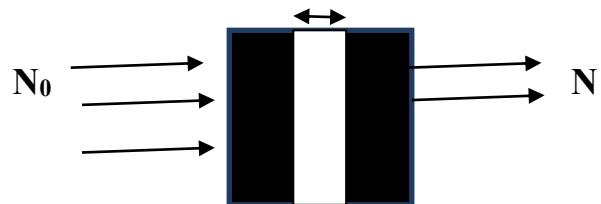


## TD n°1 : Techniques et méthodes de détection

### Exercice 1

Des photons d'énergie 5 MeV traversent un milieu A d'épaisseur X contenant un matériau B au milieu d'épaisseur L.

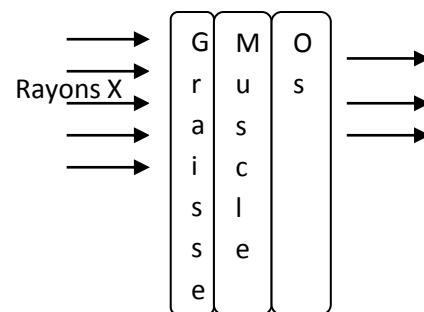
Donner l'expression de X en fonction des Coefficients d'atténuation linéique ( $\mu_A$ ,  $\mu_B$ ),  $N_0$  (nombre de photon incident) et N (nombre de photon transmis).



### Exercice 2

Un faisceau de photon X, d'énergie 50 keV, traverse un corps formé de trois matières (os muscle et graisse). Le tableau ci-dessous donne le coefficient d'atténuation massique et la masse volumique de chaque.

	Coefficient massique d'atténuation ( $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$ )	Masse volumique ( $\text{g cm}^{-3}$ )
os	0,347	1,65
muscle	0,224	1,04
Graisse	0,210	0,916



- 1) Calculer le coefficient linéaire d'atténuation de chaque matière à l'énergie 50 keV.
- 2) Sachant que les épaisseurs de l'os, muscle et graisse sont respectivement 2 cm, 4 cm et 1cm ; calculer le pourcentage du nombre de photons absorbé dans ce corps et le pourcentage du nombre de photons transmet par ce corps.
- 3) Calculer la valeur des contrastes radiologiques muscle/os et muscle /graisse

### Exercice 3

Le parcours d'un électron dans un milieu donné est fonction de son énergie E par la relation empirique suivante.

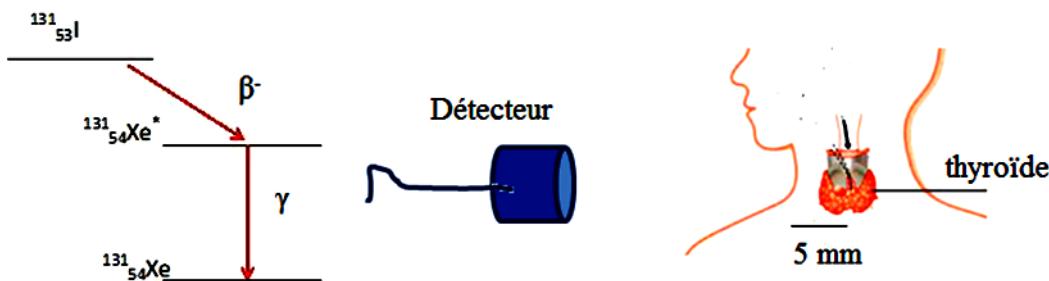
$$\text{Parcours} = 0,412 \cdot E^n / \rho \quad \text{avec : } n = 1,265 - 0,0954 \cdot \ln(E)$$

Le parcours s'exprime en cm, E en MeV et  $\rho$  en g.cm<sup>-3</sup>

- 1) Calculer le parcours des électrons dans de 1.7 MeV dans l'air et dans l'eau ( $\rho_{\text{air}} = 1,3 \cdot 10^{-3}$ ,  $\rho_{\text{eau}} = 1 \text{ g.cm}^{-3}$ ). Calculer le TEL moyen dans l'eau et dans l'air.
- 2) 1000 électrons de 1.7 MeV traverse perpendiculairement une couche d'air d'épaisseur 300 cm.
  - Calculer l'énergie déposée par ces électrons dans cette couche d'air.
  - Calculer la charge totale créée dans cette couche sachant l'énergie moyenne pour la création de pair est de  $w=35 \text{ eV}$ .
  - Calculer la dose déposée sachant la masse de cette couche est de 200 g.

### Exercice 4

On considère que seule la thyroïde fixe (au centre) ce radioélément émetteur ( $\beta^-$ ,  $\gamma$ ). Un détecteur à scintillation est placé à 50 cm du patient.



