



TUTORAT UE 3 2015-2016 – Biophysique

Séance n°5 – Semaine du 12/10 au 16/10

Radioactivité 2 Pr. Mariano-Goulart

Séance préparée par Alexis GRASSET et Mathieu BAUER (ATM²)

Données :

Champ de pesanteur terrestre :	$g = 9,81 \text{ N.kg}^{-1}$
Constante de Planck :	$h = 6,62.10^{-34} \text{ SI}$
Masse de l'électron :	$m_e = 9,1.10^{-31} \text{ kg}$
Charge élémentaire :	$e = 1,6.10^{-19} \text{ C}$
Célérité de la lumière dans le vide :	$c = 3.10^8 \text{ m.s}^{-1}$
Unité de masse atomique :	$1 \text{ u} = 1,66.10^{-27} \text{ kg}$
Nombre d'Avogadro :	$N_A = 6,022.10^{23} \text{ mol}^{-1}$

QCM n°1 : Concernant les interactions photons-matière, choisir la ou les proposition(s) exacte(s).

- A. La création de paires permet la matérialisation d'un couple électron/proton si $E_\varphi > 1022 \text{ keV}$.
- B. Lors d'une interaction par effet photo-électrique, le coefficient d'atténuation μ_{PE} dépend de la couche sur laquelle se trouve l'électron ionisé.
- C. Les interactions par diffusion élastique Thomson sont responsables du flou en mammographie, car il y a un changement de direction des photons incidents.
- D. Lors de la diffusion inélastique Compton, l'énergie du nouveau photon φ' est égale à $E_{\varphi'} = E_\varphi - E_c(e^-)$.
- E. Dans le domaine biomédical ce sont surtout l'effet photo-électrique et la diffusion Compton qui sont prépondérants.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

QCM n°2 : On considère deux faisceaux de photon $E_\varphi = 100 \text{ keV}$ et $E_{\varphi'} = 500 \text{ keV}$. Ces faisceaux traversent successivement 0,1 mm de plomb et 5 cm d'eau. On donne pour les photons 100 keV dans l'eau $\mu_e = 17 \text{ m}^{-1}$ et dans le plomb $\mu_p = 6,93 \text{ mm}^{-1}$, pour les photons de 500 keV on donne dans l'eau $CDA_{\text{eau}} = 7 \text{ cm}$ et dans le plomb $CDA_{\text{plomb}} = 4 \text{ mm}$. Choisir la ou les proposition(s) exacte(s).

- A. Le coefficient linéique d'atténuation des photons φ' dans l'eau est de $\mu_e' = 9,9 \text{ m}^{-1}$.
- B. Si l'on ne considère que l'épaisseur d'eau, 57% des photons incidents du faisceau de 100 keV ont interagi.
- C. Si l'on ne considère que l'épaisseur de plomb, 50% des photons incidents du faisceau de 100 keV ont traversé la matière.
- D. L'eau est un meilleur radio-protecteur que le plomb.
- E. Après traversée de l'eau et du plomb, il reste 59,9% des photons 500 keV et 7,3% des photons 100 keV.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

QCM n°3 : Lors de l'examen de densitométrie osseuse de Margot, on irradie son membre supérieur avec un faisceau de photons $E_{\phi} = 50 \text{ keV}$. 5,18% des photons incidents sont captés sur l'écran après avoir traversé une épaisseur d de tissu composée de 5cm de muscle et $x \text{ cm}$ d'os. On donne $\mu_m = 0,25 \text{ cm}^{-1}$ dans le muscle et le libre parcours moyen de ces photons dans l'os $LPM_{os} = 1,75 \text{ cm}$. Choisir la ou les proposition(s) exacte(s).

- A. La loi de Bragg et Pierce permet de calculer le coefficient d'atténuation linéique pour l'interaction photon-matière par effet photo-électrique.
- B. Le coefficient d'atténuation linéique de l'os pour des photons de 50 keV est de $\mu_o = 0,57 \text{ m}^{-1}$.
- C. L'épaisseur de muscle permet d'atténuer de 28,7% le faisceau de photons incidents.
- D. L'épaisseur de l'os est de 7,4 cm.
- E. L'épaisseur de l'os est de 3 cm.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

QCM n°4 (suite du QCM3) : Un second faisceau de photons $E_{\phi} = 50 \text{ keV}$ traverse l'épaisseur d du membre de Margot constitué uniquement de tissu musculaire cette fois. On recommence ensuite le même protocole avec des photons $E_{\phi} = 25 \text{ keV}$. Choisir la ou les proposition(s) exacte(s).

