



Correction annales UE3A Décembre 2014

Ce corrigé a été réalisé par l'équipe du Tutorat Santé Bordeaux UE3 2015-2016. Il ne constitue en rien un corrigé officiel et peut donc contenir des ambiguïtés.

QCM 1 : ABCE

B. VRAI, calculons les concentrations dans le compartiment 1 :
 $c_{\text{mol}}(\text{NaCl}) = 5,8/58 = 0,1 \text{ mol}$; soit $c_{\text{osm}}(\text{NaCl}) = 0,1 \times 2 = 0,2 \text{ osm/L}$ ou osm/kg (ici on travaille avec de l'eau, d'où $1\text{L} = 1\text{kg}$ et donc les concentrations osmolaires et osmolales sont identiques).

Dans l'énoncé, il nous est précisé que $\Delta T = 0,45^\circ\text{C}$. Selon la formule de l'abaissement du point de congélation, on a $\Delta T = K_{\text{cong}} \times c_{\text{osmolaire}}$. D'où $0,45 = 1,8 \times c_{\text{osm}}(\text{urée} + \text{NaCl})$: $0,45/1,8 = 0,25$. Or on a $c_{\text{osm}}(\text{NaCl}) = 0,2 \text{ osm/L}$. Donc ici l'urée vaut $0,05 \text{ osm/L}$, soit $0,05 \text{ mol/L}$ ou 50 mmol/L (indissociable en solution).

C. VRAI, le compartiment I contient des composés alors que le II n'est que de l'eau pure. L'eau va donc migrer du II vers le I pour harmoniser les concentrations. Dans l'énoncé, on nous indique que la membrane est perméable à l'urée, or la concentration molaire de l'urée étant inférieure à celle du NaCl, même si l'urée se déplace vers le compartiment II, l'eau migrera tout de même vers le compartiment I.

D. FAUX, lorsque l'équilibre est atteint, l'eau a migré vers le compartiment I, donc la concentration molaire diminue suite à cette dilution.

QCM 2 : ABD

A. VRAI, $152/(152+600,4+7,6) = 152/760 = 0,2$.

C. FAUX, selon la loi de Henry : $c_{\text{mol}}(\text{N}_2) = P(\text{N}_2) \times K(\text{N}_2)$.

Dans l'énoncé, on nous donne 2 constantes K pour une même espèce chimique. Pour savoir lequel choisir, il faut s'attarder sur les unités ! Quand la loi de Henry est exprimée avec la concentration molaire, il faut que K soit exprimé en $\text{mol}/\text{volume}/\text{pression}$.

→ C'est marqué sur la diapo de Monsieur Delaunay mais si vous ne vous en souveniez pas, vous pouvez également passer par l'équation dimensionnelle : $c = P * K$ donc $K = c / P \leftrightarrow K = \text{mol.L}^{-1} / \text{mmHg} = \text{mol.L}^{-1}/\text{mmHg}^{-1}$

Ce qui nous donne : $C_{\text{mol}}(\text{N}_2) = 600,4 \times 8 \times 10^{-7} = 48 \times 10^{-5} = 4,8 \times 10^{-4} \text{ mole.L}^{-1}$

E. FAUX, contrairement au A, ici nous parlons de la solution aqueuse et non de la phase gazeuse. On utilise une autre forme de la loi de Henry : $P(\text{CO}_2) = x(\text{CO}_2) \times K(\text{CO}_2)$.

Cette fois-ci, on utilise le K qui a la dimension d'une pression, donc en mmHg.

D'où : $x(\text{CO}_2) = P(\text{CO}_2)/K(\text{CO}_2) = 7,6/10^6 = 7,6 \times 10^{-6}$

QCM 3 : BCD

A. FAUX, c'est $\text{M.L}^2.\text{T}^{-2}$.

Pour retomber sur ce résultat, il faut faire l'équation dimensionnelle d'une énergie, par exemple, l'énergie cinétique donc on connaît la formule : $E_c = \frac{1}{2} * m * v^2$

→ $E = \text{masse} * \text{vitesse} = \text{masse} * (\text{longueur} / \text{temps})^2 = \text{M.L}^2/\text{T}^2 = \text{M.L}^2.\text{T}^{-2}$

E. FAUX.

QCM 4 : AD

A. VRAI, la vitesse de l'onde lumineuse dépend, dans un milieu dispersif, de la fréquence et par conséquent de la longueur d'onde.

