

# TUTORAT UE3 2011-2012 – Physique

## CORRECTION Annales – Semaine du 7/ 11 /2011

### Annales PCEM 1

Qcms sélectionnés par les tuteurs qualifiés (ATM<sup>2</sup>)

#### QCM n°1: c, d, e

- a) Faux :  $aV_f$  est amplifié d'un facteur 1.5 par rapport à  $V_f$  ( $a=1.5$ ). Ce sont les dérivations bipolaires qui sont amplifiées d'un facteur 1.732 par rapport aux dérivations unipolaires !
- b) Faux : un axe compris entre 0 et 90° est strictement normal et ne correspond pas à une hypertrophie ventriculaire gauche où l'axe serait inférieur à -30°.
- c) **Vrai** : c'est assez logique, plus le tissu sera résistant et plus les potentiels enregistrés seront grands.
- d) **Vrai** :  $D_{III} = V_f - V_I$
- e) **Vrai** : souvenez-vous du placement des électrodes (entraînez-vous à coller des post-it sur un ami c'est plus facile pour retenir !) ! L'électrode  $V_6$  est placée au niveau du 5<sup>ème</sup> espace intercostal gauche et de la ligne axillaire moyenne gauche, la dérivation associée étudiera mieux la paroi latérale du ventricule gauche (car elle la regarde) que  $V_1$  dont l'électrode est placée au niveau du 4<sup>ème</sup> espace intercostal et sur le bord droit du sternum.

#### QCM n°2: a

$$aV_I = 2.1 \text{ mV} = 1.5V_I, \text{ d'où } V_I = 1.4 \text{ mV}.$$

On peut maintenant utiliser l'égalité suivante,  $D_{III} = V_f - V_I = -1.4 \text{ mV}$  ce qui fait  $V_f = D_{III} + V_I = 0 \text{ mV}$ .

On sait aussi qu'à tout moment de la révolution cardiaque,  $V_f + V_I + V_r = 0 \text{ mV}$  d'où  $V_r = -V_f - V_I = -1.4 \text{ mV}$ .

$$D_I = V_I - V_r = 2.8 \text{ mV} \text{ et } aV_r = -1.5 \cdot 1.4 = -2.1 \text{ mV}$$

#### QCM n°3: a, d

- a) **Vrai** : et les dérivations **précordiales** explorent le cœur dans le plan **horizontal**
- b) Faux : les dérivations périphériques bipolaires définissent des axes de projections qui correspondent aux **côtés** du triangle d'Einthoven !
- c) Faux : ce montage permet d'amplifier le signal d'un facteur  $a=1.5$  !
- d) **Vrai** :
- e) Faux :  $V_4$  doit être placée au niveau du **5ème** espace intercostal gauche, sur la ligne médio-claviculaire.

#### QCM n°4: a

- a) **Vrai** : et les dérivations précordiales explorent le cœur dans le plan horizontal
- b) Faux : c'est  $D_{II}$  qui est égal à la somme de  $D_I$  et  $D_{III}$
- c) Faux :  $aV_r$  est amplifié d'un facteur 1.5 par rapport à  $V_r$  ( $a=1.5$ ). Ce sont les dérivations bipolaires qui sont amplifiées d'un facteur 1.732 par rapport aux dérivations unipolaires !
- d) Faux : cf supra,  $V_1$  et  $V_2$  sont plus adaptées pour observer les anomalies associées à aux anomalies du ventricule droit.

- e) Faux : l'axe électrique de dépolarisation ventriculaire est perpendiculaire à la dérivation dont la somme algébrique de l'amplitude est nulle, et parallèle à la dérivation dont la somme algébrique de l'amplitude est maximale.

