

TUTORAT SANTÉ BORDEAUX

Préparation aux examens Médicaux et Paramédicaux



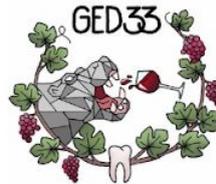
Médecine



Pharmacie



Maïeutique



Odontologie



Filières

Paramédicales

Kinésithérapie
Ergothérapie
Psychomotricité
Podologie

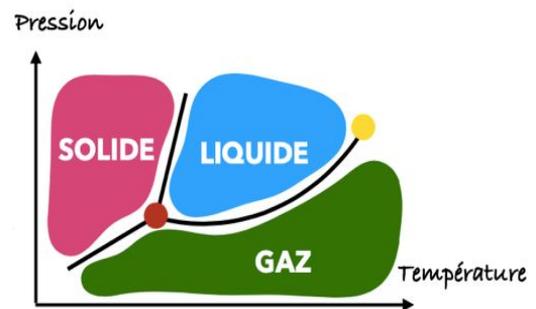
CORRECTION ED 3 - UE9 - Année 2020/2021

Date 20/21/22 Octobre - Fait par la merveilleuse séance du jeudi

QCM 1 : BCE

A. FAUX, **Rappel** : le diagramme de phase permet de fixer le domaine d'existence des 3 états d'un corps pur, en fonction des conditions de température et de pression.

☞ Le diagramme est caractérisé par deux points : le **point triple, seul point où coexistent les 3 phases** et le **point critique, point au-delà duquel il n'y a plus de changement de phase gaz-liquide**, le fluide s'appelle alors **fluide supercritique**.



On cherche les phases sous lesquelles se trouvent le soufre et l'eau dans les conditions de pression et de température correspondant à une journée sur la Lune :

- Le **jour**, d'après les données, la température à la surface de la Lune est de **373 K**, soit **100°C** car **0 K = - 273 °C**. Vérifiez toujours les unités des deux axes !
- De plus, la **pression atmosphérique** à la surface de la Lune est de **3.10⁻¹⁵ atm**.
- Pour retrouver l'état dans lequel se trouvent **l'eau** et le **soufre** sur la Lune **de jour**, il faut donc se placer à une **température** de **100°C** et à une **pression atmosphérique** de **3.10⁻¹⁵ atm**, sur le **diagramme de phase de chaque élément étudié**.

☞ Ainsi, d'après les diagrammes de phase ci-dessous, **le soufre se trouve sous forme gazeuse** (dans la **zone III**). **L'eau se trouve également sous forme gazeuse (zone III)** et non liquide (**zone II**) !

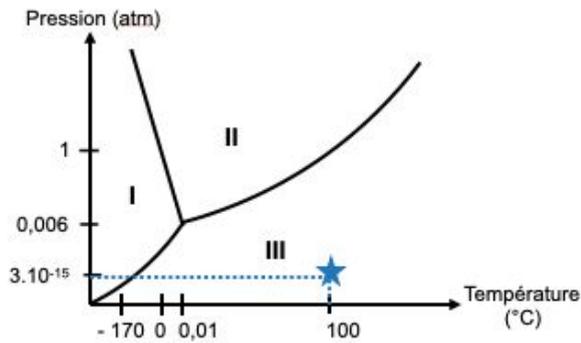


Diagramme de phase de l'eau

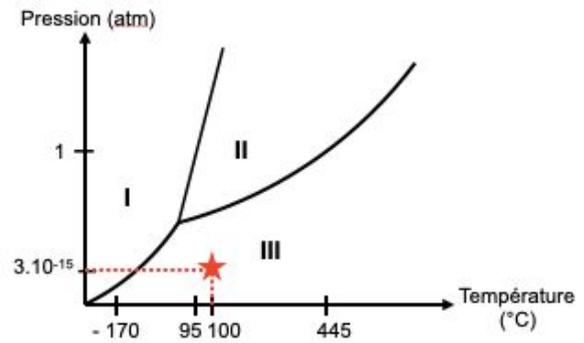


Diagramme de phase du soufre

B. VRAI, la nuit, la température à la surface de la Lune est de **103 K, soit -170°C** et la **pression atmosphérique** est toujours de **3.10⁻¹⁵ atm**. On se reporte maintenant aux diagrammes de phase.

☞ D'après les schémas ci-dessous, nous voyons bien qu'à une température de **-170°C**, **l'eau** et le **soufre** se trouvent **à l'état solide (zone I)**. Les voitures spatiales fonctionnant avec de l'essence liquide, cette essence solide fabriquée de nuit est inutilisable !

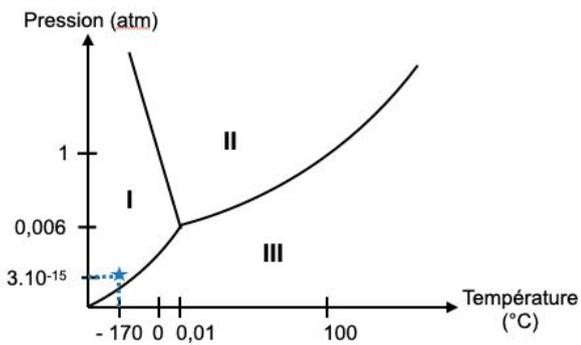


Diagramme de phase de l'eau

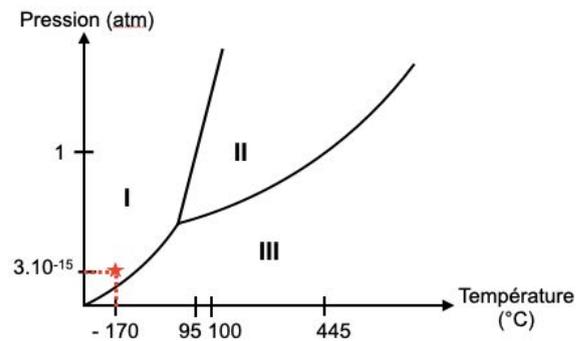


Diagramme de phase du soufre

C. VRAI, que ce soit de nuit ou de jour, les conditions de pression et de température régnant sur la Lune ne permettent pas l'existence d'eau ou de soufre à l'état liquide.

D. FAUX, il faut se référer à la **loi de Le Chatelier** qui s'utilise pour décrire **l'influence de la température** sur **la solubilité** d'un **solide**, d'un **liquide** ou d'un **gaz** dans un **LIQUIDE**.

☞ **Rappel** : quand la température du **liquide augmente**, la solubilité d'un **solide** / d'un **liquide** dans un **liquide** augmente.

ATTENTION : la solubilité d'un **gaz diminue** lorsqu'il est placé dans un **liquide** dont la température augmente ! (*tableau récap cadeau <3*)

| | SOLIDE | LIQUIDE | GAZ |
|---|--------|---------|-----|
| VARIATION DE LA SOLUBILITE QUAND LA TEMPERATURE AUGMENTE | | ↗ | ↘ |

E. VRAI, l'influence de la **pression** est significative uniquement pour la dissolution d'un **gaz** dans un liquide. Si la pression **augmente**, la **solubilité** du **gaz** dans le liquide **augmente**.

QCM 2 : ACE

A. VRAI, pour calculer la pression partielle de l'éthanol on utilise ici la **loi de Raoult** :

$$\text{À } T \text{ donnée, } P_i(\text{g}) = f_i(\text{L}) \cdot P_s^{(i)}$$

→ Ici, **i** correspond à **l'éthanol**.

→ **P_s** correspond à sa **pression de vapeur saturante** **P_{VS(éthanol)} = 0,15 bar** soit **15 000 Pa**.

→ Pour trouver **P_{éthanol}**, on cherche sa **fraction molaire liquide** **f_{éthanol}(L)** : pour cela il faut passer des volumes de l'énoncé aux **moles** car **f_{éthanol}(L) = n_{éthanol} / n_{totale}**.

