



RadioProtection Cirkus

Interactions Rayonnements Matière

Nom de l'auteur : Marc AMMERICH

N° chrono : DOC-FO-9_2

Version du : 15 Juin 2018

Le portail de la RP pratique et opérationnelle
www.rpcirkus.org - www.forum-rpcirkus.com

INTERACTION RAYONNEMENT - MATIÈRE

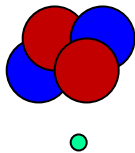
SOMMAIRE

- Interactions des électrons
- Parcours des rayonnements chargés
- Interaction des rayonnements électromagnétiques
- Loi d'atténuation
- Interaction des neutrons



INTERACTION RAYONNEMENT - MATIÈRE

RAYONNEMENTS PARTICULAIRES



Directement ionisants

ARRÊT

cas particulier des neutrons

RAYONNEMENTS ÉLECTROMAGNÉTIQUES

Indirectement ionisants

ATTÉNUATION



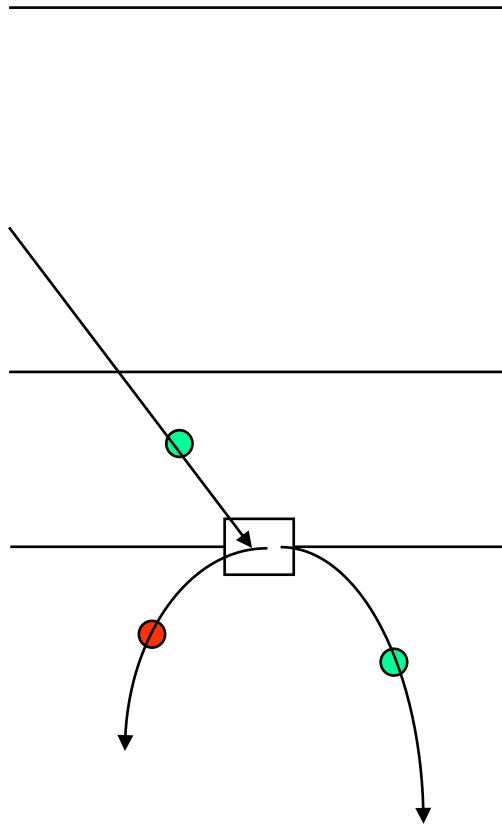
INTERACTION RAYONNEMENT - MATIÈRE

➤ RAYONNEMENTS PARTICULAIRES



LES ÉLECTRONS ●

IONISATION



couches
électroniques

plutôt internes

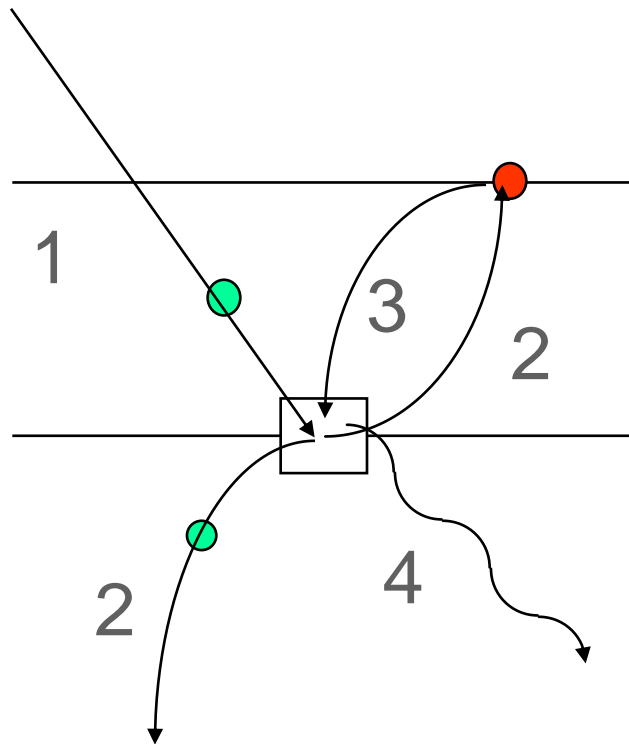
Réarrangement du cortège

Par convention l'énergie la plus importante après l'interaction correspond à l'électron incident



