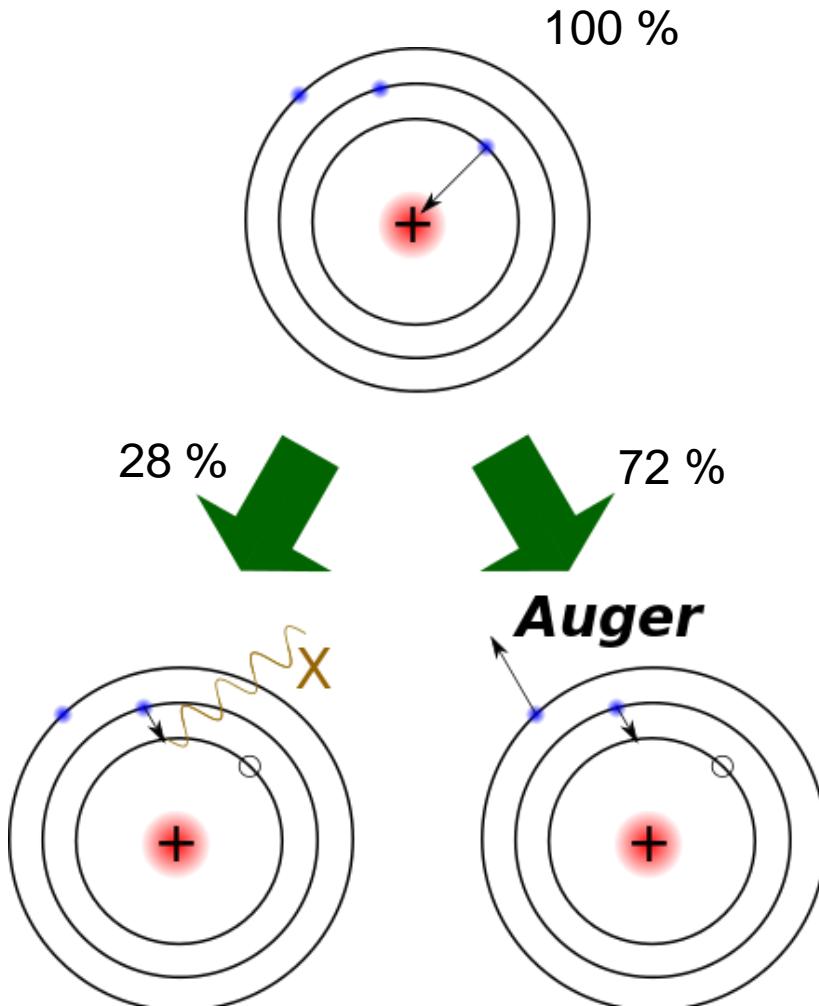
# Conversion interne



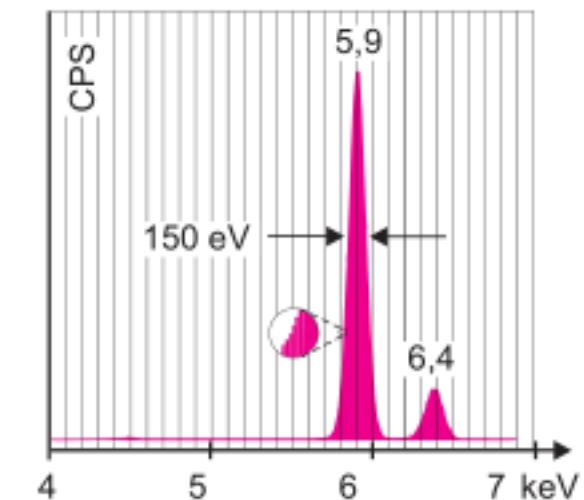
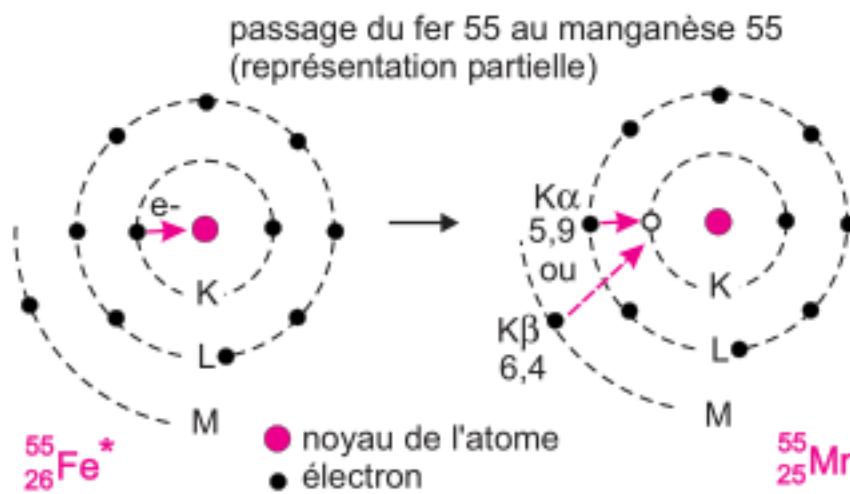
# Conversion interne