### QCM n°5: c

QCM similaire à celui de 2005/2006,  $DI = VI - Vr$  d'où  $Vr = VI - DI = -1$  mV, ce qui donne  $aVI = -1.5$  mV. A tout instant de la révolution cardiaque on a  $Vr + VI + Vf = 0$  mV d'où  $Vf = -VI - Vr = 0$  mV.  $DII = Vf - Vr = 0 - (-1)$  mV = 1 mV

### QCM n°6 : a, d, e

- a) **Vrai** : La sous unité écrantée ne voit qu'une fraction de  $B_0$ , de ce fait d'après LARMOR, elle aura une fréquence plus faible et prendra du retard par rapport à l'autre sous unité.  
 b) Faux : Cf. a  
 c) Faux :  $\gamma B_0 = 2\pi\nu_0$  et  $\gamma B_0(1-\sigma) = 2\pi\nu_1$  (sous unité écrantée),  
 Calculons  $\nu_1$  :  $\frac{d\theta}{dt} = 2\pi(\nu_0 - \nu_1)$  donc  $\nu_1 = \nu_0 - \frac{d\theta}{2\pi dt}$

En faisant le rapport des deux égalités :  $\frac{1}{1-\sigma} = \frac{\nu_0}{\nu_1}$  puis par transformation on obtient :

$$\frac{\nu_1 - \nu_0}{-\nu_0} = \sigma = \frac{-\frac{d\theta}{2\pi dt}}{-\nu_0} = 0,5 \cdot 10^{-6} \text{ avec } d\theta = \pi \text{ rad et } dt = 100 \text{ ms.}$$

- d) **Vrai** : Cf.c.  
 e) **Vrai** : Elles se déphasent de  $\pi$  rad en 100 ms donc elles seront en phase (déphasage de  $2\pi$ ) à 200 ms.

### QCM n°7 : b, d

- a) Faux  
 b) **Vrai** :  
 c) Faux  
 d) **Vrai**  
 e) Faux : Les courbes ne se croisent pas.

### QCM n°8 : a, d, e

- a) **Vrai** :  
 b) Faux :  
 c) Faux: ils apparaîtront en isosignal en pondération  $M_0$ , et en hypersignal en pondération  $T_1$ .  
 d) **Vrai** :  
 e) **Vrai** : Il s'agit également d'une pondération  $M_0$ .

### QCM n°9 : b, c

- a) Faux :  
 b) **Vrai**: L'énoncé nous apprend que le T2 dépend de la SaO2. Le tableau montre que plus la SaO2 est élevée plus le T2 (et le T1) est élevé. De plus, quand la matière est activée il y a une augmentation de la SaO2 dans les capillaires du territoire considéré, cad une augmentation du T2 et du T1.  
 c) **Vrai**: rho est indépendant de la SaO2.  
 d) Faux : augmentation du T1 également dans le territoire considéré.  
 e) Faux : T1 également.

### QCM n°10 : a, b, c, d

- a) **Vrai** :  $\eta = \gamma B_1 \tau \rightarrow \gamma = \frac{2\pi\nu_0}{B_0} \rightarrow B_1 = \frac{\eta B_0}{2\pi\nu_0 \tau} = 0,25 \times 10^{-7} T$

- b) **Vrai**:  $B_1 = \frac{\eta B_0}{2\pi\nu_0\tau} = 0,025T = 25mT$
- c) **Vrai**: même aimantation mais sens opposé :  $\eta = \frac{\pi}{2}$  pour  $1 \mu s$  et  $\eta = -\frac{\pi}{2}$  pour  $3 \mu s$ .
- d) **Vrai**
- e) Faux : précède à  $\vartheta_0$ .