LES ÉLECTRONS ●

EXCITATION



couches
électroniques

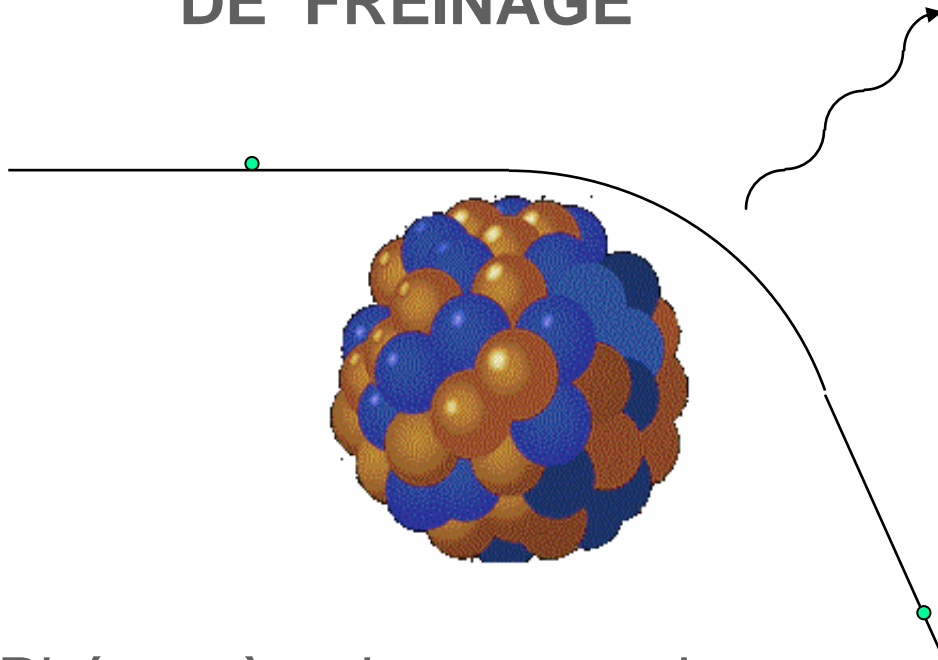
plutôt externes

Émission

photon lumineux

LES ÉLECTRONS ●

LE RAYONNEMENT DE FREINAGE



Émission

rayonnement

Électromagnétique X

Phénomène important si :

E électron élevée et matériau lourd



LES ÉLECTRONS ●

Les interactions des électrons avec la matière montrent que le transfert en énergie augmente quand l'énergie des électrons diminue.

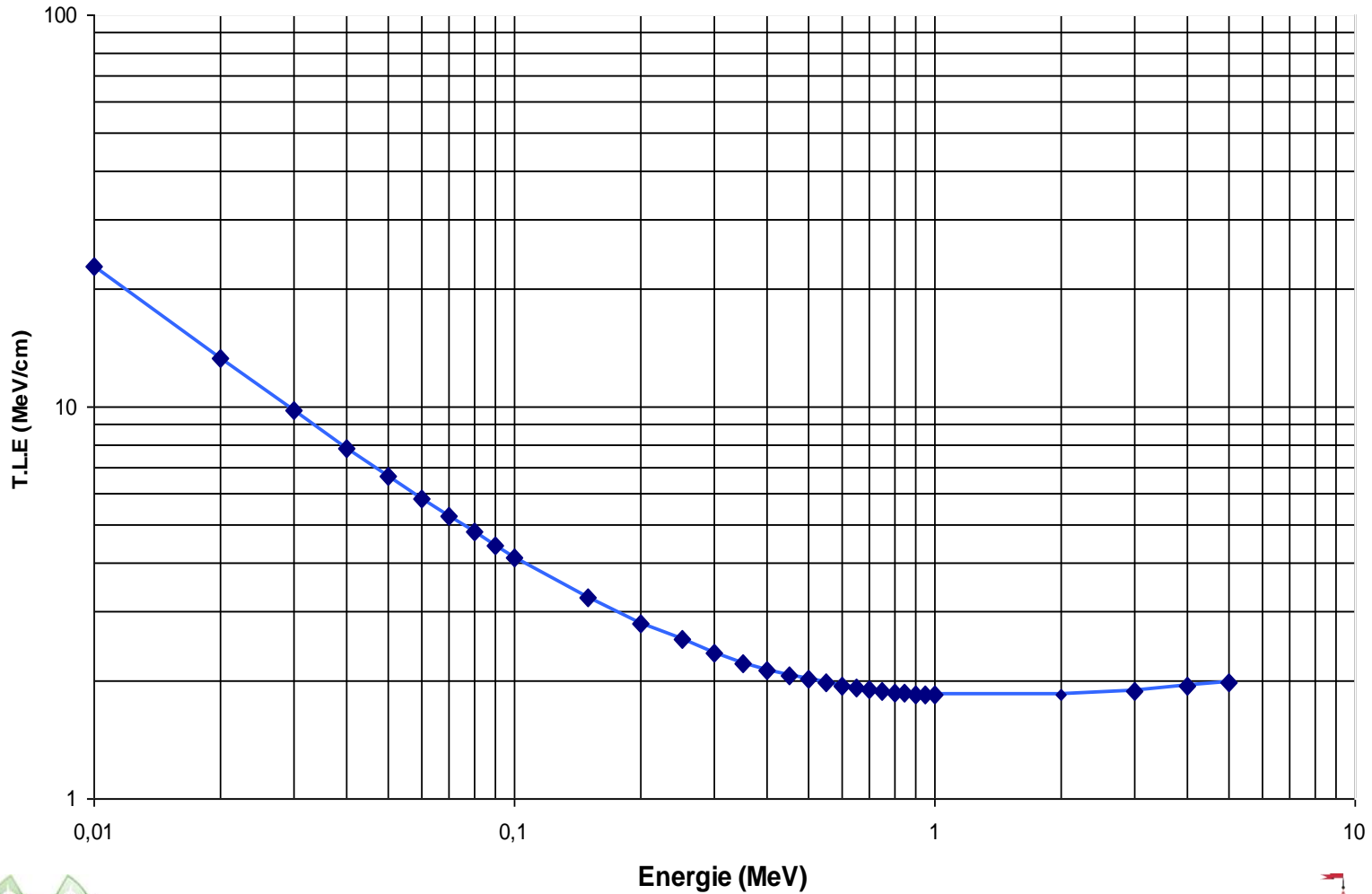
Pour autant un électron énergétique, lors de son parcours, passera par l'ensemble du spectre en énergie, y compris les basses énergies.