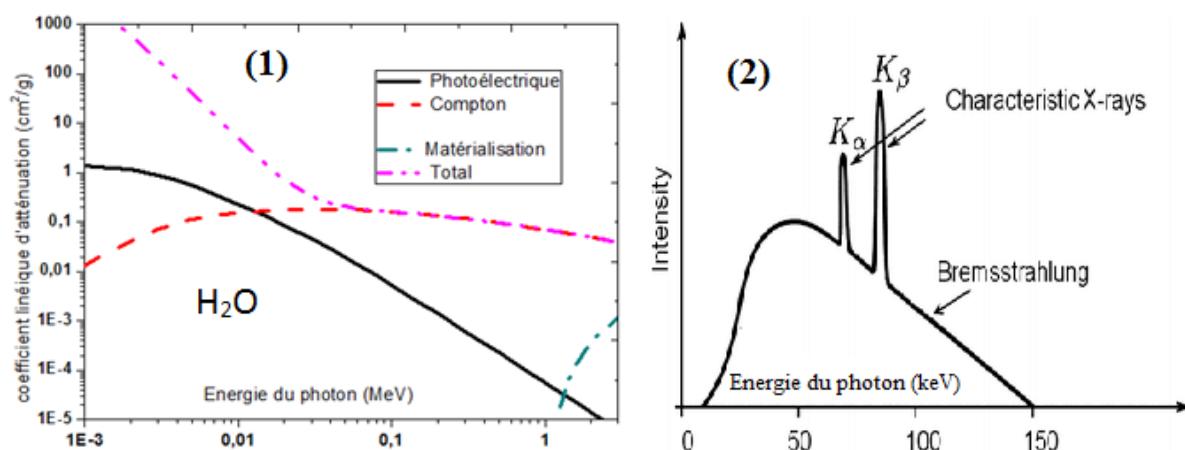
Activité de la source = 400 MBq

Energie ( $\beta^-$ ) = 606 keV, Energie ( $\gamma$ ) = 365 keV, TEL ( $\beta^-$ ) dans les tissus = 2 MeV.cm<sup>-1</sup>

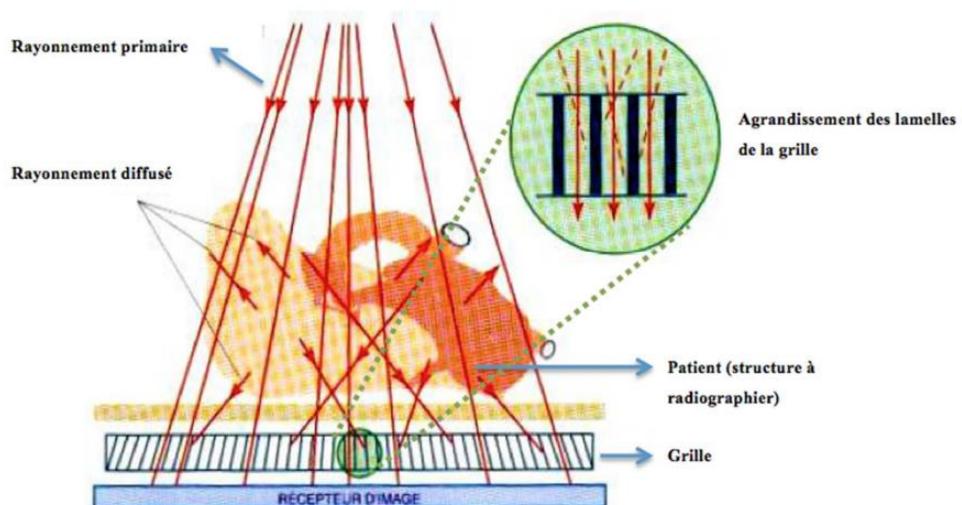
- 1) Calculer le parcours des électrons dans le tissu.
- 2) L'énergie moyenne par ionisation (ou paire ion / électron) dans le tissu vaut  $w = 33 \text{ eV}$ . Calculer la DLI (densité linéique d'ionisation) par seconde.

- 3) Calculer le pourcentage des  $\gamma$  atténuer dans le cou sachant que  $(\mu/\rho)_T = 8,87 \times 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{g}$ ,  $\rho_{\text{Tissu}} = 1 \text{ g/cm}^3$ .
- 4) Quel type de rayonnement le détecteur peut détecter dans ce cas. justifier
- 5) Le détecteur reçoit 10 % des  $\gamma$  émet par l'iode injecté, quel est le nombre de photon par seconde reçu par le détecteur.

## Exercice 5



- 1) Que repesente les figure (1) et (2)
- 2) Quels sont les types d'interaction possibles de ces photons avec  $\text{H}_2\text{O}$ .
- 3) La diffusion représente une nocivité pour la radiologie, pour la qualité de l'image ou pour les opérations. Expliquer et proposer des solutions.