- Quantité de matière d'H₂O :
 - $n(\text{H}_2\text{O}) = m/M$, or $m(\text{H}_2\text{O}) = V \times \rho$.
 - Ainsi $n(\text{H}_2\text{O}) = V \times \rho / M$, avec $V(\text{eau}) = 342 \text{ mL} = 342 \cdot 10^{-3} \text{ L}$, $\rho(\text{eau}) = 1 \text{ kg/L} = 1000 \text{ g/L}$ et $M(\text{eau}) = 18 \text{ g/mol}$.
 - $n(\text{H}_2\text{O}) = 342 \cdot 10^{-3} \times 1000 / 18$
 - $n(\text{H}_2\text{O}) = 18.19 / 18$
 - $n(\text{H}_2\text{O}) = 19 \text{ mol}$.
- Quantité de matière d'éthanol :
 - De même, $n(\text{éthanol}) = V \times \rho / M$, avec $\rho(\text{éthanol}) = 80\text{g/dL}$ soit 800 g/L , $V(\text{éthanol}) = 57,5 \text{ mL} = 57,5 \cdot 10^{-3} \text{ L}$ et $M(\text{éthanol}) = 46 \text{ g/mol}$.
 - $n(\text{éthanol}) = 57,5 \cdot 10^{-3} \times 800 / 46$
 - $n(\text{éthanol}) = 57,5 \times 0,8 / 46$
 - $n(\text{éthanol}) = 46 / 46$
 - $n(\text{éthanol}) = 1 \text{ mol}$.

→ On a donc **1 mole d'éthanol** pour **20 moles de matière totale** (eau + éthanol).

→ La **fraction molaire de l'éthanol** à l'état liquide est donc : **1/20**.

- A partir de là, on trouve la **pression partielle d'éthanol** (à partir de la loi de Raoult) :
 - $P_{\text{éthanol}}(\text{g}) = 1/20 \times 15\,000$
 - **$P_{\text{éthanol}}(\text{g}) = 750 \text{ Pa}$** .

B. FAUX, cf **item A**.

C. VRAI, on sait que l'on a **1/20 d'éthanol** dans la **phase liquide**. Dans la **phase gazeuse**, la pression partielle exercée par l'éthanol est de **750 Pa**. La pression exercée dépend de la **quantité de matière** : on va donc calculer la pression partielle exercée par l'eau pour trouver la pression totale puis la fraction molaire gazeuse de l'éthanol.

→ D'après la **loi de Raoult** : $P_{\text{eau}} = f_{\text{eau}}(\text{L}) \times P_{\text{vs eau}}$, avec :

- La fraction molaire de l'eau en phase liquide, $f_{\text{eau}}(\text{L}) = 1 - 1/20 = 19/20$.
- La pression de vapeur saturante de l'eau, $P_{\text{vs eau}} = 0,05 \text{ bar}$, soit **5 000 Pa**.

Ainsi :

- $P_{\text{eau}}(\text{g}) = 19/20 \times 5\,000$
- $P_{\text{eau}}(\text{g}) = 19 \times 250$
- **$P_{\text{eau}}(\text{g}) = 4750 \text{ Pa}$** .

La **pression totale** du mélange gazeux est :

- $P_{\text{T}} = P_{\text{eau}} + P_{\text{éthanol}}$
- $P_{\text{T}} = 4750 + 750$
- **$P_{\text{T}} = 5\,500 \text{ Pa}$** .

Nous pouvons maintenant trouver la **fraction molaire de l'éthanol** dans la **phase gazeuse** :

- $P_{\text{éthanol}}(\text{g}) = f_{\text{éthanol}}(\text{g}) \times P_{\text{totale}}$
- $f_{\text{éthanol}}(\text{g}) = P_{\text{éthanol}}(\text{g}) / P_{\text{totale}}$
- $f_{\text{éthanol}}(\text{g}) = 750 / 5500$
- $f_{\text{éthanol}}(\text{g}) = 75 / 550$
- $f_{\text{éthanol}}(\text{g}) = 5 \times 15 / 5 \times 11 \times 10$
- $f_{\text{éthanol}}(\text{g}) = 1,5 / 11$
- $f_{\text{éthanol}}(\text{g}) = 3 / (2 \times 11)$
- $f_{\text{éthanol}}(\text{g}) = 3/22$
- **$1/8 < f_{\text{éthanol}}(\text{g}) < 1/7$ car $7 < 22/3 < 8$** .

La **fraction molaire de l'éthanol** dans la **phase gazeuse** est donc **supérieure à $f_{\text{éthanol}}(\text{L}) = 1/20$** . La proportion d'éthanol par rapport à l'eau est donc **plus importante dans la phase gazeuse** que dans la phase liquide.

D. FAUX, ne vous embêtez pas à la calculer : une fraction molaire n'a **jamais d'unité** (c'est une proportion). Vérifiez toujours les unités AVANT de commencer les calculs !

→ Si l'on fait le calcul, on obtient d'après la loi de Henry :

$$P_i(\text{g}) = f_i(\text{L}) \cdot K_i ; \text{ soit } f_i(\text{L}) = P_i(\text{g}) / K_i \text{ avec}$$

- P_{O_2} la pression partielle en $\text{O}_2 = 20000 \text{ Pa}$.
- K_{O_2} la constante de volatilité du $\text{O}_2 = 4 \cdot 10^4 \text{ atm} = 4 \cdot 10^4 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 4 \cdot 10^9 \text{ Pa}$. car $1 \text{ atm} \approx 1 \text{ bar}$ et $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$.

☞ Ainsi, $f_{\text{O}_2}(\text{L}) = 2 \cdot 10^4 / 4 \cdot 10^9 = 5 \cdot 10^{-6}$.

E. VRAI, la pression partielle en O_2 : $P_{\text{O}_2}(\text{g}) = 20\,000 \text{ Pa}$.

À partir de la **loi de Henry** on retrouve la concentration :

$$\text{À T donnée, } C_{\text{O}_2} = H_{\text{O}_2} \cdot P_{\text{O}_2}(\text{g}) \text{ avec}$$

- La constante de "Henry" du O_2 $H(\text{O}_2) = 1,3 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L/atm}$, et $P_{\text{O}_2}(\text{g}) = 20\,000 \text{ Pa}$. Il faut **homogénéiser les unités**, en passant tout en atm ou tout en Pa. Si on veut tout passer **en atm** : $1 \text{ atm} \approx 1 \text{ bar} \approx 10^5 \text{ Pa}$. Ainsi $P_{\text{O}_2}(\text{g}) = 20\,000 \times 10^{-5} \approx 0,2 \text{ atm}$.

On a donc :

- $C(\text{O}_2) = 1,3 \cdot 10^{-3} \times 0,2$
- $C(\text{O}_2) = 1,3 \cdot 10^{-3} \times 0,2$
- $C(\text{O}_2) = 0,26 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$
- $C(\text{O}_2) = 0,26 \text{ mmol/L}$.

QCM 3 : BCE

A. FAUX, le **champ électrique** est toujours dirigé vers les potentiels **décroissants** : $\vec{E} = - \text{grad}(V)$. D'après l'énoncé, le **champ électrique** est dirigé **vers la gauche**, donc le potentiel de l'électrode **A** est **inférieur** à celui de l'électrode **B** : $V_A < V_B$.

B. VRAI, d'après la correction de l'item A, l'électrode **B** est l'électrode **positive**. La flèche sur le schéma indique le **sens de déplacement** de l'apixaban. Il se déplace vers la droite soit vers l'électrode **positive**. Or nous savons qu'une charge **négative** est attirée par un pôle **positif**, nous pouvons en déduire que l'apixaban est chargé **négativement**.

C. VRAI, on sait que l'apixaban possède la **même charge** que l'albumine mais est beaucoup plus **léger**.

☞ En effet, $M(\text{apixaban}) = 459 \text{ g/mol} < M(\text{albumine}) = 65 \times 10^3 \text{ g/mol}$.

→ Dans l'enceinte 1, pour une molécule donnée, d'après le **principe de conservation de l'énergie** :

$$E(\text{totale})_A = E(\text{totale})_B,$$

- $E_{C(A)} + E_{p(A)} = E_{C(B)} + E_{p(B)}$
- $\frac{1}{2} \cdot m \cdot v_{(A)}^2 + qU_A = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_{(B)}^2 + qU_B$ Or, d'après l'énoncé, $v_{(A)} = 0$ d'où $E_{C(A)} = 0$.
- $qU_A = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_{(B)}^2 + qU_B$
- $v_{(B)}^2 = 2 \cdot q(U_A - U_B) / m$
- $m/q = 2 \cdot \Delta U / v_{(B)}^2$.
- Le rapport **masse/charge** est donc **inversement proportionnel** à la vitesse.

☞ On sait que les charges q de l'apixaban et de l'albumine sont considérées comme **égales** et la **tension ΔU imposée est la même** pour les 2 molécules.

☞ Le seul facteur pouvant **faire varier la vitesse** est donc **la masse** des molécules. Grâce à la relation établie, on voit que le rapport m/q est inversement proportionnel à la vitesse. Plus **la masse** de la molécule **augmente**, plus **sa vitesse diminue**.