Cela se traduit par la courbe suivante :



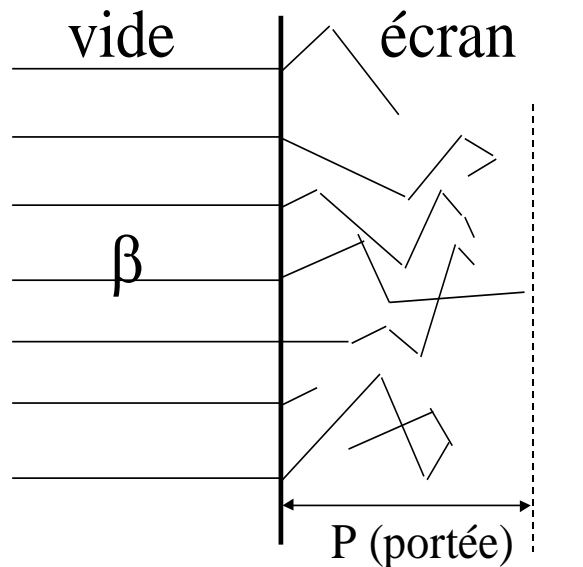
LES ÉLECTRONS ●

Variation du transfert linéique d'énergie dans les tissus mous



PARCOURS DES RAYONNEMENTS β

Il faut également faire la différence entre le parcours et ce que l'on désigne par la portée, la profondeur maximum à laquelle les électrons peuvent aller.



Exemple de portées

Air

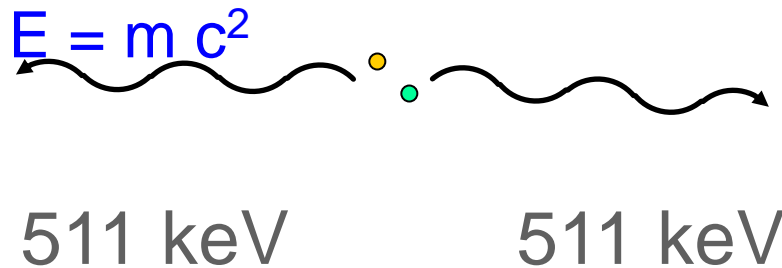
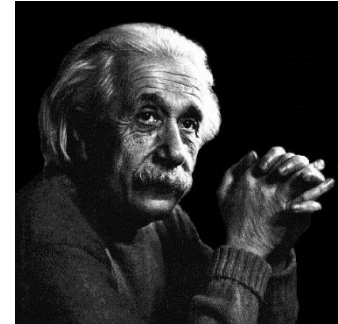
$$p = 8 \text{ m } ^{90}\text{Sr}-^{90}\text{Y}$$

eau

$$p = 1 \text{ cm } ^{90}\text{Sr}-^{90}\text{Y}$$

CAS DES RAYONNEMENTS β^+

CAS DES POSITONS (électron « positif »)



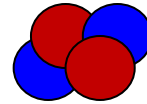
Création de 2 rayonnements électromagnétiques.