**QCM n°11 : a, e**

- a) **Vrai**
- b) Faux
- c) Faux :
- d) Faux : L'activation des neurones entraîne une augmentation de  $[O_2]$  donc une augmentation des  $T_1$  et  $T_2$ . On obtient  $T_1$  (neurones actifs) >  $T_1$  (neurones au repos) et  $T_2$  (neurones actifs) >  $T_2$  (neurones au repos).
- e) **Vrai**:

**QCM n°12 : b, c, e**

- a) Faux : Le  $T_1$  des neurones activés est augmenté on aura donc un hyposignal des neurones activés par rapport aux neurones au repos.
- b) **Vrai** : Le  $T_2$  des neurones activés est augmenté on aura donc un hypersignal des neurones activés par rapport aux neurones au repos.
- c) **Vrai** :
- d) Faux :
- e) **Vrai**:

**QCM n°13 : b, e**

- a) Faux :
- b) **Vrai** :  $tr \gg T_1$  donc  $M_0$  atteint,  $te = T_2$  donc la séquence est pondérée en  $T_2$ .
- c) Faux :
- d) Faux :
- e) **Vrai**: La séquence est pondérée  $T_2$  donc le signal ne dépend pas de  $T_1$ .

**QCM n°14 : d**

- a) Faux
- b) Faux
- c) Faux
- d) **Vrai** } Dans cette séquence, le temps de repousse ( $tr$ ) est très largement supérieur à 5 fois le  $T_1$  le plus long. L'aimantation macroscopique maximale  $M_0$  est donc atteinte avant la bascule. Le temps d'écho ( $te$ ), quant à lui, est de l'ordre de grandeur des  $T_2$ . Nous aurons ainsi une pondération en  $T_2$ . Or,  $M_0$  influe toujours sur le signal, quelle que soit la pondération (cf la formule du signal). Dans le cas présent, nous aurons donc une séquence pondérée en  $M_0$  et  $T_2$  seulement.

**QCM n°15 : a, d**

- a) **Vrai** : l'énoncé spécifie que les temps de relaxation augmentent avec le rapport R. Dans le cas « resp », R est diminué, donc les temps de relaxation diminuent aussi. Ainsi,  $T_{1resp}$  et  $T_{2resp}$  sont plus petits que  $T_{1base}$  et  $T_{2base}$ .
- b) Faux : cf item 1.
- c) Faux : nous sommes toujours dans le cas d'une pondération en  $T_2$ . La seule variation du signal concernera donc la partie  $e^{\frac{-te}{T_2}}$  de la formule.  $T_{2resp} < T_{2base}$ , donc, quel que soit le  $te$ ,  $\frac{te}{T_{2resp}} > \frac{te}{T_{2base}}$ , d'où  $\frac{-te}{T_{2resp}} < \frac{-te}{T_{2base}}$ , et ainsi  $e^{\frac{-te}{T_{2resp}}} < e^{\frac{-te}{T_{2base}}}$ . Le signal « resp » sera donc en hyposignal (plus petit) que le signal « base ».
- d) **Vrai** : cf item c.
- e) Faux : cf item c.

**QCM n°16 : a, d**

- a) **Vrai** : étant donné que le rapport R augmente dans le cas « vaso », les temps de relaxation augmentent. Or, nous sommes toujours dans le cas d'une pondération en  $T_2$ , pour laquelle l'aimantation macroscopique maximale  $M_0$  a été atteinte. La modification de  $T_{1\text{resp}}$  en  $T_{1\text{vaso}}$  n'a donc aucun effet sur le signal « vaso » mesuré.
- b) Faux : cf item 1.
- c) Faux : comme nous l'avons spécifié dans l'item 1, le rapport R augmente dans le cas « vaso », entraînant une augmentation du  $T_2$ . Nous sommes toujours dans le cas d'une pondération en  $T_2$ , la seule variation du signal concernera donc la partie  $e^{-\frac{te}{T_2}}$  de la formule. Donc  $T_{2\text{vaso}} > T_{2\text{resp}}$ , d'où, quel que soit le  $te$   $\frac{te}{T_{2\text{vaso}}} < \frac{te}{T_{2\text{resp}}}$ , soit  $\frac{-te}{T_{2\text{vaso}}} > \frac{-te}{T_{2\text{resp}}}$ , et enfin  $e^{\frac{-te}{T_{2\text{vaso}}}} > e^{\frac{-te}{T_{2\text{resp}}}}$ . La modification de  $T_{2\text{resp}}$  en  $T_{2\text{vaso}}$  augmente donc le signal « vaso » (qui sera en hypersignal) par rapport au signal « resp ».
- d) **Vrai** : cf item c.
- e) Faux : cf item c.