B. FAUX, la vitesse de l'onde lumineuse est indépendante, dans le vide, du référentiel d'étude et de la fréquence et par conséquent de la longueur d'onde.

C. FAUX, la célérité est la vitesse maximale que peut atteindre la lumière. Elle est de $3,0.10^8 \text{ m.s}^{-1}$ et nécessite que la lumière se propage dans le vide. La vitesse de la lumière

sera donc $< 3,0 \cdot 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ dans un milieu dispersif. La formule $c = c_0/n$ permet aussi d'expliquer que la vitesse de la lumière est toujours inférieure ou égale à la célérité car un milieu a toujours un indice de réfraction absolue $n \geq 1$.

E. FAUX.

QCM 5 : BCE

A. FAUX, voir B

B. VRAI, d'après le schéma, les foyers sont réels. Le dioptre est donc **convergent**.

C. VRAI, le dioptre étant convergent, C est situé dans le milieu le plus réfringent (n_2).

Par conséquent, $SC = +2 \text{ cm}$. SC étant positif, le dioptre est **convexe**.

D. FAUX, voir C.

E. VRAI, on utilise la formule de la vergence : $V = (n_2 - n_1)/SC$, avec SC en **m**.

Soit $V = (1,5 - 1)/(2 \cdot 10^{-2}) = 0,5/2 \cdot 10^{-2} = +25$ dioptries.

QCM 6 : BCE

A. FAUX, voir B.

B. VRAI, on utilise la formule du grandissement : $\gamma = (n_1 \times SA')/(n_2 \times SA)$: on isole SA' . On obtient $SA' = (\gamma \times n_2 \times SA)/n_1$. L'objet étant réel, SA est négatif donc $SA = -2 \text{ cm}$. On a donc : $SA' = (2 \times 1,5 \times (-2))/1 = -6 \text{ cm}$.

C. VRAI, $SA' = -6 \text{ cm}$ donc l'image est positionnée à 6 cm du sommet S du dioptre.

D. FAUX, voir C.

E. VRAI, car la valeur du grandissement est positive. *On peut également dire que l'image est 2 fois plus grande que l'objet.*

QCM 7 : ABCD

E. FAUX, la longueur d'onde d'émission d'un laser à milieu solide dépend certes des propriétés de la matrice mais aussi de celles de l'ion dopant cette matrice.

QCM 8 : ACE

B. FAUX, la lumière du soleil est une lumière naturelle donc non polarisée.

D. FAUX, les rayonnements IR sont non ionisants et seulement une partie de la gamme des UV est ionisante.

E. VRAI, $E > 13,6 \text{ eV}$.

QCM 9 : ACE

Pour qu'un noyau soit utilisable en RMN, il faut que son nombre de neutrons N ou bien que son nombre de protons Z soit impair. Cela revient à ce que A soit impair.

A. VRAI car $A = 31$ et est donc impair.

B. FAUX car $A = 12$ et est donc pair

C. VRAI car $A = 13$ et est donc impair

D. FAUX car $A = 12$ et est donc pair

E. VRAI car $A = 31$ et est donc impair

UE3A - Tutorat Santé Bordeaux 2015/2016 ©

QCM 10 : D

La formule pour le solénoïde infini est $B = \mu_0 i n$. Si on isole i le courant, on trouve $i = B/(\mu_0 n)$.

Application numérique : $i = 12,6 / [(2 \times 10^5) \times (4\pi \times 10^{-7})]$

$= 12,6 / [(2 \times 10^5) \times (12,6 \times 10^{-7})]$

$= 1 / (2 \times 10^5 \times 10^{-7})$

$= 1 / (2 \times 10^{-2})$

$= 50 \text{ A}$

QCM 11: B

A, C, D, E. FAUX, on a $B = \Delta M \cdot c^2$. $\Delta M = Zm_p + Zm_e + (A - Z)m_n - m_x = 1 \cdot 1,01 + 1 \cdot 0,0005 + 2 \cdot 1,01 - 3,0215 = 9 \cdot 10^{-3} \text{ u.m.a}$. On est en unité de masse atomique, ainsi on remplace la célérité au carré par le facteur $1000 \text{ MeV}/c^2$.