Voir interaction des rayonnements électromagnétiques



CAS DES RAYONNEMENTS α

T.L.E = 1000 MeV.cm⁻¹



en moyenne 500 fois supérieur à celui des électrons **(aïe !)**

Uniquement ionisation et excitation

Portée = parcours

Pour $E \alpha = 6 \text{ MeV}$

air $\rho = 5 \text{ cm}$

eau $\rho = 0,07 \text{ mm}$



INTERACTION RAYONNEMENT - MATIÈRE

➤ RAYONNEMENTS ÉLECTROMAGNÉTIQUES



LES RAYONNEMENTS ÉLECTROMAGNÉTIQUES

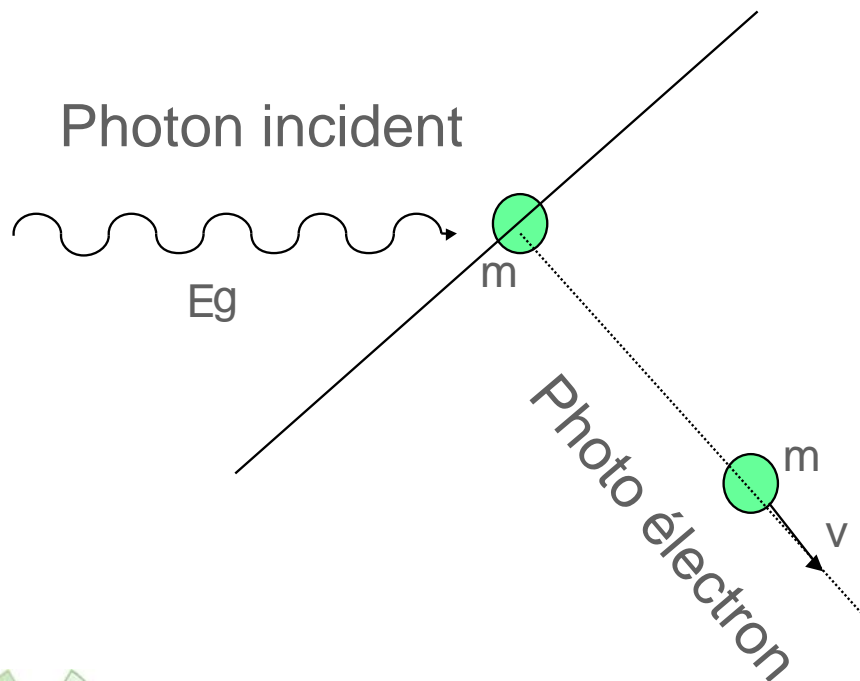
EFFET PHOTOÉLECTRIQUE

Couche électronique
Énergie de liaison E_K ou E_L

couches
électroniques

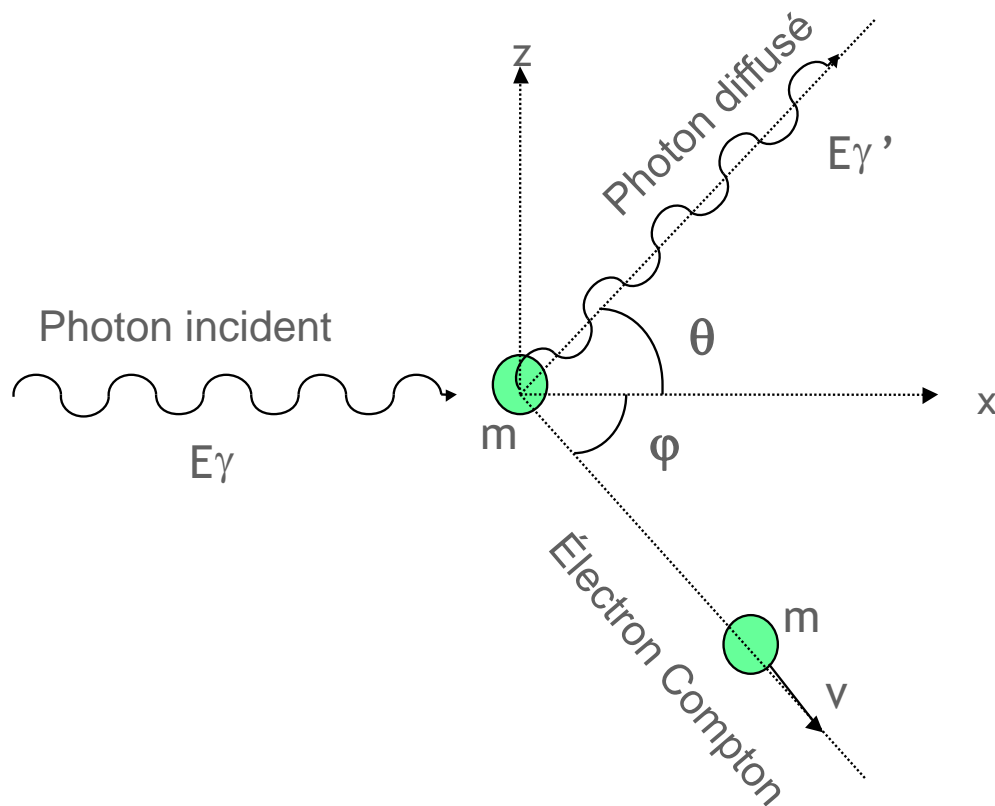
plutôt internes

réarrangement
du cortège



LES RAYONNEMENTS ÉLECTROMAGNÉTIQUES

EFFET COMPTON



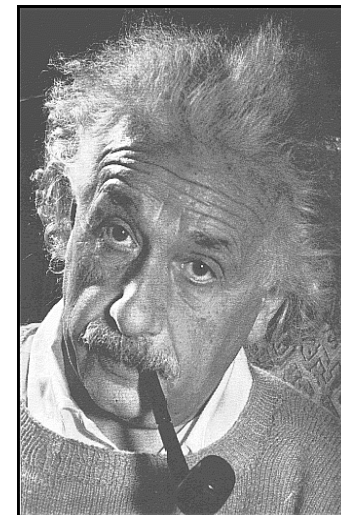
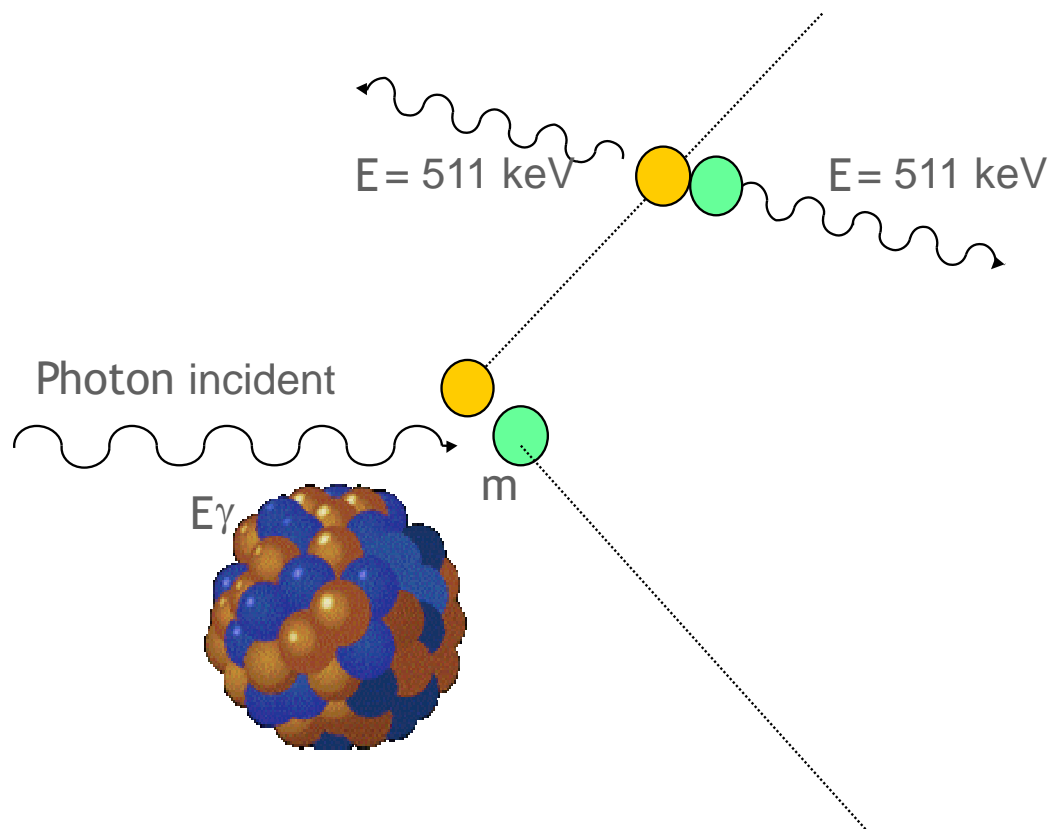
couches
électroniques