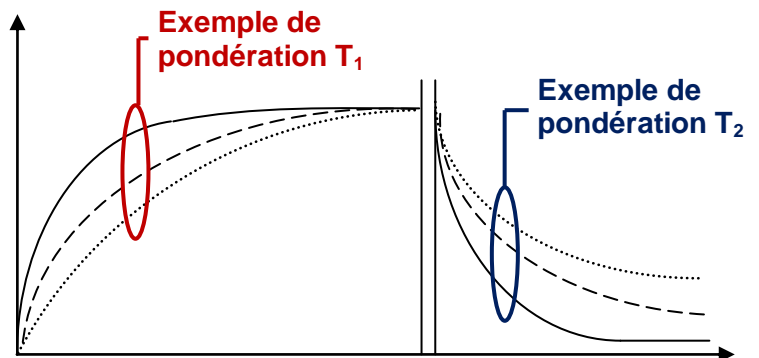
**Schéma de synthèse : QCM 14 à 16 :**

**Légende :**

— : Signal « resp »

- - - : Signal « base »

..... : Signal « vaso ».



**QCM n°17 : b, e**

- a) Faux : les photons de ce rayonnement possèdent une énergie  $E=h.f$ , avec la fréquence  $f=\frac{c}{\lambda}$ .  
 Soit  $E=\frac{h.c}{\lambda}=\frac{6,6.10^{-34} \times 3.10^8}{1.10^{-6}}=1,98.10^{-19}$  J. Ceci équivaut à  $\frac{1,98.10^{-19}}{1,6.10^{-19}}=1,2$  eV.  
 Or un rayonnement est ionisant à partir de 13,6 eV.
- b) **Vrai** : cf a).
- c) Faux : cf a).
- d) Faux : la fréquence des photons est  $f=\frac{c}{\lambda}=\frac{3.10^8}{1.10^{-6}}=3.10^{14}$  Hz.
- e) **Vrai** : la structure doit être de même dimension ou inférieure à la longueur d'onde pour permettre au rayonnement d'être diffracté.

**QCM n°18 : c**

- a) Faux : est définie par le douzième de la masse d'un atome de carbone 12.
- b) Faux : un atome de carbone 12 a une masse correspondant à la masse molaire du carbone 12, divisée par le nombre d'atome se trouvant dans une mole, soit le nombre d'Avogadro :  $\frac{A}{N} = \frac{12 \times 10^{-3}}{6,02.10^{23}}$  kg.  
 Donc  $u = \frac{1}{12} \times \frac{12 \times 10^{-3}}{6,02.10^{23}} = 1,66.10^{-27}$  kg.  
 Or par la relation  $E=m.c^2$ , on retrouve l'énergie de  $u = 1,66.10^{-27} \cdot (3.10^8)^2 = 1,49.10^{-10}$  J soit  $\frac{1,49.10^{-10}}{1,6.10^{-19}} = 932$  MeV.
- c) **Vrai** : cf b).
- d) Faux : cf b)
- e) Faux : ceci est la définition d'un électron Volt (eV).

### QCM n°19 : c

- a) Faux: pour faire cet exercice il faut calculer les coefficients linéiques d'atténuation de l'os et du muscle. On les retrouve en multipliant les coefficients massiques d'atténuation par les masses volumiques.

Ce qui donne  $\mu_{os}=0,4 \times 1,6=0,64 \text{cm}^{-1}$  et  $\mu_{muscle}=0,2 \times 1=0,2 \text{cm}^{-1}$ .