On a ainsi $B = 9 \cdot 10^{-3} \cdot 1000 = 9 \text{ MeV}$. On a 3 nucléons, donc l'énergie de liaison par nucléon $B/A = 3 \text{ MeV}$.

QCM 12 : C

A. FAUX, on a échange d'un neutron par un proton, donc X aura un proton de plus que la cible.

B. FAUX, il gagne un proton et perd un neutron dans cette transmutation, donc son numéro atomique Z sera de 80.

C. VRAI, dans la transmutation ($p;n$) on a un proton qui prend la place d'un neutron, qui lui s'en va, du coup on a ni perte ni gain de nucléons.

D. FAUX, dans cette transmutation l'atome perd un neutron.

E. FAUX, un isotone a un nombre de neutrons identique, or ici on perd un neutron.

QCM 13 : E

E. VRAI, bilan des données $M = 3 \text{ g/mol}$; $m = 1 \text{ g}$; $N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$; $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

Calcul de n pour 1 gramme d'He : $n = m/M = 1/3 = 0,33 \text{ mol}$

Calcul du nombre de noyaux pour 0,33 mol : $N = n \times N_A = 0,33 \times 6,10^{23} = 1,98 \cdot 10^{23}$ noyaux

Calcul de l'énergie en eV par produit en croix : $(1,98 \cdot 10^{23} \times 10^6)/2 = 0,99 \cdot 10^{29} \approx 10^{29}$ eV (10^6 eV correspondent aux 1 MeV de l'énoncé pour 2 noyaux d'He).

Conversion de l'énergie en J : $10^{29} \times 1,6 \cdot 10^{-19} = 1,6 \cdot 10^{10} \text{ J}$ soit $16 \cdot 10^9 \text{ J} = 16 \text{ GJ}$

QCM 14 : ABC

D. FAUX, lors de l'effet Auger, on a bien réorganisation du cortège électronique, mais c'est un électron d'une couche externe, qui comble le trou d'une couche interne. Ainsi, il transfère une partie de son énergie à un électron voisin qui est éjecté.

E. FAUX, la conversion interne est l'éjection d'un électron d'une couche interne du cortège électronique.

QCM 15 : ACE

A. VRAI, il a été montré expérimentalement que lorsqu'il y a plusieurs possibilités d'embranchement dans une désintégration radioactive, la constante radioactive totale est égale à la somme des constantes radioactives des différents embranchements. D'où $\lambda_{\text{tot}} = 4,5 \cdot 10^{-10} + 0,5 \cdot 10^{-10} = 5,0 \cdot 10^{-10} \text{ an}^{-1}$.

B. FAUX, voir réponse C.

C. VRAI, pour calculer la période radioactive totale on utilise la formule : $T_{\text{tot}} = \ln 2 / \lambda_{\text{tot}}$. On a donc $T = 0,7 / (5,0 \cdot 10^{-10}) = 1,4 \cdot 10^9 \text{ ans}$. La période radioactive totale est bien de $1,4 \cdot 10^9 \text{ ans}$.

D. FAUX, on calcule le rapport d'embranchement par : $\lambda_i / \lambda_{\text{tot}}$. D'où : rapport d'embranchement du calcium-40 = $4,5 \cdot 10^{-10} / (5,0 \cdot 10^{-10}) = 0,9$ soit 90 %. Donc 90% des noyaux formés seront du calcium-40.

QCM 16 : CD

A. FAUX, l'interaction par effet Compton induit l'éjection d'un électron mais également la diffusion d'un photon avec une énergie inférieure à celle du photon incident.

B. FAUX, énergie du photon diffusé inférieure à l'énergie du photon incident.

E. FAUX, la matérialisation induit la formation d'un électron et d'un positon qui vont s'annihiler.

QCM 17 : ABCDE

C. VRAI, les électrons sont des particules légères qui ont une trajectoire en ligne brisée, leur parcours est donc long mais difficile à définir tandis que les particules alpha sont lourdes et déversent leur énergie sur une toute petite distance. La portée en revanche est sensiblement la même.

QCM 18 : BD

A. FAUX, c'est dans la chambre d'ionisation que tous les électrons de l'ionisation primaire sont détectés et collectés. Dans la chambre de recombinaison, toutes les particules ne sont pas encore détectées, les électrons sont très peu accélérés, ils auront tendance à se recombiner avec leur cation au lieu d'être accélérés vers l'anode.