plutôt externes



LES RAYONNEMENTS ÉLECTROMAGNÉTIQUES

EFFET DE CRÉATION DE PAIRES



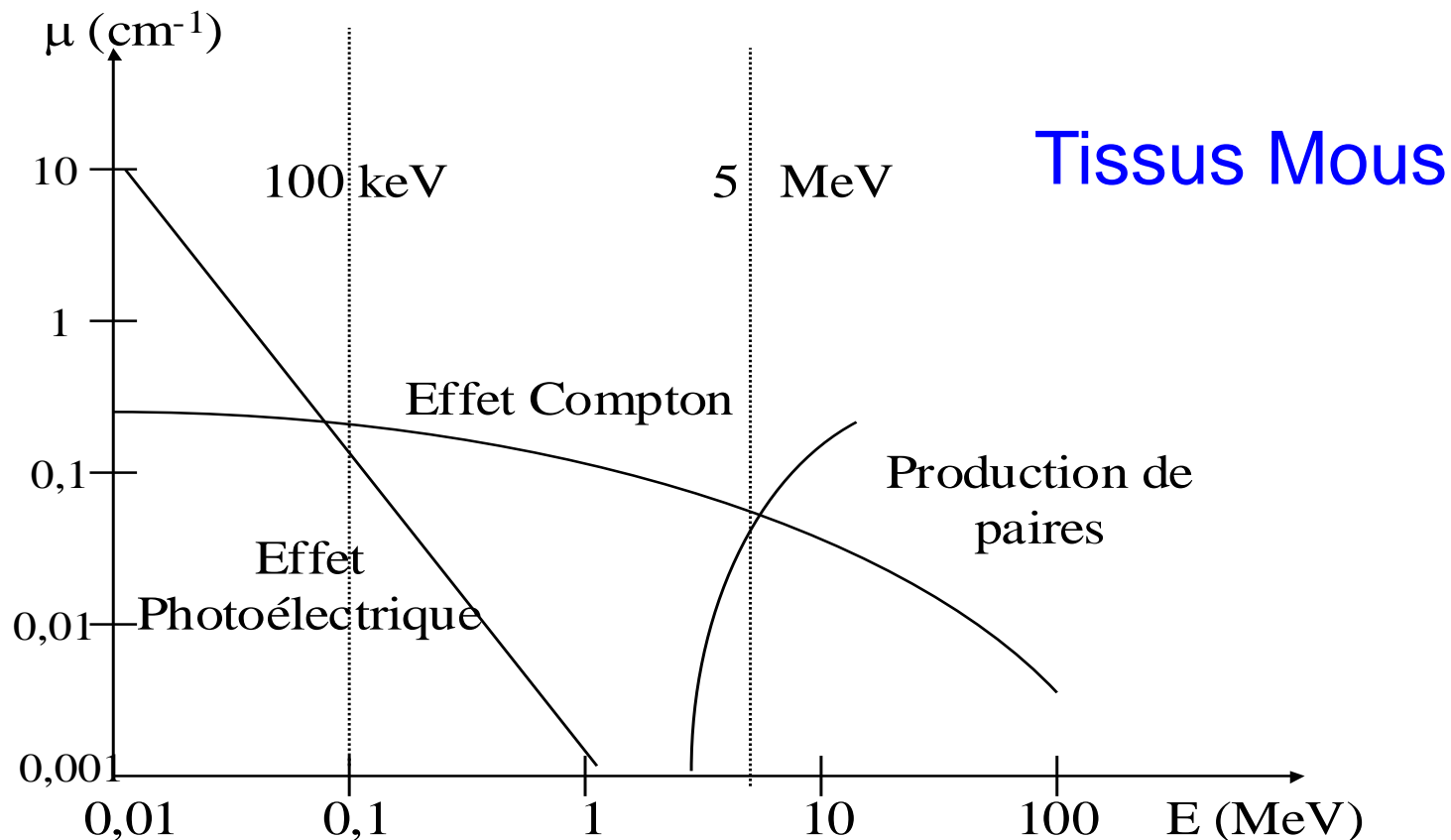
Seuil

$$E_\gamma > 1,02 \text{ MeV}$$

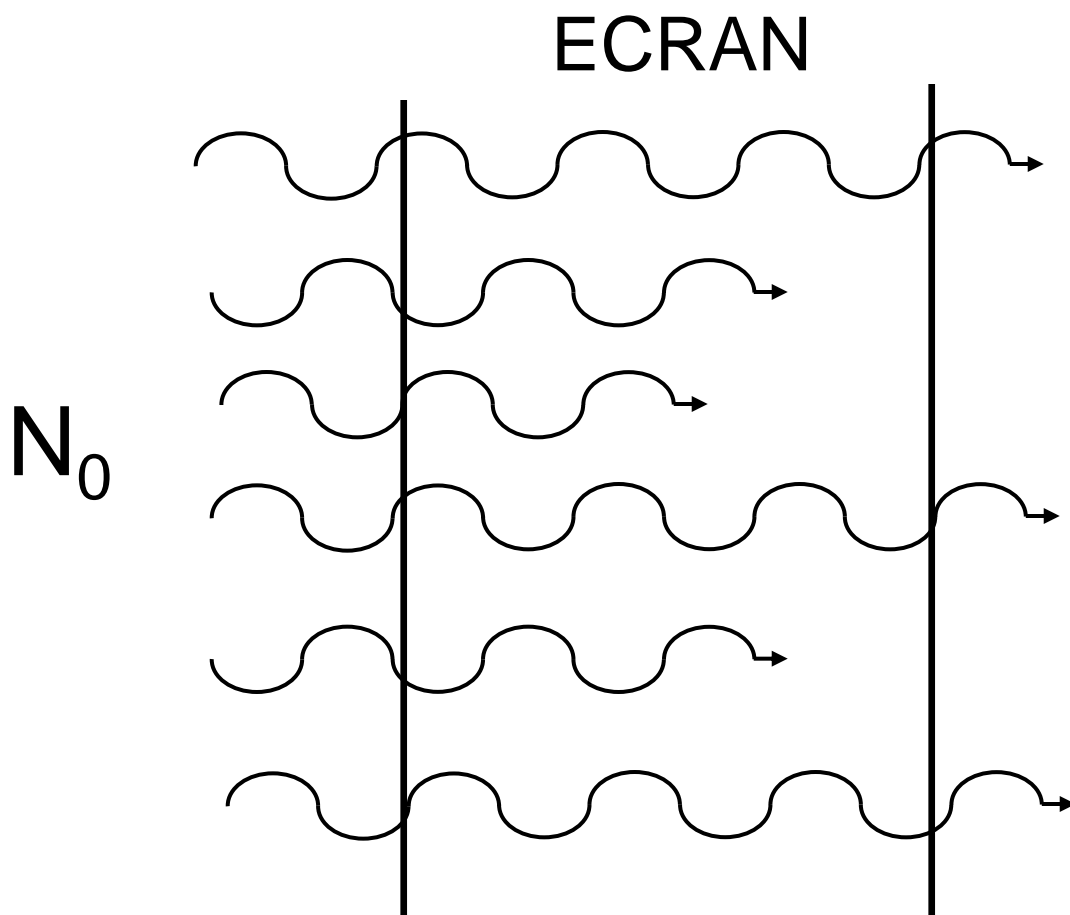


LES RAYONNEMENTS ÉLECTROMAGNÉTIQUES

PRÉPONDERANCE DES EFFETS



LES RAYONNEMENTS ÉLECTROMAGNÉTIQUES



LOI D'ATTÉNUATION

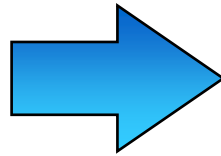
Pour les photons
de même énergie

$$N = N_0 \times e^{-\mu x}$$



LES NEUTRONS

FISSION



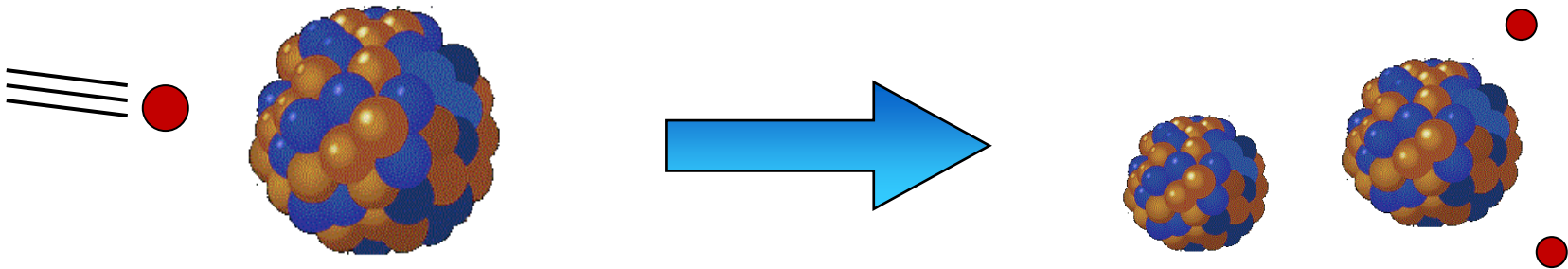
2 à 3 neutrons

+

2 isotopes radioactifs