☞ L'apixaban ayant une masse molaire plus faible que l'albumine, il possède donc une **vitesse plus élevée** au niveau de l'électrode B.

D. FAUX, cf **item C**.

E. VRAI, en pénétrant dans le secteur magnétique, l'apixaban est soumis à **un champ magnétique uniforme** : il est donc animé d'un **mouvement circulaire uniforme** qui le dévie de sa trajectoire d'origine. Il subit une **force magnétique de Lorentz**, donnée par la relation :

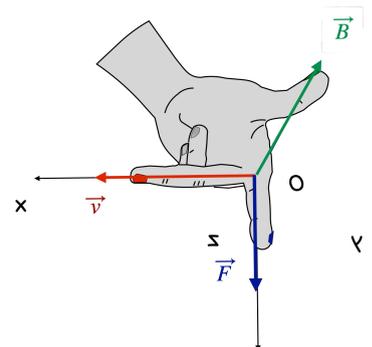
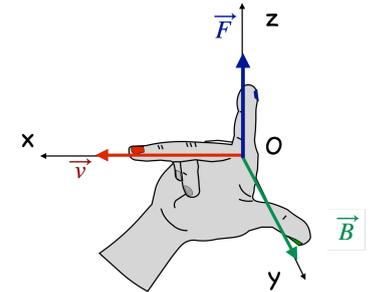
$$\vec{F} = q \vec{v} \wedge \vec{B}$$

Le sens des vecteurs est donné par la **règle de la main droite** :

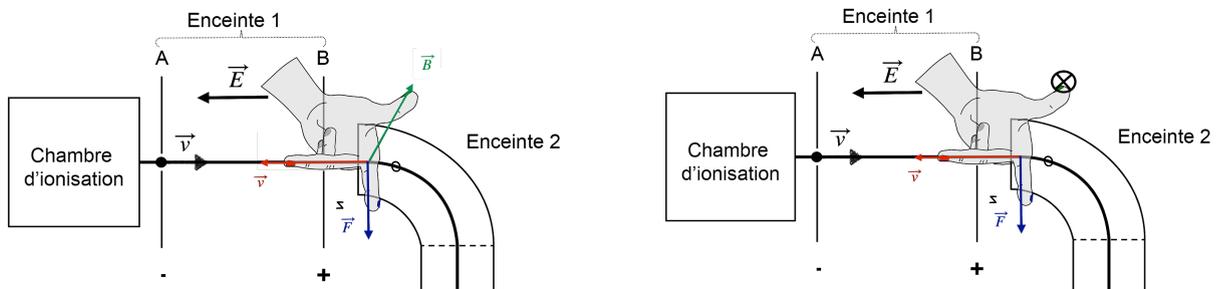
- L'**index** porte le vecteur **force**.
- Le **majeur** porte le vecteur **vitesse**.
- Le **pouce** porte le vecteur champ **magnétique**.

Dans la situation étudiée :

- Le vecteur **force** doit pointer vers le **bas** pour obtenir la **déviation**.
- Le vecteur **vitesse** pointe vers la droite, il est tangent à la trajectoire. Mais **attention**, la molécule est chargée **négativement** donc on doit effectuer une rotation de 180 ° du vecteur vitesse. Il pointe maintenant vers la **gauche**.
- Le vecteur champ **magnétique** s'éloigne de vous, il **sort de la feuille par l'arrière**.



Tout est résumé (avec le champ électrique de l'item A) sur ce schéma :



Rappel : quand un vecteur sort perpendiculairement de la feuille, deux possibilités :

| | |
|-----------------------|----------------------|
| | |
| Il s'éloigne de vous. | Il pointe vers vous. |

QCM 4 : AC

A. VRAI, le **champ radiofréquence** \vec{B}_1 apporte l'énergie nécessaire aux spins pour **modifier leur orientation** et passer vers l'état excité **spin down** (en sens inverse de \vec{B}_0).

☞ L'aimantation nucléaire totale $\vec{M} = \sum \vec{\mu}$ (*moments magnétiques*), elle est donc modifiée par \vec{B}_1 .

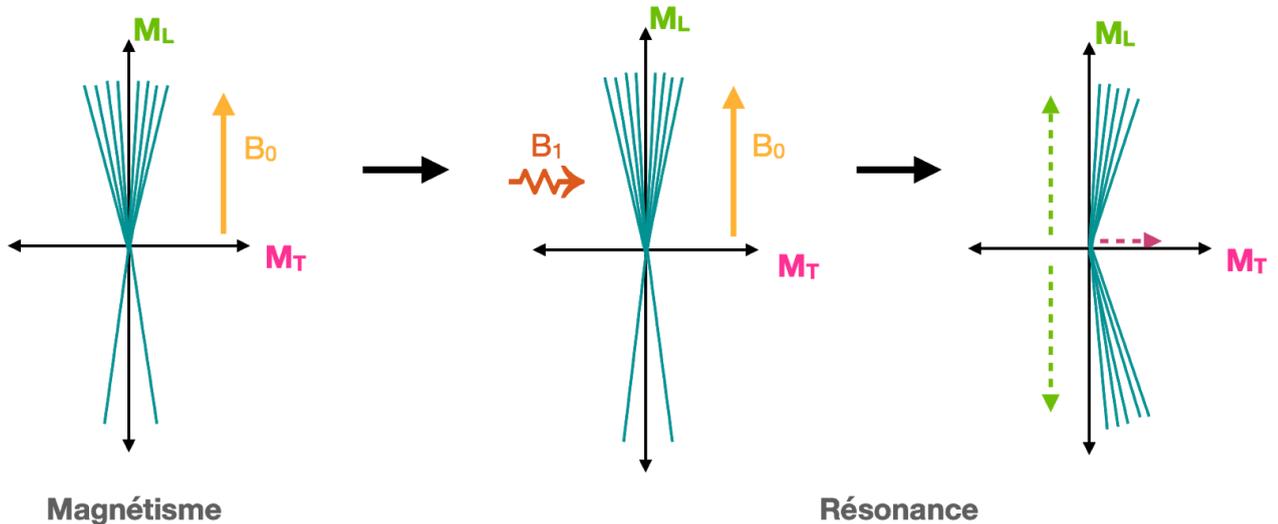
- ☐ À l'**arrêt de l'impulsion** de ce champ, les spins n'ont plus un apport d'énergie suffisant pour maintenir cette orientation. Ils reviennent vers l'état spin up et **se réorientent selon** \vec{B}_0 (axe des z). Cette configuration selon \vec{B}_0 est la **plus stable** car la **moins énergétique**.

☞ L'aimantation nucléaire totale $\vec{M} = \sum \vec{\mu}$ se réoriente donc **selon l'axe z**.

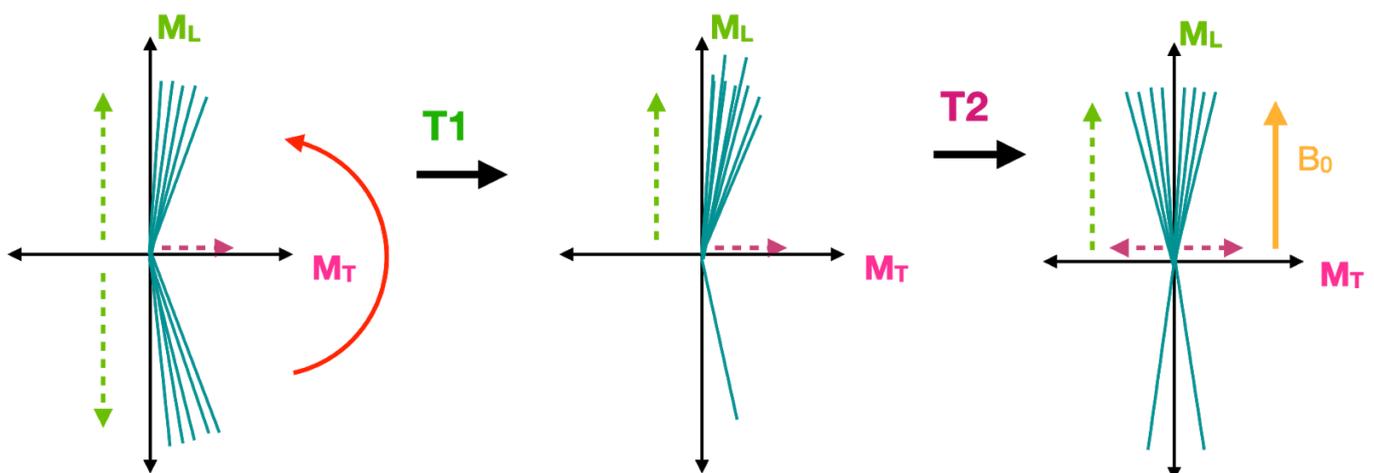
B. FAUX, le temps de **relaxation longitudinale T1** correspond aux interactions **spin-réseaux** dépendantes de l'**environnement magnétique**. Le temps de **relaxation transversale T2** correspond aux interactions entre les spins voisins (spin-spin) caractérisants les **hétérogénéités locales**.