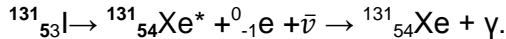
Donc la proportion de photons détectable après traversée du bras est

$$N=N_0 e^{-\mu_{os} \times x_{os}} \times e^{-\mu_{muscle} \times x_{muscle}} = N_0 e^{-0,64 \times 2} \times e^{-0,2 \times 4} = 0,12 N_0 \text{ soit } 12\%.$$

- b) Faux : cf a).  
c) **Vrai** : cf a).  
d) Faux : cf a).  
e) Faux: cf a).

### QCM n°20 : a, d, e

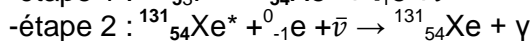
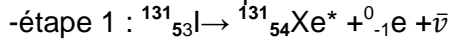
- a) **Vrai** : l'ensemble de la réaction de désintégration peut s'écrire ainsi :



Or il nous est donné la différence de masse atomique entre l'iode 131 et le Xénon stable : 0,1001042 u, soit d'après la relation donnée (issue de  $E=m.c^2$ ) :

$$0,001042 \times 931,5 \cdot 10^6 = 971 \cdot 10^3 \text{eV} \text{ soit } 971 \text{keV d'énergie disponible pour la réaction.}$$

- b) Faux : la réaction peut être divisée en deux étapes :



L'énergie disponible pour l'étape 1 de la désintégration correspond à l'énergie disponible totale moins l'énergie nécessaire à l'étape 2 ; ce qui revient à dire moins l'énergie d'émission du photon gamma.

$$E_{\text{étape1}} = E_{\text{totale}} - E_{\text{étape2}} = 971 - 364,5 = 606 \text{ keV.}$$

Cette énergie se divise entre l'électron émis et l'anti-neutrino. C'est-à-dire que l'électron peut prendre toute l'énergie disponible (ici 606 keV) et l'anti-neutrino aura une énergie nulle et inversement ; entre ces deux extrémités toutes les répartitions d'énergies sont possibles (d'où le spectre d'émissions continu).

L'énergie minimale de l'électron émis est de 0 keV, l'anti-neutrino a alors une énergie de 606 keV.

- c) Faux : l'énergie maximale de l'électron est 606 keV, l'anti-neutrino a alors une énergie nulle, cf b).  
d) **Vrai** : voir cours, et c'est logique lorsque l'on voit que l'énergie de l'électron peut être de 606 keV alors que le photon gamma est seulement de 364,5 keV. De plus on sait que les électrons sont très ionisants.  
e) **Vrai**: l'irradiation étant principalement d'ue aux électrons on sait qu'environ,

$$\text{la portée } P \text{ (mm)} = \frac{E \text{ (MeV)}}{0,2} = \frac{606 \cdot 10^{-3}}{0,2} = 3,03 \text{mm.}$$

### QCM n°21 : a, c, d

- a) **Vrai** : lorsque l'électron passe de la couche 5 à la couche 2 il perd de l'énergie en émettant un photon d'énergie  $E_\varphi$ .

$$E_\varphi = hf = \frac{hc}{\lambda} = |E_5 - E_2| \text{ et sachant que } E_n \text{ (eV)} = -13,6 \times \frac{1}{n^2}.$$

D'où  $E_\varphi = -13,6 \times (\frac{1}{25} - \frac{1}{4}) = 2,856 \text{ eV}$ , ce qui correspond à une longueur d'onde de :

$$\lambda = \frac{hc}{E_\varphi} = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \times 3 \cdot 10^8}{2,856 \times 1,6 \cdot 10^{-19}} = 435 \text{nm.}$$

- b) Faux : la transition d'un électron de la couche 2 à 4 correspond à un gain d'énergie de l'électron qui se fait en absorbant un photon d'énergie  $E_\varphi$  ; avec  $E_\varphi = hf = \frac{hc}{\lambda} = |E_4 - E_2|$ .