B. VRAI, tous les électrons sont détectés quelle que soit la tension appliquée. C'est l'énergie du rayon ionisant qui conditionne le nombre d'électrons collectés dans la chambre d'ionisation, $N=k$.

C. FAUX, les ionisations sont produites par les électrons issus de l'ionisation primaire qui arrachent des électrons au gaz de l'enceinte.

D. VRAI, dans cette zone il y a surtout des ionisations primaires directement liées au rayonnement ionisant, le nombre d'électrons collectés sera donc fonction de l'énergie de ces particules ionisantes.

E. FAUX, le nombre d'électrons collectés est dépendant et proportionnel de la tension appliquée. La courbe correspond au tracé d'une fonction affine de type $N=f(U)$.

QCM 19 : BCE

A. FAUX, soit μ le coefficient d'atténuation linéique. $CDA = \ln(2)/\mu \Rightarrow \mu = \ln(2)/CDA$. CDA est la couche de demi-atténuation, il s'agit donc de l'épaisseur pour laquelle la moitié des photons sont absorbés.

Pour l'écran A, nous avons à la base 4×10^4 photons, il faut donc chercher la valeur de l'épaisseur pour laquelle il nous reste 2×10^4 photons. Selon le graphique, pour une épaisseur de 70mm il nous reste 2×10^4 photons donc $CDA = 70\text{mm} = 7\text{cm}$. $\mu = \ln(2)/CDA = 0,7/7 = 0,1\text{cm}^{-1}$.

C. VRAI, pour une même épaisseur selon le graphique, il y aura moins de photons restants selon l'écran B que selon l'écran A. Par exemple, pour une épaisseur de 70mm, il restera 4×10^3 photons si on utilise l'écran B et 2×10^4 si l'on utilise l'écran A. L'écran B absorbe donc plus que le A à épaisseur égale.

D. FAUX, pour une épaisseur de l'écran B de 6cm, il reste 5×10^3 photons. A la base nous avons 4×10^4 photons. $4 \times 10^4 = 40 \times 10^3$ donc $(40 \times 10^3) / (5 \times 10^3) = 8$. Le facteur d'atténuation est de 8.

On peut employer une autre manière pour calculer le facteur d'atténuation. Le CDA de l'écran B vaut 2cm car au bout de 2cm il ne reste que la moitié des photons. 6cm valent donc 3CDA. Le facteur d'atténuation vaut alors $2^{3CDA} = 2^3 = 8$.

QCM 20 : C

C. VRAI, 7cm de l'écran A correspond au CDA, donc nous avons 1CDA.

Pour l'écran B, le CDA vaut 2cm car pour 2 cm d'épaisseur nous perdons la moitié des photons. 6cm de l'écran B correspondent alors à 3CDA.

Si l'on interpose ces 2 écrans nous obtenons un $CDA = 3+1 = 4$.

Le facteur d'atténuation est donc de $2^{CDA} = 2^4 = 16$.

QCM 21 : ACE

B. FAUX, en effet on ne peut pas énoncer cela de façon générale. Il est vrai que la courbe de fusion est pour certains corps pur quasiment verticale mais par exemple pour le cas de l'eau il est marqué dans le cours de madame Dabadie : « la température de fusion de la glace diminue quand la pression augmente ».

D. FAUX, car pour une pression inférieure à celle du point triple, on passe de l'état solide à l'état gazeux sans passer par l'état liquide pas chauffage isobare. On a donc une sublimation.

QCM 22 : ADE

B. FAUX, le potentiel de repos des cellules myocardiques est stable (à l'inverse des cellules du nœud sinusal par exemple, à l'origine du déclenchement automatique de potentiels d'action).

C. FAUX, en effet la phase 0 correspond à la dépolarisation mais par entrée d'ions Na^+ !

QCM 23 : BCD

- B. VRAI, En effet si 2,5cm correspondent à 1seconde alors 15mm correspondent à 0,6secondes (par produit en croix...). Or si en 0,6secondes il y a un battement cardiaque alors en une minute il y en a 100.
- C. VRAI, d'après l'item précédent la durée du cycle cardiaque est de 0,6 secondes soit 600ms.