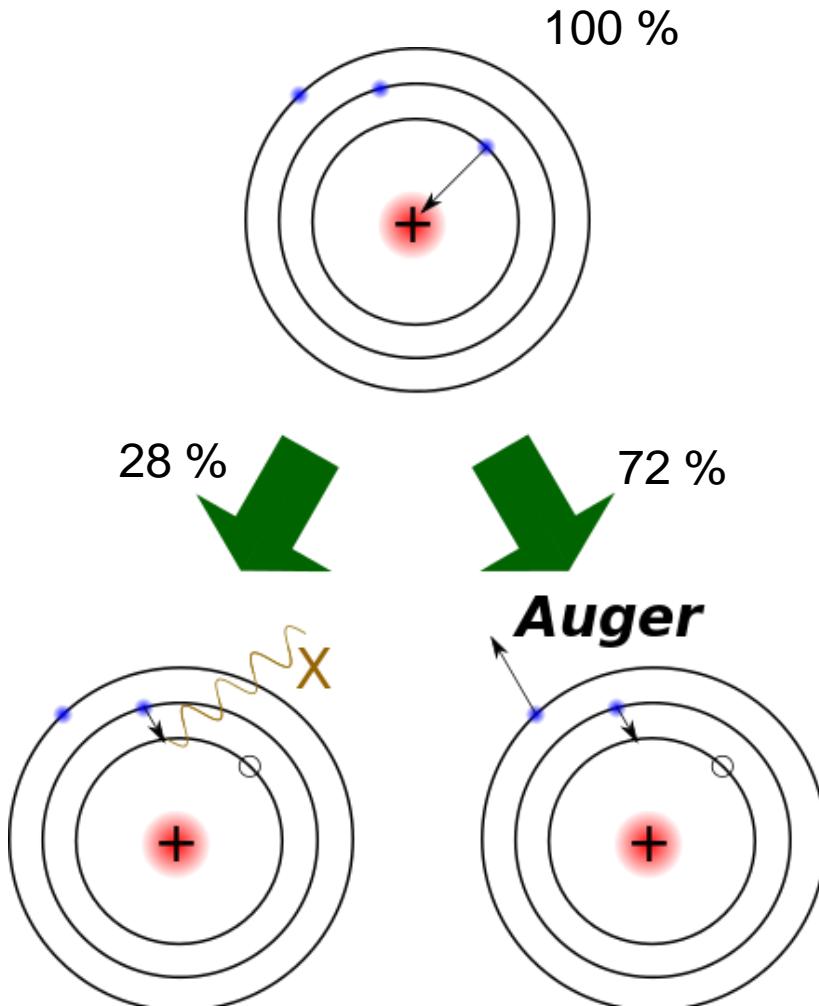
# Capture électronique



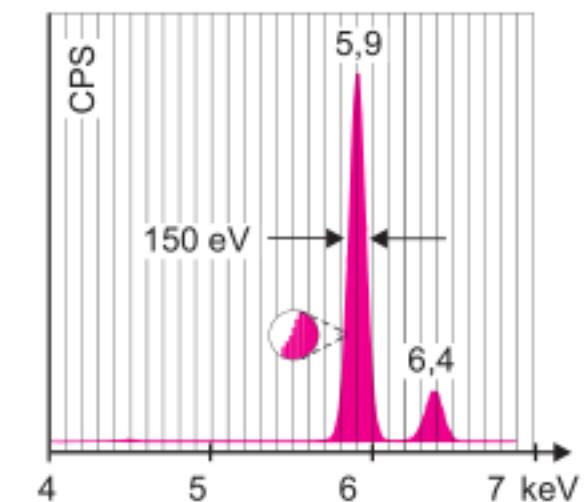
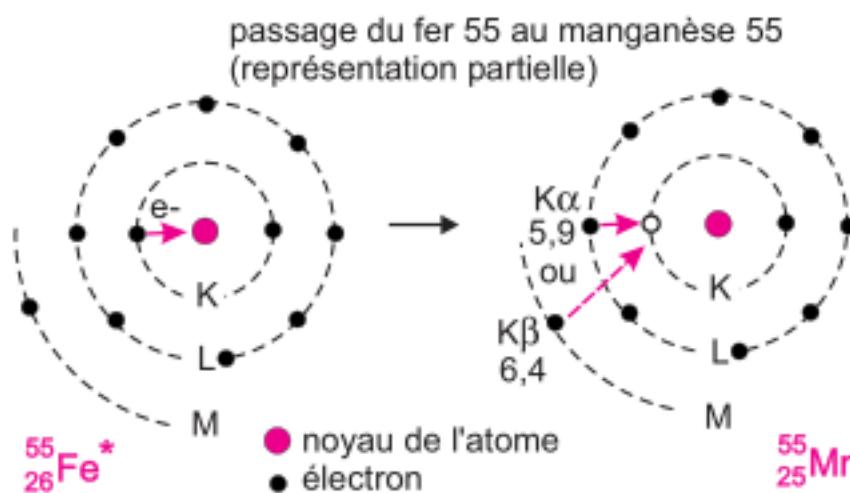
Energie	5,9 keV	6,4 keV
Probabilité	24,5 %	3 %



# 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.