- c) **Vrai** : cf a)  $E_\varphi = hf = \frac{hc}{\lambda} = |E_3 - E_2|$  et sachant que  $E_n \text{ (eV)} = -13,6 \times \frac{1}{n^2}$ .

D'où  $E_\varphi = -13,6 \times (\frac{1}{9} - \frac{1}{4}) = 1,889 \text{ eV}$ , ce qui correspond à une longueur d'onde de :

$$\lambda = \frac{hc}{E_\varphi} = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \times 3 \cdot 10^8}{2,856 \times 1,6 \cdot 10^{-19}} = 657 \text{ nm. .}$$

- d) **Vrai** : plus la longueur d'onde des photons est petite plus ils sont énergétiques alors que plus la fréquence est grande plus les photons sont énergétiques ceci vient de la relation  $E_\varphi = hf = \frac{hc}{\lambda}$ .
- e) **Faux**: on sait déjà qu'une longueur d'onde de 435 nm correspond à une énergie de 2,856 eV (cf a)). Or l'énergie d'un photon de 486 nm est moins importante (cf d)) ; de plus l'énergie nécessaire à une ionisation de l'atome de d'hydrogène dans son état fondamental est 13,6 eV.

### QCM n°22: a, c, e

- a) **Vrai** : la période  $T = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{\ln 2}{1,6045 \cdot 10^{-6}} = 432\,001,98$  s soit  $T = \frac{432\,001,98}{3600 \times 24} = 5$  j (on divise par 3600 pour avoir un résultat en heures puis par 24 pour obtenir le nombre de jours).
- b) **Faux** : l'activité initiale  $A_0 = N_0 \times \lambda = 1 \times 1,6045 \cdot 10^{-6} = 1,6$   $\mu$ Bq et non des Curies.
- c) **Vrai** : l'activité initiale  $A_0 = N_0 \times \lambda = 10 \cdot 10^6 \times 1,6045 \cdot 10^{-6} = 16$  Bq
- d) **Faux** : l'activité est de 16 Bq soit  $\frac{1 \cdot 10^{-3} \times 16}{37 \cdot 10^6} = 4,3 \cdot 10^{-10}$  Ci, (c'est un produit en croix :  
 $x \text{ Ci} \rightarrow 16 \text{ Bq}$   
 $1 \text{ mCi} \rightarrow 37 \text{ MBq}$ ).
- e) **Vrai**: on peut écrire que  $A_{(10j)} = \frac{A_0}{2^{\frac{t}{T}}} = \frac{A_0}{2^{\frac{10}{5}}} = A_0 \times \frac{1}{2^2} = A_0 \times \frac{1}{4}$ .

### QCM n°23 : b, d

- a) **Faux** : Il faut une épaisseur bien supérieure. De plus, on ne nous donne aucune information au sujet de la CDA des photons de 1 MeV (attention une CDA est spécifique d'une énergie de photons !)
- b) **Vrai** : 87,5% absorbés.
- c) **Faux** : Dans l'effet photoélectrique, quand l'énergie diminue, le coefficient d'atténuation augmente donc pour 10 keV  $\mu > 6,9 \text{ mm}^{-1}$ .
- d) **Vrai** : Dans le plomb, l'atténuation par effet photoélectrique domine jusqu'à 500 keV.
- e) **Faux** :

### QCM n°24 : a, b, d, e

- a) **Vrai** :  $L(\text{mm}) = E(\text{MeV})/0,2 = 3 \text{ mm}$
- b) **Vrai** : Ils diffusent dans une sphère de 3 mm de rayon dans lesquelles ils vont épuiser leur énergie cinétique.
- c) **Faux** : Pour s'annihiler les positons doivent avoir une énergie cinétique nulle, ils parcourent au max 3 mm. Après perte d'énergie cinétique par freinage électrostatique,  $E=0$ , ils se matérialisent en paires de photons émis en coïncidence de 511 keV chacun.
- d) **Vrai** :
- e) **Vrai** :