C. VRAI, petit récap sur la variation de l'aimantation en RMN. On compte **3 étapes** :

- **Orientation des spins** : application d'un champ \vec{B}_0 selon lequel les spins s'orientent (*en spins up ou down*).
- **Résonance** : perturbation par un champ radiofréquence \vec{B}_1 .
- **Relaxation** : arrêt du champ radiofréquence \vec{B}_1 et retour à l'équilibre.

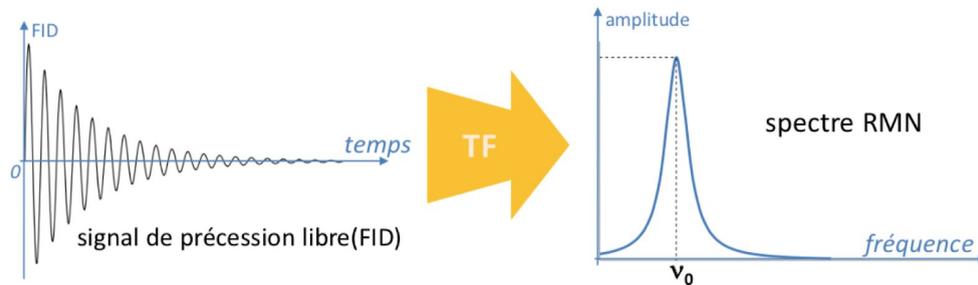


- Durant le temps de relaxation longitudinale **T1**, les **spins down** (de forte énergie) libèrent de l'énergie pour repasser à l'état de **spin up** (de basse énergie). Ainsi, **l'aimantation longitudinale M_L augmente jusqu'à sa valeur maximale** (représentée ci-dessous par la flèche verte). La flèche A correspond donc à T1.
- Durant le temps de relaxation transversale **T2**, les spins se répartissent de manière homogène de part et d'autre de l'axe longitudinal. Ainsi, **l'aimantation transversale s'annule: $M_T = 0$** (représentée ci-dessous par les flèches roses). La flèche C correspond donc à T2.



D. FAUX, la variation de l'aimantation induit un courant (signal RMN) détectable en imagerie. Plus les temps de relaxation des différents tissus sont proches, plus les signaux produits par ces tissus seront similaires, plus il sera difficile de les différencier. C'est pourquoi une **grande différence entre les temps de relaxation** des différents tissus induit des **signaux plus différents** et augmente le contraste en RMN.

E. FAUX, le **signal de précession libre** ou FID est le signal « brut », compliqué à étudier. Il représente l'amplitude du signal en fonction du temps. C'est pourquoi on va utiliser la **transformée de Fourier** pour aboutir au **spectre RMN**, qui représente l'amplitude du signal selon la fréquence. Son pic est centré sur **la fréquence fondamentale**.



QCM 5 : BCE

A. FAUX, pour connaître l'angle du rayon réfracté, on utilise la loi de **Snell-Descartes** :

$$n_1 \cdot \sin(i_1) = n_2 \cdot \sin(r_1) \text{ avec :}$$

- i_1 est l'angle d'incidence, c'est-à-dire l'angle mesuré entre le rayon incident et la normale à la surface du prisme : il ne faut donc pas compter 40° car c'est l'angle formé entre le rayon incident et la surface du prisme.
- $n_2 = 1,5$: c'est l'indice du prisme propre au rayon vert (530 nm).
- $n_1 = 1$: c'est l'indice de réfraction de l'air.

N.B : quand on ne précise pas dans quel milieu se trouve le prisme, il s'agit de l'air.

On veut obtenir $\sin(r_1)$ donc on l'isole de la formule :

- $\sin(r_1) = \sin(i_1) / n_2$
- $\sin(r_1) = \sin(50^\circ) / 1,5$
- $\sin(r_1) = 0,75 / 1,5$
- $\sin(r_1) = 0,5$. d'après les données on sait que : $\sin(30^\circ) = 0,5$
- **Donc $r_1 = 30^\circ$.**

B. VRAI, cf item A.

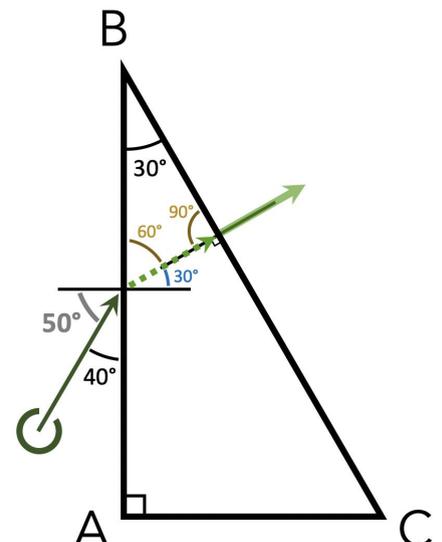
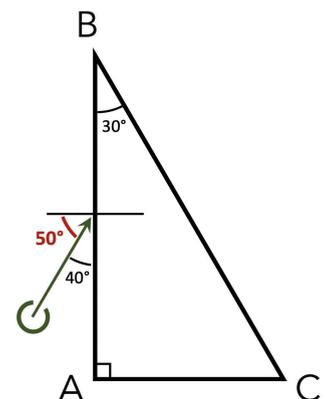
C. VRAI, un rayon **n'est pas dévié** s'il arrive **perpendiculairement** à la **surface** du prisme, c'est-à-dire en ayant un angle d'incidence $r_2 = 0^\circ$: il se confond avec la normale au prisme. Pour vérifier que l'angle r_2 est nul, la méthode la plus courte est d'utiliser la formule donnant l'angle du sommet (ici angle B) noté **A** :

$$A = r_1 + r_2 \text{ avec :}$$

- $A = 30^\circ$ (donné dans l'énoncé).
- $r_1 = 30^\circ$ (l'angle réfracté de la face AB).

On veut obtenir r_2 donc on l'isole de la formule :

- $r_2 = A - r_1$
- $r_2 = 30 - 30$
- $r_2 = 0^\circ$ donc le rayon arrivant sur la face BC ne sera pas dévié et sortira du prisme perpendiculairement à sa surface.



$SP_R = 1/D^\circ$ amétropie d'Annah

$SP_R = 1/1$

$SP_R = 1 \text{ m}$ δ correspondent à des m^{-1} .

$SP_R = + 100 \text{ cm}$.

B. FAUX, cf item A.

C. VRAI, pour résoudre cet item, il faut connaître (**par coeur**) la formule de l'**amplitude dioptrique d'accommodation** :

$$\begin{array}{c} \text{En } \delta \\ \downarrow \\ AA = \frac{1}{SP_R} - \frac{1}{SP_P} = \frac{1}{D} - \frac{1}{d} \\ \begin{array}{ccc} \uparrow & & \uparrow \\ \text{En mètres} & & \text{En mètres} \end{array} \end{array}$$

Quelles informations avons-nous ?

☞ $SP_R = 1 \text{ m}$ (calculé à l'item A).

☞ D'après l'énoncé : P_P se trouve à 40 cm devant l'oeil d'Annah.

$SP_P = - 40 \text{ cm}$

$SP_P = - 4.10^{-1} \text{ m}$.

Nous pouvons donc calculer la valeur de l'amplitude d'accommodation (AA) d'Annah :

$AA = 1/ SP_R - 1/SP_P$

$AA = 1/1 - 1/(- 4.10^{-1})$

$AA = 1 + 1 / (4/10)$

$AA = 1 + 10/4$

$AA = 1 + 2,5$

$AA = + 3,5 \delta$

Comment interpréter ce résultat ?

→ D'après le cours, la **presbytie** est un vieillessement naturel du mécanisme visuel lié à la **un défaut de l'accommodation** due à une **perte de l'élasticité du cristallin**. La presbytie est caractérisée par un P_P qui **s'éloigne progressivement** de l'oeil, un P_R qui reste **à peu près fixe** et surtout par une **amplitude dioptrique d'accommodation** qui **diminue**.

