

TP N°3 : Atténuation des rayonnements par la matière

1. But de TP

- Etudier l'atténuation des rayonnements gamma et beta par le Plomb et l'Aluminium.
- Application de la loi d'atténuation de Beert Lambert.
- Calculer graphiquement le coefficient d'atténuation linéique et la demi largeur d'atténuation correspondants aux plaques du Plomb et d'Aluminium.

2. Partie théorique

Protection contre les rayonnements radioactifs

Pour limiter l'exposition à des rayonnements radioactifs il faut :

- limiter le temps d'exposition à des sources radioactives ;
- rester éloigner aux sources radioactives plus que possible ;
- utiliser des plaques métalliques absorbantes devant les sources radioactives.

Atténuation par la matière

Les matériaux peuvent absorber les rayonnements émis par des sources radioactives (voir figure 1). Ce phénomène est appelé *atténuation des rayonnements par la matière*.

Le pouvoir de l'absorption par un matériau dépend de : sa nature, son épaisseur, type de rayonnement et de l'énergie de rayonnement.

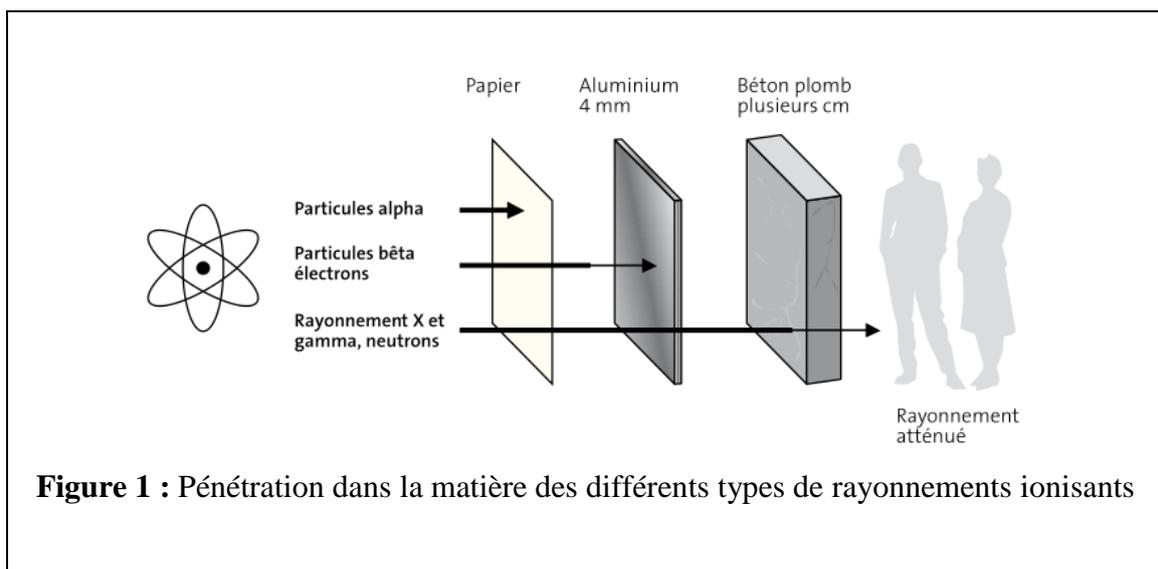


Figure 1 : Pénétration dans la matière des différents types de rayonnements ionisants

Loi d'atténuation de Beer-Lambert

Elle est donnée par :

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

N est le nombre de désintégrations après la traversée de l'écran d'épaisseur x

N_0 est le nombre initial de désintégrations avant l'écran.

x est l'épaisseur de la matière traversée (en cm)

μ est appelé coefficient d'atténuation linéique

Remarque : la valeur de μ dépend de la nature du matériau et de l'énergie de la particule incidente.

Démonstration

Soit $N(x)$ le nombre de photons avant la plaque d'épaisseur dx , et $N(x + dx)$ le nombre de photons émergeant de la plaque.

Après la traversée d'une épaisseur dx de matière, le nombre de photons N du faisceau (dans la direction du faisceau incident) a diminué d'une quantité : $dN(x) = N(x + dx) - N(x)$ proportionnelle :

- à l'épaisseur de matière traversée dx ,
- au nombre $N(x)$ de photons incidents,
- au coefficient d'atténuation linéique μ ,

La variation du nombre de photons après traversée d'une petite épaisseur dx est ainsi :

$$dN(x) = -\mu \times N(x) \times dx$$

qui peut être écrit

$$\frac{dN(x)}{N(x)} = -\mu dx$$

on intègre

$$\int_{N(0)}^{N(x)} \frac{dN(x)}{N(x)} = -\mu \int_0^x dx$$

donc

$$\ln N(x) - \ln N(0) = \ln N(x) - \ln N_0 = \ln \frac{N(x)}{N_0} = -\mu x$$

finalement

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

Longueur de demi-atténuation $x_{1/2}$

La longueur de demi-atténuation $x_{1/2}$ est l'épaisseur de matière à utiliser pour atténuer le rayonnement de moitié, c'est à dire :

$$N(x_{1/2}) = \frac{N_0}{2} ; \text{ ce qui permet d'écrire } x_{1/2} = \frac{\ln 2}{\mu}$$

3. Partie expérimentale

Matériel nécessaire

Compteur GM, source radioactive de faible activité, alimentation de haute tension, plaques d'aluminium, plaques de laiton.

Expérience

Afin d'étudier l'atténuation d'un faisceau parallèle de rayonnements par absorption par le plomb et l'aluminium nous devons réaliser une expérience de la manière suivante :

- Mesurer tout d'abord le bruit de fond N_{Bf} .
- Placer une source radioactive (le Césium) d'une distance fixe $d = 5cm$ devant un compteur GM.
- Fixer le temps de comptage est fixé à 50s.
- Placer successivement de 1 à 4 plaques de plomb puis d'aluminium les uns près des autres et mesurer à chaque fois le nombre de désintégrations.

Travail demandé

- 1) Remplir les tableaux suivants :

Bruit de fond mesuré : $N_{Bf} = \dots$ Coup/50s

	Plomb				Aluminium			
x (en mm)	5	10	15	20	5	10	15	20
N (en C/50s)	136	61	47	42	198	181	165	151
$\ln(N)$								
$\ln(N - N_{Bf})$								

- 2) Tracer les courbes de $\ln(N) = f(x)$ puis $\ln(N - N_{Bf}) = f(x)$ pour le plomb et pour l'aluminium.
- 3) Calculer graphiquement le coefficient d'atténuation linéique μ et la longueur de demi-atténuation $x_{1/2}$ (épaisseur de matériau nécessaire pour diminuer le rayonnement gamma de moitié) pour le plomb et pour l'aluminium.
- 4) Comparer et conclure.