QCM 24 : C

- A. FAUX, ces radicaux libres peuvent être produits par de nombreuses molécules, mais la radiolyse de l'eau est la plus fréquente et la plus importante, car l'eau est très présente dans l'organisme ~70%
- B. FAUX, les radicaux ne sont pas chargés : ce ne sont pas des ions. Le « point » après la molécule signifie que ce radical contient un électron qui était auparavant engagé dans une liaison covalente mais qui ne l'est plus. C'est pour ça que les radicaux sont instables.
- C. VRAI.
- D. FAUX, Les radicaux libres $H\cdot$ sont des réducteurs ! L'oxygène, en réagissant avec $H\cdot$, crée d'autres espèces chimiques oxydantes très nocives pour l'ADN. Des radicaux comme $HO_2\cdot$ ou de l'eau oxygéné H_2O_2 , qui n'est pas un radical.
- E. FAUX, la molécule formée H_2O_2 est elle aussi une molécule oxydante dangereuse pour l'ADN.

QCM 25 : BCE

- A. FAUX, le TLE n'influence pas le type d'atteinte (directe ou indirecte) subie par l'ADN.
- B. VRAI, par radio-exposition, les lésions les plus fréquentes sont les lésions des bases de l'ADN. Par origine naturelle, ce sont les cassures simple chaîne.
- C. VRAI.
- D. FAUX, il existe des processus de réparation des CDB comme la recombinaison homologue ou la soudure simple.
- E. VRAI.

QCM 26 : ACE

- B. FAUX, quelles que soient les particules incidentes, le type de rayonnement, si le débit de dose augmente, le taux de survie diminuera.
- C. VRAI.
- D. FAUX, cela fait partie des lois de Bergonié-Tribondeau : les cellules peu différenciées sont plus radiosensibles. La radiosensibilité cellulaire diminue avec la différenciation cellulaire.
- E. VRAI.

QCM 27 : ABE

- A. VRAI, Le taux de survie cellulaire s'exprime par $S = N / N_0$. Avec N_0 = nombre de cellules avant l'irradiation, soit ici $N_0 = 10^5$. Et N = nombre de cellules intactes après irradiation, soit ici $N = N_0 - 8 \cdot 10^4 = 10^5 - 8 \cdot 10^4 = 10^5 (1 - 0,8) = 0,2 \cdot 10^5$. On a alors $S = 0,2 \cdot 10^5 / 10^5 = 0,2$.
- B. VRAI, on peut exprimer la survie d'une autre manière : $S = e^{-D/D_0}$.
On a donc $\ln S = - D/D_0$ soit $D_0 = - D / \ln S$. On connaît $D = 3,2$ Gy et $S = 0,2$.
 $\ln S = \ln 0,2 = \ln 2/10 = \ln 2 - \ln 10 = \ln 2 - (\ln 5 * \ln 2) = \ln 2 - \ln 5 - \ln 2 = - \ln 5 = - 1,6$.
Si on remplace dans la formule, on obtient : $D_0 = - 3,2 / - 1,6 = 2$ Gy.
- C. FAUX, voir B.
- D. FAUX, d'après la formule on a : $DL_{50} = D_0 * \ln 2 = 2 * 0,7 = 1,4$ Gy.
- E. VRAI, D_0 reflète la radiosensibilité des cellules. Plus D_0 est faible et plus les cellules sont radiosensibles. De plus, l'irradiation est d'autant plus nocive que le débit de dose est important. Donc si le débit de dose de l'irradiation augmente, les cellules sont plus radiosensibles et donc D_0 est plus faible.

QCM 28 : BE

- A. FAUX, Les premiers signes proviennent de l'atteinte des tissus à renouvellement rapide, organisés selon un mode « hiérarchique ».
- C. FAUX, L'anémie (chute des globules rouges) n'apparaît qu'au bout de 3 semaines après une irradiation globale de 3 Gy.
- D. FAUX, Attention c'est l'irradiation des spermatogonies, très radiosensibles, qui entraîne une stérilité chez l'homme.
- E. VRAI, si on reçoit 8 Gy, des signes intestinaux apparaissent bien (ainsi que ceux pulmonaires, etc...)