On considère qu'un patient est **atteint de presbytie** lorsque : **$AA < 4 \delta$** . Dans la situation étudiée :

$AA = 3,5 \delta (< 4 \delta)$.

☞ **Annah est donc atteinte de presbytie en plus de l'hypermétropie.**

D. FAUX, cf item C.

E. VRAI, cf item C.

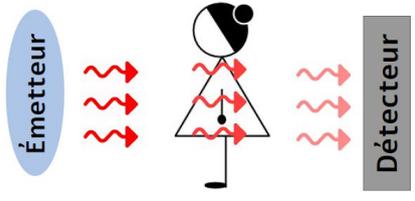
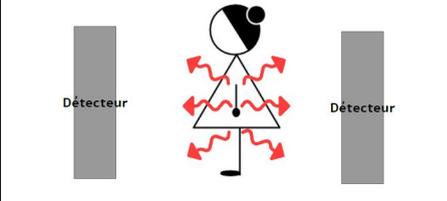
QCM 7 : E

A. FAUX, l'examen radiologique est représenté par **la situation 1**.

→ Cependant, il s'agit d'une imagerie par **transmission** de **rayons X**. Pour réaliser une **radiographie**, une source externe émet des **photons X** sur Eléonore. Ces photons la traversent et sont **plus ou moins atténués** selon les tissus rencontrés. Les photons X sont ensuite récupérés par un **détecteur** (par exemple un film radiographique, cf. cours interactions rayonnements/matière).

→ L'imagerie par **émission** de **photons γ** est utilisée en médecine **nucléaire**. L'équipe médicale administre au patient un **MRP** (*médicament radiopharmaceutique*) émetteur de photons γ . Le patient devient alors, à son tour, **émetteur** de photons γ qui seront ensuite captés par un **détecteur**. Cette technique d'imagerie est représentée par **la situation 2**.

☞ Faisons un récapitulatif des origines et utilisations médicales des rayons X et γ :

| | Rayons X | Rayons γ |
|---|--|---|
| Origine | Cortège électronique | Noyau |
| Utilisations médicales | Imagerie par transmission : radiographie. | Imagerie par émission : médecine nucléaire. |
| Illustration par nos situations de l'énoncé |  |  |

B. FAUX, cf item A.

C. FAUX, deux parties rendent cette phrase fautive :

→ Les **rayons X ne sont pas émis** par Eléonore, ils la **traversent** juste : la source de photons est extérieure à Eléonore.

→ De plus, au sein d'un atome, les rayons X proviennent d'une **transition électronique** et non d'une **transition nucléaire**.

D. FAUX, les **rayons γ** sont bien produits par une **réaction avec le noyau**. Cependant, la radiographie est basée sur l'utilisation de **rayons X** : ce ne sont donc pas des photons γ qui traversent Eléonore.

E. VRAI, en effet, lors d'une imagerie par transmission, les photons X sont plus ou moins atténués par nos tissus avant d'être récupérés par le détecteur. **Lors de la traversée de la partie cassée de la côte, les rayons sont moins atténués car ils ne sont plus arrêtés par le tissu osseux**. Nous pouvons donc voir une **partie plus sombre (clarté)** sur la radiographie.



QCM 8 : BCE

A. FAUX, **attention à bien lire l'item** ! Une unité de masse atomique **u** (ou u.m.a)

correspond à **un douzième** de la masse de **1 atome de Carbone 12**. La masse d'un atome de Carbone 12 vaut donc 12 u.

☞ *C'est une unité de masse standard pour exprimer les masses des molécules, des atomes ainsi que des masses correspondantes aux échanges d'énergies entre atomes.*

B. VRAI, la charge élémentaire notée **e** est **la plus petite quantité de charge électrique susceptible d'exister**.

→ Sa valeur est d'environ $e = 1,6 \times 10^{-19}$ C.

→ Elle correspond à la **charge d'un proton**, ou de façon équivalente, à l'opposé de la charge d'un électron.

C. VRAI, c'est une définition du cours, **à connaître par cœur** ! Le **joule J** est l'unité de l'énergie dans le **Système international** et correspond bien au **déplacement d'un point d'application de 1 mètre suite à l'application d'une force de 1 newton**.

D. FAUX, c'est encore **une définition du joule** qui est donnée dans cet item. Un électronvolt correspond aussi à une unité d'énergie mais elle s'applique à la charge électrique élémentaire **e** qui vaut **$1,6 \times 10^{-19}$ coulomb** et **non 1 coulomb**. Pour résumer :

- **1 joule** correspond bien à l'énergie reçue par une **charge électrique de 1 coulomb** qui traverse une différence de potentiel de 1 volt.

- **1 électronvolt** correspond à l'énergie reçue ou cédée **par une particule portant la charge élémentaire** qui traverse une même différence de potentiel de 1 volt.

E. VRAI, le **becquerel** est l'unité du **système international** pour calculer l'**activité d'une certaine quantité de matière radioactive**. C'est le **nombre de désintégration** qui se produit à l'intérieur de la matière **par seconde**.

☞ *En pratique, on peut aussi utiliser le Curie : $1 \text{ Ci} = 37 \text{ GBq}$.*

QCM 9 : AC

A. VRAI, l'utilisation de rayonnements ionisants en médecine est accompagnée de **risques pour la santé des patients**. Pour la préserver au mieux, tout en profitant d'une imagerie de qualité, **deux règles** sont primordiales à suivre :

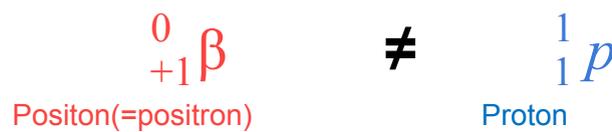
☞ **ALARA (As Low As Reasonably Achievable)** : la dose doit être **aussi faible que raisonnablement possible**. Il faut trouver le **meilleur compromis entre l'information recherchée et l'irradiation**.

☞ La **justification des doses** : il est indispensable de justifier chaque utilisation de rayonnement ionisant. **Pourquoi choisit-on un acte irradiant plutôt qu'un autre ? Quel est le meilleur compromis pour répondre à la question posée ?**

→ **Le rapport bénéfices/risques doit toujours être supérieur à 1 !**

B. FAUX, les imageries diagnostiques pour lesquelles le patient est **lui-même émetteur de rayonnements ionisants** sont la **tomographie par émission de POSITONS (TEP)** et la **scintigraphie**.

(**ATTENTION** : lisez attentivement et complètement chaque item !)



Ces techniques relèvent de la **médecine nucléaire** et utilisent donc des **rayons γ** .

Comment se passent les TEP et les scintigraphies ?

→ Le principe de base est le suivant : on injecte un **traceur radioactif** (appelé également **MRP**) au patient **avant le début de l'examen**. Ce traceur est marqué à une molécule ayant une affinité pour une zone d'intérêt. Ce produit radioactif (dans le corps du patient) va ensuite **émettre des photons** : les **rayons γ** . Ces **signaux** vont enfin être **captés par différents détecteurs** et **retranscrits sur des clichés**.

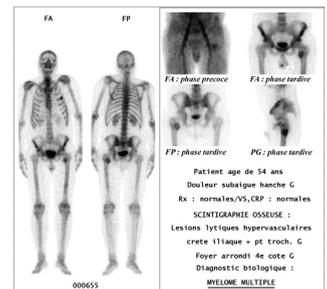


Figure 2 : Clichés de scintigraphie osseuse

C. VRAI, la **radiographie et le scanner** utilisent des **rayons X (IONISANTS)** qui sont **envoyés sur** le patient. Les **photons X** vont être **atténués** en traversant les différents tissus qui sont plus ou moins denses. Il est, dans ce cas, question d'**imagerie par transmission** : seuls les photons X transmis seront détectés.

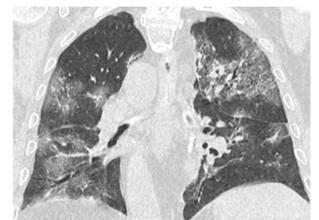


Figure 3 : Scanner pulmonaire d'un patient atteint de COVID-19.

D. FAUX, l'**IRM (Imagerie par Résonance Magnétique)** est une technique d'imagerie médicale utilisant des **rayonnements NON IONISANTS**.