## **TD n°2 : Techniques et méthodes de détection**

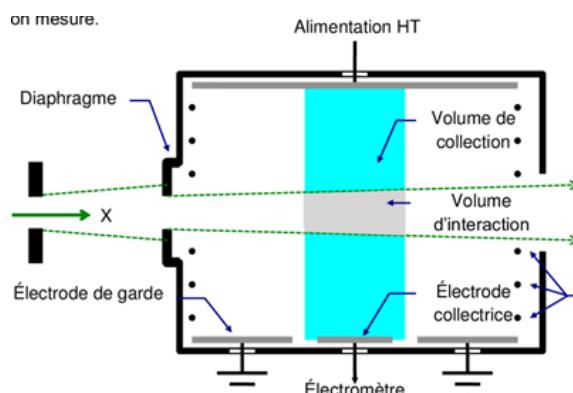
### **Exercice 1**

Une particule alpha d'énergie  $E = 7,45 \text{ MeV}$  émise par le Polonium-211 arrive dans un détecteur gazeux type chambre d'ionisation remplie d'air. Sachant qu'en moyenne, l'énergie perdue par cette particule pour produire une paire d'ions dans l'air est de 35 eV, calculer:

- 1)** La charge électrique totale de chaque signe collectée sur les plaques (+,-) de la chambre d'ionisation.
- 2)** La hauteur de l'impulsion en mV arrivant au circuit électronique sachant que la capacité du détecteur est de 10 pF (circuit RC).
- 3)** Sachant que l'activité de la source de Polonium est de 3,7 MBq, calculer l'intensité I du courant obtenu, ainsi que la tension si on a une résistance à la sortie du détecteur de 100 MOhm.

### **Exercice 2**

Une chambre d'ionisation à parois d'air est utilisée pour la mesure dosimétrique pour une installation de radiographie à rayon x (énergie 80 keV). le volume d'air sensible de cette chambre est de  $10 \text{ mm}^3$ . ( $\rho_{\text{air}} = 1.293 \cdot 10^{-3} \text{ g.cm}^{-3}$  à température 20 °C). A une distance fixe de la source des RX, le courant électrique mesuré par la chambre (courant d'ionisation) étant de 5 mA.



- 1- Décrire le principe de détection par chambre d'ionisation à parois d'air.

- 2- Calculer le débit de kerma dans l'air à cette distance, sachant que l'énergie nécessaire pour produire une paire (électron/ion) dans l'air est égale à 35 eV.  
 3- Calculer le débit de kerma dans l'air à cette distance et à la température de 28 °C

$$\rho_{\text{air}}(T) = \frac{T_0}{273.15 + T}$$

T = Température mesurée en °C , T<sub>0</sub>= Température de référence 293.15 K

- 4- Calculer le flux de photon X  $\Phi$  à cette distance sachant que :

$$K = E \cdot \Phi \left( \frac{\mu_{\text{en}}}{\rho} \right),$$

$(\mu_{\text{en}}/\rho)$  coefficients massique d'absorption ( $\mu_{\text{en}}/\rho$ ) d'énergie (0.023 cm<sup>2</sup>/g pour l'air)

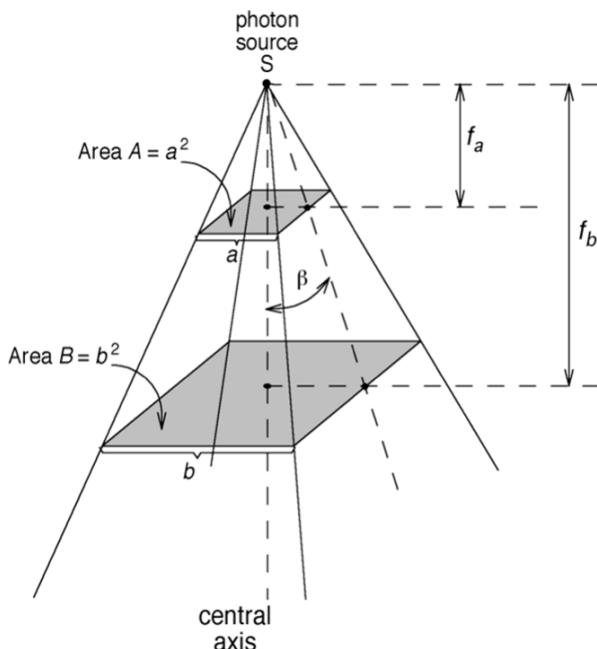
- 5- Calculer le kerma dans l'air cumulé pendant 2 min.  
 6- Pour calculer le kerma (dose) dans un tissu on utilise la relation de conversion de dose suivante dans deux milieux A et B:

$$\frac{D_A}{D_B} = \frac{(\mu_{\text{en}}/\rho)_A}{(\mu_{\text{en}}/\rho)_B}$$

$(\mu_{\text{en}}/\rho)$  dans le tissu est égale à 0.035 cm<sup>2</sup>/g

### Exercice 3

En utilisant un faisceau de forme pyramide, Montrer que le produit surface dose est indépendant de la distance foyer-point de mesure.



L'avantage du PDS-mètre (chambre d'ionisation): Donne une indication indépendante de la distance foyer-point de mesure.

- 1) Quelle est la position préférée pour mesurer la dose par du PDS-mètre (chambre d'ionisation)
- 2) Comment mesurer la dose à la peau (surface du patient)



Exemple de Chambre d'ionisation pour mesure Dose-Surface