### QCM n°25 : a, c, e

- a) **Vrai** : Avec cette épaisseur le nombre de photons transmis est divisé par 8. En se reculant le nombre est divisé par 4.
- b) **Faux** :
- c) **Vrai** : Le nombre est divisé par 4.
- d) **Faux** :
- e) **Vrai** :

### QCM n°26 : a, c, d

- a) **Vrai** :  $\frac{N}{N_0} = e^{-\frac{\ln 2}{CDA} \cdot x} = \frac{1}{3} \rightarrow \frac{\ln 2 \times x}{CDA} = \ln 3 \rightarrow CDA = \frac{\ln 2 \times x}{\ln 3} = 0,631 \text{ mm}$ .
- b) **Faux** :
- c) **Vrai** :

- d) **Vrai** : La CDA est de l'ordre du mm pour des photons de  $E = \frac{1240}{0,01} = 124 \text{ keV}$  (proche de 100 keV). Le matériau est donc proche du plomb. L'effet photoélectrique domine jusqu'à 500 keV.
- e) **Faux**

**QCM n°27 : a, b, c, d**

- a) **Vrai** : après ionisation d'un atome, l'électron émis peut retourner à son état initial en émettant un rayon X.
- b) **Vrai** : une conversion interne, libérant un rayonnement  $\gamma$ , peut potentiellement ioniser un électron périphérique. Par la suite, le retour de cet électron dans le cortège électronique est à l'origine d'un rayon X.
- c) **Vrai** : la transition d'un électron vers une couche électronique plus centrale produit un rayonnement X, qui va pouvoir ioniser un électron périphérique : c'est l'effet Auger !
- d) **Vrai**.
- e) **Faux** : une onde hertzienne, même de forte intensité, est d'énergie trop faible pour ioniser un électron. Elle sera au mieux absorbée par celui-ci (dans ce cas, pas d'émission !).

**QCM n°28 : a, c, e**

- a) **Vrai** :  $A(t) = \frac{A(0)}{2^T} = \frac{1}{2^6} = 0,71 \text{ MBq}$ .
- b) **Faux** : cf a).
- c) **Vrai** :  $A(0) = N(0) \cdot \lambda$ , d'où  $N(0) = \frac{A(0)}{\lambda} = \frac{A(0) \cdot T}{\ln(2)} = \frac{10^6 \cdot 6.3600}{\ln(2)} = 3,11 \cdot 10^{10} \text{ noyaux} = 31 \text{ milliards}$ .
- d) **Faux** : cf c).
- e) **Vrai** :  $\lambda = \frac{\ln(2)}{T} = \frac{\ln(2)}{6.3600} \approx 3 \cdot 10^{-5} \text{ SI}$

**QCM n°29 : c, d**

- a) **Faux** : elle concerne les faisceaux de photons !
- b) **Faux** : la prédominance des trois effets d'atténuation (photo-électrique, Compton et création de paires), dépend du numéro atomique du matériau traversé ainsi que de l'énergie du faisceau de photons.
- c) **Vrai** : par transfert partiel de l'énergie des photons aux électrons de la cible.
- d) **Vrai** : l'effet Compton entraîne un flou en radiologie et en scintigraphie, le contraste en est donc altéré.
- e) **Faux** : elle peut être source de flou en scintigraphie, mais en aucun cas de contraste !

**QCM n°30 : a, b, c, e**

- a) **Vrai** :
- b) **Vrai** :
- c) **Vrai** :
- d) **Faux** : longueur d'onde minimale.  $\lambda = \frac{1240}{E(eV)} = 0,012 \text{ nm}$ .
- e) **Vrai** : Des ionisations au sein de la cible produisent des photons de fluorescence, ce qui explique les raies de fluorescence sur le spectre continu.