☞ L'**IRM** repose sur la capacité des **noyaux d'hydrogène** à émettre des signaux détectables lorsqu'ils sont placés dans un **champ magnétique puissant** et soumis à une impulsion de **radiofréquence particulière**, capable de **les faire résonner**.

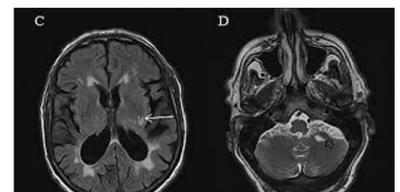


Figure 4 : IRM cérébral d'un patient

E. FAUX, l'exposition totale des français aux rayonnements provient pour environ **1/3 du domaine médical** (hors radiothérapie) et **1/3 du radon** : ce sont donc les principales sources d'exposition.

☞ **Le radon** est un **gaz radioactif** provenant de l'**uranium et du radium** présents dans la croûte terrestre et qui diffuse dans l'atmosphère.



☞ Le rayonnement **tellurique** ne représente que **14%** tandis que le rayonnement **cosmique** n'enlève que **7%** de l'exposition totale des français aux rayonnements.

QCM 10 : CD

A. FAUX, d'après le principe de la dualité **onde-corpuscule**, une onde électromagnétique possède deux aspects complémentaires :

- ☐ Selon la représentation **ondulatoire**, une **onde électromagnétique** est assimilée à une **double vibration** correspondant à l'association de deux composantes : un champ **électrique** et un champ **magnétique**. La propagation de ces deux champs se fait en phase, sur des plans perpendiculaires.
- ☐ Le concept de **photon** fait écho à la théorie **corpusculaire** selon laquelle une onde est un **flux de corpuscules** (les photons) transportant de l'**énergie cinétique**.

B. FAUX, les rayonnements peuvent avoir deux natures différentes :

- ☐ Les rayonnements **particulaires** qui peuvent être **directement ionisants** (particules chargées α, β) mais également **indirectement ionisants** (particules neutres n).
- ☐ Les rayonnements **EM** qui sont tous **indirectement ionisants** car non chargés.

C. VRAI, un rayonnement est potentiellement ionisant lorsqu'il possède une **énergie $E > 13,6 \text{ eV}$** ce qui correspond à un **longueur d'onde $\lambda < 100 \text{ nm}$** . *Ce seuil de 13,6 eV correspond au potentiel d'ionisation de l'atome d'hydrogène, la plus faible des énergies de liaisons de la matière vivante.*

→ Or **les rayonnements infrarouges** correspondent à des longueurs d'ondes $\lambda > 1 \mu\text{m} = 1000 \text{ nm}$, ils ne sont donc pas ionisants.

→ En revanche, **les rayons X** ont bien une longueur d'onde **inférieure à 90 nm** : ils sont potentiellement ionisants.

*N.B : pour retrouver ce genre données, on peut utiliser la formule expérimentale suivante : $E(\text{eV}) = 1240/\lambda(\text{nm})$. Attention, pour cela il faut bien respecter les **unités** (longueur d'onde en nm, énergie en eV) et avoir conscience que le résultat est approximatif !*

D. VRAI, on utilise la **relation de Planck-Einstein** selon laquelle $E = h\nu$, avec :

- **E**, l'énergie du rayonnement qui vaut ici $9 \cdot 10^{-16} \text{ mJ} = 9 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.
- **h**, la constante de Planck qui vaut $6 \cdot 10^{-34} \text{ SI}$.
- ν , la fréquence du rayonnement.

On cherche la fréquence ν du rayonnement :

- $\nu = E/h$
- $\nu = 9 \cdot 10^{-19} / 6 \cdot 10^{-34}$
- $\nu = 1,5 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$
- $\nu = 1,5 \cdot 10^6 \cdot 10^9 \text{ Hz}$ *Rappel : 1 GHz = 10^9 Hz .*
- $\nu = \mathbf{1,5 \cdot 10^6 \text{ GHz}}$.

E. FAUX, on sait que $\lambda = c/\nu$, avec $\nu = 1,5 \cdot 10^6 \text{ GHz}$ (cf item D), et $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$. Ainsi :

- $\lambda = c/\nu$
- $\lambda = 3 \cdot 10^8 / [(3/2) \cdot 10^{15}]$
- $\lambda = 3 \cdot 2 \cdot 10^8 / (3 \cdot 10^{15})$
- $\lambda = 2 \cdot 10^{-15+8} \text{ m}$
- $\lambda = 2 \cdot 10^{-7} \text{ m}$
- $\lambda = 2 \cdot 10^2 \cdot 10^{-9} \text{ m}$ *Rappel : 1 m = 10^9 nm .*
- $\lambda = \mathbf{200 \text{ nm}}$.

Ce rayonnement appartient bien au **domaine des UV** puisque $10 \text{ nm} < \lambda < 400 \text{ nm}$.

Mais est-il ionisant ?

→ Son énergie est donnée dans l'énoncé : $E = 9 \cdot 10^{-16} \text{ mJ}$, soit $9 \cdot 10^{-19} \text{ J}$. Il faut savoir convertir les Joules en électrons-Volts : $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$. Ainsi :

- $E(\text{eV}) = 9 \cdot 10^{-19} / 1,6 \cdot 10^{-19}$
- $E(\text{eV}) = 9 / 1,6 < 9 / 1,5 \rightarrow 9 / 1,5 = 90 / 15 = 6$.
- $E(\text{eV}) < \mathbf{6 \text{ eV} < 13,6 \text{ eV}}$.

→ L'énergie de ce rayonnement est **inférieure à 13,6 eV**, sa longueur d'onde est supérieure à 100 nm : il fait partie des proches UV, il n'est donc **pas ionisant**.

N.B : Certains rayonnements UV ont une longueur d'onde inférieure à 100nm et peuvent ainsi être ionisants : ce sont les UV éloignés.

QCM 11 : ABD

A. VRAI, en effet, l'axe des abscisses représente **le nombre de protons Z** (= *numéro atomique*) et l'axe des ordonnées représente **le nombre de neutrons N** (obtenu par la soustraction $N = A - Z$, avec A le nombre de nucléons, appelé également *nombre de masse*).

Que représente la courbe de stabilité nucléaire ?

☞ Un noyau **excédentaire en protons (chargés positivement)** se situe à droite de la courbe de stabilité nucléaire. Ce noyau va devoir **perdre des protons** pour se stabiliser.

→ Lors des réactions nucléaires, il ne faut surtout pas oublier d'appliquer les lois de **conservation des réactions nucléaires** : conservation du **nombre de masse**, de la **charge** et de l'**énergie totale**.

- La **perte** d'un **proton (chargé +1)** va donc s'accompagner de l'**émission d'une particule β^+ (chargée +1)** pour **équilibrer la charge** de la réaction nucléaire.
- La **perte** d'un **proton** s'accompagne donc du **gain d'un neutron** car **$A = \text{neutrons} + \text{protons}$** .

☞ Un noyau **excédentaire en neutrons** se situe à gauche de la courbe de stabilité nucléaire.

- La **perte** d'un **neutron** s'accompagne donc du **gain d'un proton** (chargé +1).
- Pour équilibrer le nombre de charges, il faut donc ajouter une **charge négative**, d'où l'émission d'une **particule β^- (chargé -1)**.

☞ Un noyau **excédentaire en protons ET en neutrons**, c'est-à-dire **excédentaire en nucléons**, se situe entre la courbe de stabilité nucléaire et la bissectrice $N = Z$.

- Il va devoir émettre une particule **alpha**, un noyau d'hélium **He (4;2)**, pour redevenir stable. En effet, avec une telle émission, le **nombre de protons ET le nombre de neutrons du noyau diminuent**.

B. VRAI, en effet, comme précisé dans l'item A, les noyaux qui se trouvent à gauche de la courbe de stabilité nucléaire sont **en excès de neutrons**, ils se stabilisent donc par **une émission β^-** .

Attention à ne pas confondre radionucléide et nucléide !

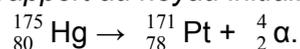
- ☐ **Nucléide** : noyau **stable** n'ayant pas la possibilité de passer à un état d'énergie inférieur.
- ☐ **Radionucléide** : noyau **instable**, **contenant un surplus d'énergie** et qui tend à se transformer en noyau stable de moindre énergie (un **nucléide**).

☞ La différence entre les deux types de particules est donc la **quantité d'énergie contenue dans les noyaux**.

C. FAUX, **Attention ! Un nucléide est un noyau STABLE !** Ainsi, il n'a pas la possibilité de passer à un état d'énergie inférieur.