- A. Une image radiologique distingue les tissus en fonction de leur densité.
- B. Les coefficients d'atténuation linéique pour les photons de 25 keV, dans l'os et dans le muscle, seraient deux fois plus grands que pour les photons de 50 keV.
- C. Le contraste entre le muscle de Margot et son os pour les photons de 50 keV est de 0,45.
- D. Le contraste entre le muscle de Margot et son os pour les photons de 25 keV est de plus 99,9%.
- E. Le faisceau de photons de 25 keV permet d'obtenir un meilleur contraste que le faisceau de photons de 50 keV car il a une probabilité d'interaction avec la matière plus élevée.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

QCM n°5 : Un P2 dentaire assidu décide de faire une radio de la molaire sur laquelle il a travaillé en TP. Le faisceau, composé à 45% de photons de 65 keV et à 55% de photons de 45 keV, traverse la dent. On suppose que tous les photons interagissent selon l'effet photo-électrique et que l'atténuation des photons est homogène au sein du tissu dentaire. Choisir la ou les proposition(s) exacte(s).

Données : $\mu_{65keV} = 49,7 \text{ m}^{-1}$; épaisseur de la dent = 2cm

- A. Le coefficient d'atténuation linéique des photons de 45keV est de $149,8 \text{ m}^{-1}$.
- B. Le libre parcours moyen des photons de 45keV est de 6,68mm.
- C. 95% des photons de 45keV sont atténués après traversée de la dent.
- D. 5% des photons de 45keV sont atténués après traversée de la dent.
- E. Les photons de 65keV représentent plus de 85% des photons sortants.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

QCM n°6 : A propos des interactions particules chargées / matière. Choisir la ou les proposition(s) exacte(s).

- A. Les particules chargées interagissent de façon électrostatique avec les électrons atomiques de la cible.
- B. Le transfert linéique d'énergie (TEL) est proportionnel au carré du numéro atomique de la cible.
- C. Pour les particules chargées lourdes la portée mesure la profondeur à laquelle la dose est presque intégralement déposée.
- D. Les particules chargées lourdes ont un TEL élevé du fait de leur faible vitesse, elles ont donc une faible pénétration.
- E. Pour les particules chargées légères, la portée se calcule avec $P(\text{mm}) = \frac{E(\text{keV})}{200}$ et correspond à la distance totale parcourue par la particule.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

QCM n°7 : Concernant l'interaction des particules neutres avec la matière, choisir la ou les proposition(s) exacte(s).

- A. L'interaction des neutrons avec les électrons du nuage atomique est négligeable.
- B. La faible probabilité d'interaction neutron / noyau rend les neutrons très pénétrants.
- C. Les neutrons de faible énergie interagissent plus avec la matière.
- D. Les neutrons très énergétiques peuvent indirectement ioniser l'intégralité des électrons du nuage électronique.
- E. L'absorption par capture radiative peut permettre la production d'éléments radioactifs artificiels.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

QCM n°8 : Concernant la dosimétrie, choisir la ou les proposition(s) exacte(s).

- A. Les effets précoces, ou stochastiques, surviennent en général moins de quelques mois après l'irradiation.
- B. Les effets tardifs et les effets déterministes nécessitent une « dose seuil » pour pouvoir être observés.
- C. Le coefficient d'efficacité biologique relative d'un rayonnement dépend de son TEL.
- D. Les gonades sont moins radiosensibles que le myocarde.
- E. L'équilibre électronique permet de considérer l'organe cible comme homogène en dosimétrie interne.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

QCM n°9 : La mini-centrale nucléaire du centre dentaire de la faculté d'odontologie de Montpellier se perce et émet un rayonnement de photons d'énergie $E=0,65$ MeV qui irradie un chirurgien-dentiste situé à 3m de distance. La source à l'origine du rayonnement possède une activité de 780GBq. Choisir la ou les proposition(s) exacte(s).

Données : $\frac{\mu}{\rho}_{\text{tissu}} = 0,08 \text{ cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$; $w_T \text{ poumons} = 0,12$

- A. La dose absorbée par le chirurgien-dentiste comptant ses billets pendant sa garde de 9 heures est de 0,19 Gy.
- B. La dose absorbée étant inférieure à 0,250 Gy, il ne sera pas victime d'effets déterministes.
- C. Les effets tardifs dépendent uniquement du type de tissu irradié (en plus de la dose absorbée).
- D. La contribution des poumons dans la dose efficace reçue par le chirurgien-dentiste est de $2,23 \cdot 10^{-2}$ Gy.
- E. S'il avait été dans le box situé à 6m de la fuite, la dose absorbée aurait été 4 fois plus faible.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

QCM n°10 : Suite à un rayonnement de photons X de 340 keV, il se produit $1,5 \cdot 10^{15}$ ionisations/kg dans une chambre d'ionisation remplie d'air. On irradie un tissu dans les mêmes conditions. Choisir la ou les proposition(s) exacte(s).