ou pas

^{235}U ou ^{239}Pu

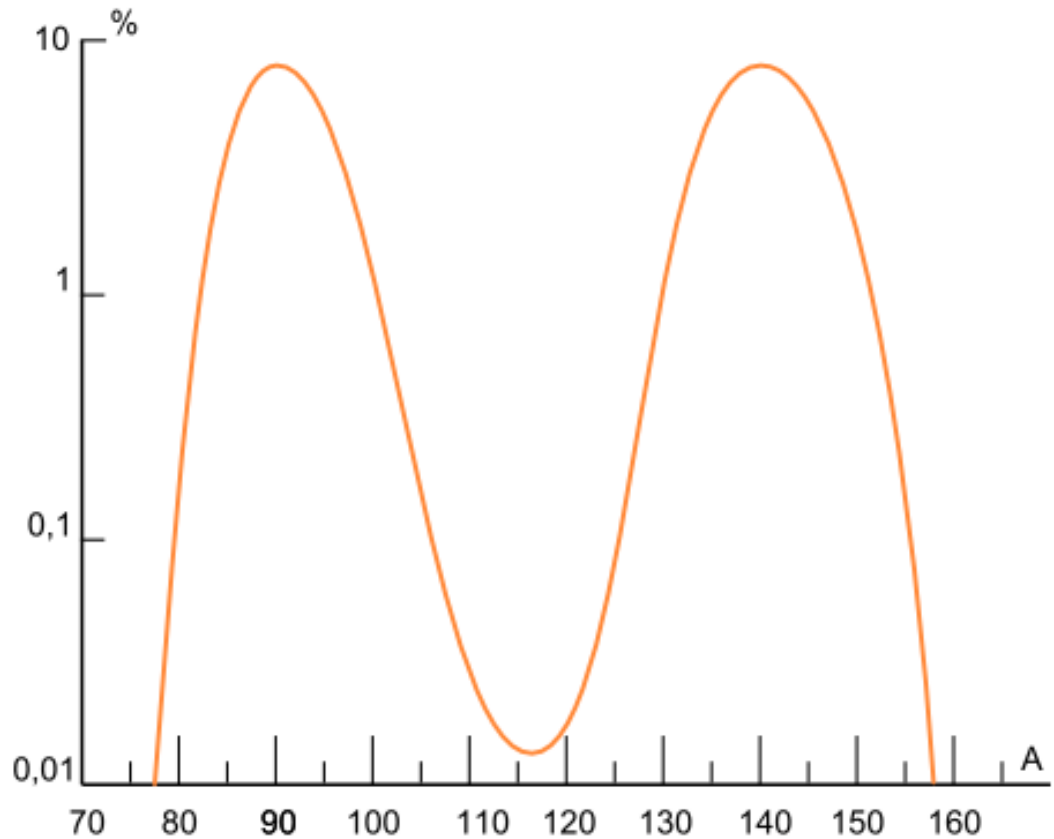
Combustible nucléaire



LES NEUTRONS

FISSION
=
dégagement
de
Température

bosse en

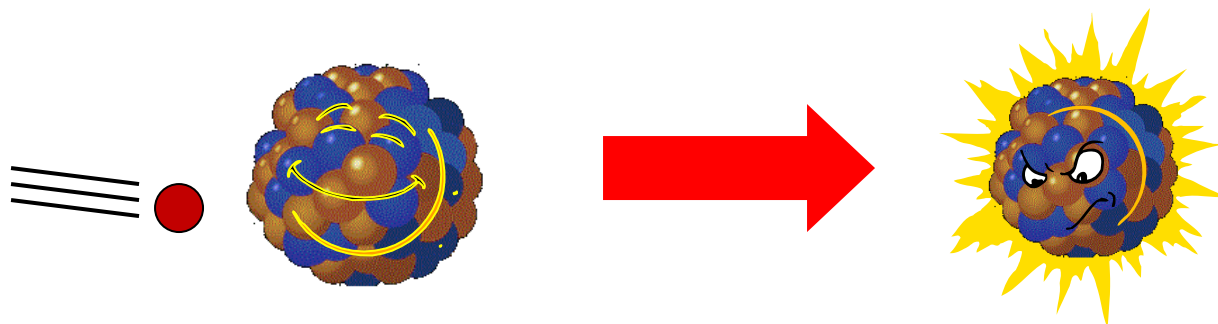


Distribution des produits de fission de l'uranium-235

Axe Y: échelle logarithmique



LES NEUTRONS



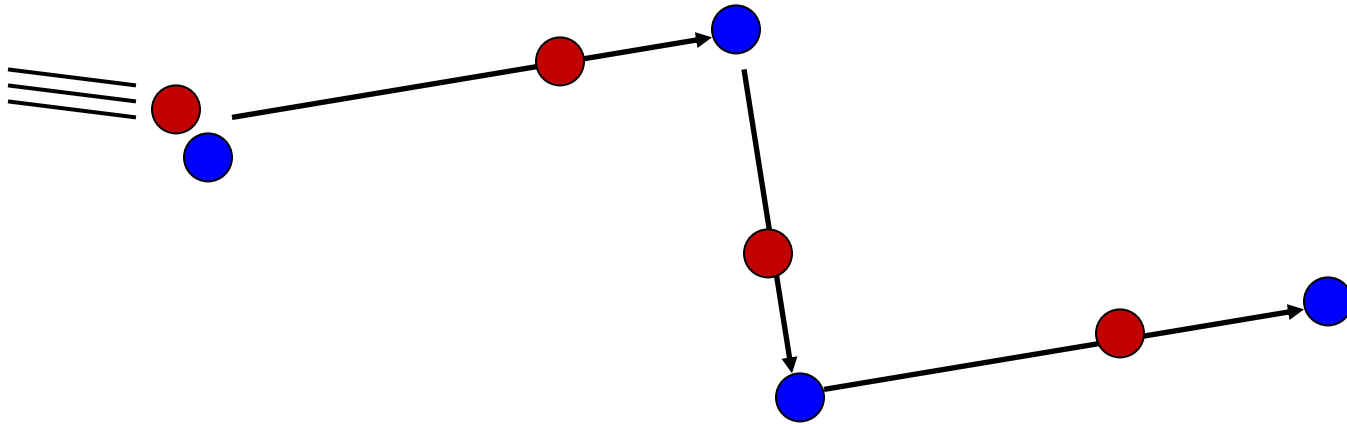
L'ACTIVATION NEUTRONIQUE

neutron thermique

émission : γ , α , proton, ...



LES NEUTRONS



Ralentissement : matériau hydrogéné

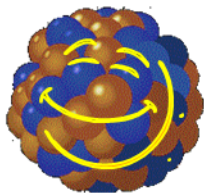
Capture : matériau neutrophage
Cadmium - Bore



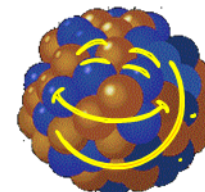
Émission d'autres particules :

γ , α , proton, ...





POUR RESUMER



Rayonnements particulaires **ARRÊT**

Tissus mous : $\alpha = 0,07 \text{ mm}$ $\beta = 10 \text{ mm}$

Rayonnements électromagnétiques **ATTÉNUATION
en nombre**

Déplacement d'électrons (charge électrique) et
possibilité de rayonnements secondaires

Ionisation

Excitation

Freinage

interne

externe

noyau

Photoélectrique

Compton

Matérialisation

Neutrons

particules avec un comportement électromagnétique