☞ Cependant, les **radionucléides** qui se situent à droite de la courbe de stabilité nucléaire sont en **excès de protons**. Ils se stabilisent donc bien par **émission β^+** .

D. VRAI, en effet, l'élément symbolisé par la croix peut correspondre à un isotope du mercure Hg : il se situe dans **la zone 3** où les noyaux sont **excédentaires en nucléons**. Celui-ci étant **en excès de protons et de neutrons**, il va retourner à un état d'équilibre par émission **alpha α (4,2)** et se transformer en Plutonium (171, 78). Le *Plutonium a donc un nombre de masse A diminué de 4 et un numéro atomique Z diminué de 2 par rapport au noyau initial*.



E. FAUX, pour les éléments légers stables, **le rapport N/Z est égal à 1**. Ainsi leur **nombre de neutrons est égal à leur nombre de protons**.

L'item est vrai pour les éléments **lourds stables**, dont le **rapport N/Z est égal à 1,6 > 1** donc ils **possèdent plus** de **neutrons** que de **protons**. *Il faut donc 1,6 fois plus de neutrons pour contrebalancer l'effet de répulsion entre le noyau et les charges positives portées par les protons.*

QCM 12 : ADE

A. VRAI, pour bien comprendre ce QCM, revoyons la nomenclature d'un noyau X :

- **A**, le nombre de masse, correspond au **nombre de nucléons**.
- **Z**, le numéro atomique, correspond au **nombre de protons**.
- **N**, correspond au **nombre de neutrons** avec $A = N + Z$.



→ Dans les données, vous trouvez le **nombre de masse**, soit **A**. On sait que $A = N + Z$ donc $N = A - Z$.

→ Le **nombre de protons Z** peut être trouvé dans la classification périodique des éléments en fin de sujet. **Pensez à l'utiliser, cela fait partie des données !** On obtient ainsi :

Pour le **chrome** :

- **A** = 51 et **Z** = 24
- **N** = 51 - 24
- **N** = 27.

Pour le **scandium** :

- **A** = 48 et **Z** = 21
- **N** = 48 - 21
- **N** = 27.

☞ Les deux **N** sont égaux : les atomes ont le même nombre de **neutrons**, ce sont bien des **isotones**.

B. FAUX, cf. item A. Deux **isotopes** possèdent le même **nombre de protons Z**. Or $Z(\text{Chrome}) = 24$ et $Z(\text{Scandium}) = 21$. **Les Z ne sont pas égaux.**

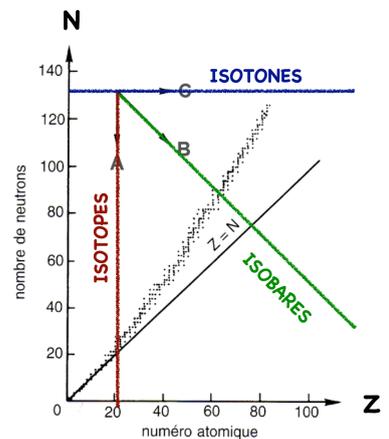
C. FAUX, le deutérium ($Z = 1, A = 2$) et le tritium ($Z = 1, A = 3$) sont bien des **isotopes de l'hydrogène** ($Z = 1, A = 1$). Le deutérium est un isotope **naturel** tandis que le tritium peut avoir une origine **naturelle** et **artificielle**.

Rappels : les isotopes naturels sont produits dans la nature alors que les isotopes artificiels sont produits par l'Homme en laboratoire.

D. VRAI, c'est la définition du cours ! Les **isomères** sont des **noyaux identiques** possédant le **même Z, A et N**. Cependant, ils ont des **états énergétiques différents** (*plus ou moins excités*).

E. VRAI, pour y répondre, il faut connaître les deux axes (*ordonnées/abscisses*) puis raisonner :

- Si on évolue le long de **l'axe A**, parallèle à l'axe des ordonnées (évolution de N), on garde le **même Z** et **N diminue**. On rencontre donc des **isotopes**.
- Si on évolue le long de **l'axe C**, parallèle à l'axe des abscisses (évolution de Z), on garde le **même N** et **Z augmente**. On rencontre donc des **isotones**.
- Si on évolue le long de **l'axe B**, on fait varier **en même temps N et Z**, en gardant le même **A**. On rencontre donc des **isobares** : deux éléments qui ont le **même A**, mais des **N et Z différents**. *En suivant l'axe B isobare, on passe d'un élément 1 avec x protons et y neutrons à un élément 2 avec x+1 protons et y-1 neutrons. Ainsi $A(1) = x + y$ et $A(2) = x+1+y-1 = x + y$.*



QCM 13 : AC

A. VRAI, en effet **une particule α** porte **deux charges positives +2** : c'est un noyau d'hélium He composé de **2 protons** et **2 neutrons**. La **particule β^+** , quant à elle, possède **une charge positive +1** car elle correspond à **un positon**.

B. FAUX, les particules β^+ et β^- diffèrent par leur **charge** (respectivement **+1** et **-1**) mais ont **le même nombre de masse A = 0**. En effet, le nombre de masse correspond à la masse portée par le noyau de l'atome : ces particules ne sont ni des neutrons ni des protons, **donc leur nombre de masse A = 0**. *Attention leur masse réelle est différente de 0.*

C. VRAI, **une particule alpha** possède un nombre de masse **A = 4** (car composée de 4 nucléons) et un proton p possède un **nombre de masse A = 1**. Ainsi, $4 \times 1 = 4$. Donc, une particule α possède bien un nombre de masse quatre fois plus élevé qu'un proton p.

D. FAUX, la seule distinction entre les rayons X et γ est leur origine ! Les deux rayonnements ne possèdent **ni charge, ni masse !**

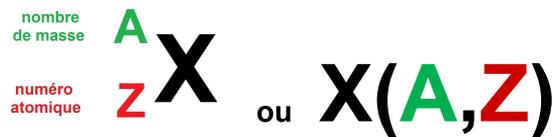
E. FAUX, **attention ! Il ne faut pas confondre la masse et le nombre de masse A.**

→ Le nombre de masse d'un électron est nul car A correspond à la **masse du noyau de l'atome**, soit des nucléons de l'atome (**protons + neutrons**). On en déduit qu'un électron isolé à l'extérieur du noyau sera non accompagné de nucléons et aura **un nombre de masse nul**.

→ Cependant, **cela ne veut pas dire que sa masse est nulle !** La masse de l'électron, particule légère, est **très faible** mais elle n'est en aucun cas nulle.

QCM 14 : B

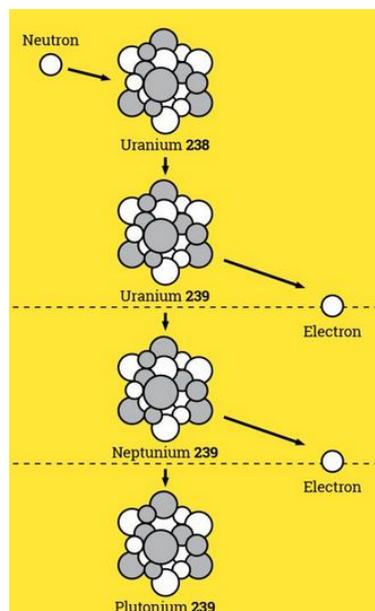
Rappel nomenclature d'un noyau X :



- Le nombre de masse A correspond au **nombre de nucléons** du noyau atomique (**neutrons + protons**).
- Le numéro atomique Z correspond au **nombre de protons** du noyau (soit le **nombre d'électrons** du cortège).

!! Dans une réaction nucléaire on a **conservation** :

- De la **charge Z**.
 - Du nombre de **masse A**.
 - De l'**énergie totale E_T**.
 - Pour les réactions **provoquées** : $X + a \rightarrow Y + b$ ou $X(a,b)Y$.
☞ X est le noyau cible, sur lequel on envoie une **particule incidente a**, provoquant ainsi sa transformation en un noyau Y avec l'émission d'une **particule b**.
 - Pour les réactions **spontanées** : $X \rightarrow Y + c$.
☞ Un **noyau X instable se désintègre spontanément en un noyau Y plus stable**, en émettant une **particule c**.
- Dans l'énoncé on cite la cascade de réactions nucléaires (*provoquées et spontanées*) qui permettent de former du plutonium à partir de l'Uranium 238 :



A. FAUX, on peut créer **artificiellement** de l'**uranium 239** en provoquant l'interaction d'un **neutron** (n) avec l'**uranium 238**. On obtient ainsi la réaction suivante : ${}_{92}^{238}\text{U} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_{92}^{239}\text{U}$.