Données : $\left(\frac{\mu}{\rho}\right)_{\text{air}} = 1,53 \cdot 10^{-4} \text{ cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$; $\left(\frac{\mu}{\rho}\right)_{\text{tissu}} = 7 \cdot 10^{-5} \text{ cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$; $w_T = 0,14$

- A. L'exposition est de $2,4 \cdot 10^{-4}$ C.
- B. La dose absorbée par le tissu est de 3,73 mGy.
- C. La fluence dans le tissu est de $53,3 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$.
- D. La fraction de la dose efficace subie par le tissu est de 523 μSv .
- E. La chambre à ionisation permet le contrôle de qualité en radiographie et radiothérapie.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

QCM n°11 : Un pharmacien joue au petit chimiste et élabore une pilule produisant un rayonnement de protons afin d'augmenter la performance de son foie en soirée. Il ingère 200MBq qui vont se fixer sur le pancréas, les reins et les poumons. On considère les données ci-dessous :

Organe source	Pancréas	Reins	Poumons
Temps de résidence (h)	0,15	0,5	0,42
S (foie← organe) ($\text{mGy} \cdot \text{Bq}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$)	$1,94 \cdot 10^{-6}$	$1,11 \cdot 10^{-6}$	$8,33 \cdot 10^{-8}$

On considère les deux poumons comme un seul et même organe pour les différents calculs (idem pour les reins).

Choisir la ou les proposition(s) exactes.

Données : $w_{\text{foie}} = 0,05$; $w_{\text{proton}} = 5$

- A. La dose absorbée par le foie est de $6,34 \cdot 10^5$ mGy
- B. La dose absorbée par le foie est de 176 Gy.
- C. La dose équivalente au niveau du foie est de 881 Sv.
- D. La contribution du foie dans la dose efficace est de 0,159 Sv.
- E. La contribution du foie dans la dose efficace au niveau du foie est de 159 Sv.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

QCM n°12 : Concernant le LASER, Choisir la ou les proposition(s) exacte(s)..

- A. Le LASER repose en partie sur deux principes : l'inversion de population dans un matériau pouvant être gazeux et la résonance.
- B. La cavité résonante permet la formation d'une onde complexe grâce à deux miroirs en opposition.
- C. Les quatre caractéristiques du rayonnement LASER sont : monochromatique, cohérent, amplifié et focalisé.
- D. L'énergie d'un rayonnement LASER sera plus importante que celle d'un rayonnement MASER.
- E. Le rayonnement LASER peut interagir avec les tissus de manière électromécanique, électrochimique, photoablatrice et photothermique.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

QCM n°13 : Concernant les modes de diffusion et d'absorption de la lumière (UV, visible, IR). Choisir la ou les proposition(s) exacte(s).

- A. Le coefficient d'atténuation linéique se calcule par la loi de Beer et est proportionnel à la concentration.
- B. La diffusion Mie n'est possible que si le rayon de la molécule est inférieur à un dixième de la longueur d'onde.
- C. Dans le cas de la diffusion élastique Rayleigh, le coefficient d'atténuation linéique est proportionnel à λ^4 .
- D. La spectroscopie IR permet de déterminer le taux d'oxygénation de l'hémoglobine par mesure d'absorption d'un rayon Rouge et un rayon Infrarouge.
- E. Le dichroïsme circulaire fait basculer le plan de polarisation, alors que le pouvoir rotatoire induit une polarisation elliptique.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

QCM n°14 : On désire étudier les propriétés d'absorption d'une solution de 20 m^3 d'eau mélangée à 72 g de glucose ($M=180 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$). On verse un échantillon de cette solution dans une cuve de 8mm de largeur. On sait que le coefficient d'extinction molaire est de $1450 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$. Choisir la ou les proposition(s) exacte(s).

- A. Le coefficient d'atténuation linéique est de $2,9 \text{ m}^{-1}$.
- B. L'intensité de lumière sortante vaut 2,3 % de celle entrante.
- C. La densité optique vaut 0,0232.
- D. L'absorbance est de 0,9768.
- E. L'absorbance étant une propriété propre à la solution, la taille de la cuve n'influence pas cette dernière.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.