QCM 29 : E

- A. FAUX, La probabilité d'occurrence, d'apparition des effets stochastiques, augmente avec la dose.
- B. FAUX, Pour les effets déterministes il existe en effet une dose seuil dépendante de l'organe au delà de laquelle les effets se manifestent tout le temps, mais il n'existe pas de dose seuil pour les effets stochastiques, juste une dose à partir de laquelle il y a un risque.
- C. FAUX, c'est au dessus de 100 mSV pour l'adulte, 50 mSv pour l'enfant.
- D. FAUX, Exemple des cancers du col utérin traités par radiothérapie et curiethérapie, avec des doses trop importantes. On a alors constaté l'apparition de cancers secondaires en nombre excessif.

QCM 30 : BCD

- B. VRAI, ici on considère une source **émettrice bêta moins** ainsi on ne peut pas appliquer la formule $D1 \cdot d1^2 = D2 \cdot d2^2$ qui n'est valable que pour les photons. On va donc considérer que seul l'air va permettre d'arrêter les électrons. Ainsi le TLE des bêta moins

dans l'air est de 8keV/cm.

Ainsi on sait que :

→ la TLE de l'air = 8 keV/cm

→ $3\text{m} = 3 \cdot 10^2 \text{ cm}$

→ Donc une épaisseur de 3m d'air permettrait d'arreter : $8 \cdot 3 \cdot 10^2 = 2400 \text{ keV} =$

2,4 MeV → or notre source a une énergie de 1,6MeV donc à 3m de la source la dose d'exposition est nulle.

Autre méthode :

→ $1,6\text{MeV} = 1600 \text{ keV}$

→ On divise l'énergie par le TLE, ainsi on obtient la distance au bout de

laquelle la dose d'exposition est nulle : $1600\text{keV}/8\text{keV}\cdot\text{cm}^{-1} = 200 \text{ cm} = 2\text{m}$. Ainsi la dose d'exposition est nulle, 2 mètre après la source.

C. VRAI, avec le TEL du plexiglas est de 2,6 MeV/cm, il faut 1cm pour que le rayon de béta moins dépose 2,6 MeV, or l'énergie de la source est de 1,6 MeV, 0,6 cm de plexiglas suffit pour « contenir » l'énergie déposée par le rayon.

D. VRAI, car le TLE avec le verre est plus grand que celui avec le plexiglas.

QCM 31 : ACD

A. VRAI, on a $D_1=E_1$, $d_1= 50 \text{ cm}$, or $E_1 \cdot d_1^2 = D_2 \cdot d_2^2$, donc $E_1 \cdot d_1^2/d_2^2 = D_2$.

$$D_2 = E_1 \cdot 0,5^2/1^2$$

$$D_2 = E_1 \cdot 0,25/1$$

$$D_2 = E_1 \cdot 0,25 = E_1/4$$

B. FAUX, on appelle E3 la dose d'exposition reçue à 1,5m de la source derrière un écran égal à 3 CDA :

– à 1 CDA, E1 est atténué par 2 donc $E1/2$, à 3 CDA → $E1/2^3$ soit $E1/8$

– à 1,5m de la source, $E3 \times 1,5^2 = E1 \cdot 0,5^2$ → $E3 = E1 \cdot 0,25/2,25 = E1 \cdot 1/9$

Donc $E1/8 + E1/9$, on multiplie les facteurs d'atténuation entre eux → $E1/72$

QCM 32 : E

A. FAUX, on utilise du radon 223 (émetteur alpha) depuis 2011 pour traiter les métastases osseuses sur des patients ayant le cancer de la prostate et étant résistant à l'hormonothérapie.

B. FAUX, l'imagerie TEP a une moins bonne résolution spatiale que les autres imageries.

C. FAUX, justement elle a permis une amélioration des résultats carcinologique de la prostate en radiothérapie externe.

D. FAUX, le volume cible apparent (GTV) est plus petit que le volume traité (PTV).

QCM 33 : AC

B. FAUX, plus le temps de résidence sera grand, plus la tumeur sera irradiée.

D. FAUX, cela correspond au défaut de réparation des cellules tumorales.

QCM 34 : BD

A. FAUX, la chronologie correcte serait : imagerie IRM pour déterminer le volume tumoral - planification dosimétrique - positionnement sur la table d'un accélérateur et repérage laser - fractionnement de la dose totale en séances successives.

C. FAUX, les bêta moins ne sont pas assez pénétrants pour sortir du corps dans tout les cas !