→ On a bien conservation du **nombre de masse** ($238 + 1 = 239$), et de la **charge** (92).

→ Dans la réaction énoncée dans l'item, la masse est conservée mais **pas la charge** :

${}_{92}^{238}\text{U} + {}_1^1\text{p} \rightarrow {}_{93}^{239}\text{U}$. Cette réaction est impossible ! En effet, c'est le neptunium qui comporte un numéro atomique égal à 93 !

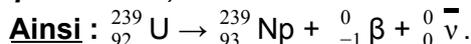
B. VRAI, cf item A.

C. FAUX, l'uranium 239 se désintègre bien en neptunium 239 par **émission β^-** . Cela signifie que l'uranium 239 a un **neutron excédentaire**, qui est **transformé en proton** par l'émission d'une **particule β^-** (et d'un antineutrino, de charge et de nombre de masse considérés comme **nuls**).



→ La réaction de l'item est juste car on a bien **conservation de la masse (239) et de la charge (92 = 93 -1)**.

→ Mais on est dans le cas d'une réaction nucléaire **spontanée** (un noyau père instable se désintègre en un noyau fils **plus stable**), on doit utiliser une **simple** flèche !



D. FAUX, procédons par étapes :

- Le neptunium 239 se désintègre en **plutonium 239** par **émission β^-** .
- Cela signifie que le neptunium 239 présente un **neutron excédentaire**, **transformé en proton** par l'émission d'une **particule β^-** .
- C'est une réaction nucléaire **SPONTANÉE** : le neptunium instable se désintègre en un élément fils **plus stable**, le plutonium : ${}_{93}^{239}\text{Np} \rightarrow {}_{94}^{239}\text{Pu} + {}_{-1}^0 \beta + {}_0^0 \bar{\nu}$.
→ Autrement dit, on n'a **pas besoin** d'envoyer une particule incidente sur le neptunium 239 pour provoquer cette réaction.
- Or, l'annotation **Np 239(n,p)Pu 239** signifie que la réaction est **PROVOQUÉE** (cf **rappel au début de la correction**) en envoyant un **neutron incident** sur le neptunium 239, pour former le noyau plutonium 239 qui **émet un proton**. Cette réaction n'a **rien à voir** avec la désintégration du Neptunium et est **impossible** car ne respectant pas les lois de conservation des réactions nucléaires : ${}_{93}^{239}\text{Np} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_{94}^{239}\text{Pu} + {}_1^1\text{p}$.

E. FAUX, cf **rappel au début de la correction** : le nombre de masse A et la charge Z **se conservent** au cours la réaction nucléaire.

QCM 15 : BDE

- A. FAUX, il s'agit ici d'une petite nuance. Il y a **3 forces** en jeu dans le noyau (attractive, répulsive et électrostatique) mais seulement **2 champs** : **attractif** et **électrostatique**.
- B. VRAI, la **force électrostatique** est une force **universelle** (force de Coulomb) agissant sur toutes les **particules chargées** indépendamment du noyau. À l'inverse, les **forces nucléaires attractives et répulsives** sont **propres au noyau**.
- C. FAUX, le **champ nucléaire attractif** agit par **attraction** vers un point central (le centre du noyau) sur **toutes les particules** qu'elles soient **chargées ou non**. Il permet ainsi la cohésion des **protons** (chargés) et des **neutrons** (non chargés) du noyau. Cependant, le **champ électrostatique** n'agit que sur les **particules chargées** !
- D. VRAI, le champ électrostatique constitue **une barrière de potentiel**.
☞ Le **proton**, de charge +e, est **repoussé par le noyau** chargé positivement également. Il va donc devoir disposer de **suffisamment d'énergie cinétique** pour passer cette barrière de potentiel, pénétrer dans le champ nucléaire attractif et enfin rentrer dans le noyau.
☞ Le **neutron** n'étant pas chargé, il **ne subit pas cette barrière de potentiel**. Il est donc plus simple de l'intégrer au noyau.
- E. VRAI, la **force attractive** est **la plus intense** et permet une attraction en dépit des contraintes provoquant une répulsion (**force nucléaire répulsive et électrostatique**).

QCM 16 : CD

A. FAUX, **Attention aux notations !**

- Le **défaut de masse** noté Δm est caractéristique du **noyau** : c'est la différence de masse entre les nucléons à l'état libre et les mêmes nucléons à l'état liés dans le noyau.
- La **différence de masse** notée dm correspond, quant à elle, à l'écart de masse entre les noyaux initiaux et les noyaux finaux dans une réaction nucléaire.

Le défaut de masse Δm est donné par la formule suivante :

$$\Delta m = Z.m_p + N.m_n - M_x, \text{ avec :}$$

- M_x , la **masse nucléaire** de l'atome étudié.
- $Z.m_p$, le numéro atomique du noyau multiplié par la masse d'un proton.
- $N.m_n$, le nombre de neutrons du noyau multiplié par la masse d'un neutron.

☞ Dans cette situation, on n'a pas la masse nucléaire mais la masse atomique de l'atome de soufre notée m_s . On va devoir passer de l'une à l'autre :

☐ $m_s = M_s + Z.m_e$ car un atome est constitué d'un noyau et d'un nuage électronique.

☐ D'où $M_s = m_s - Z.m_e$, ce qui nous donne :

- $\Delta m = Z.m_p + N.m_n - (m_s - Z.m_e)$
- $\Delta m = Z.m_p + N.m_n + Z.m_e - m_s$.

→ Avec $Z = 16$ protons (=16 électrons) et $N = A - Z = 32 - 16 = 16$ neutrons.

Application numérique :

- $\Delta m = 16 \times 1,01 + 16 \times 1,01 + 16 \times 0,0005 - 32,066$

N.B : Puisque l'on considère que tous les nucléons (protons et neutrons) ont la même masse, on peut remplacer $Z.m_p + N.m_n$ par $A \times m_{\text{nucléon}}$ (avec $A = 32$ nucléons).

- $\Delta m = 16,16 + 16,16 + 0,008 - 32,066$
- $\Delta m = 32,328 - 32,066$
- $\Delta m = 0,262 \text{ u}$.

→ La valeur numérique de l'item est vraie, mais l'erreur de notation rend l'item faux.

B. FAUX, cf item A. On trouve cette valeur numérique en oubliant de convertir la masse atomique en masse nucléaire !

C. VRAI, la **courbe d'Aston** représente l'énergie de **liaison par nucléon** (en ordonnée) en fonction du **nombre de nucléons** (en abscisse). Plus ce rapport est important, plus l'élément est stable !

→ L'énergie de liaison par nucléon E_L/A est généralement comprise entre **7,5 et 9 MeV/nucléon**.

→ Le noyau le plus stable est le **noyau de fer Fe** qui possède le rapport E_L/A le plus élevée.

D. VRAI, les noyaux compris dans la **zone A** (*partie ascendante*) de la courbe sont les éléments **légers** (**faible nombre de masse**) tandis que les noyaux compris dans la **zone B** (*partie descendante*) de la courbe ont un **nombre de masse élevé**, ils sont **lourds**.

☐ Les éléments **légers** gagnent en stabilité par **fusion**.

☐ À l'inverse, les éléments **lourds** gagnent en stabilité par **fission**.

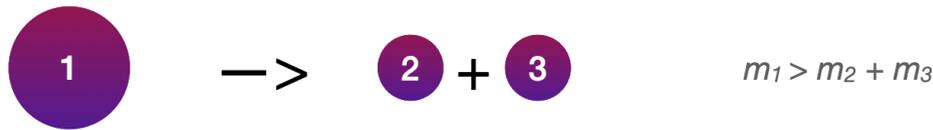
E. FAUX, les réactions de fission et fusion ont toutes deux pour but d'augmenter la stabilité du **noyau** (pour la fission) ou des **noyaux** de départ (pour la fusion). Pour se stabiliser, ces noyaux ont besoin de **se débarrasser d'un excédent d'énergie**.

- Or, d'après la relation d'Einstein $E = m.c^2$, toute masse m possède son équivalent énergétique E .
- La différence de masse $dm = \text{masse du(des) noyau(x) initiaux} - \text{masse du(des) noyau(x) finaux}$.
- Un gain de masse ($dm < 0$) induit une consommation d'énergie alors qu'une **perte de masse** ($dm > 0$) induit une **libération d'énergie** par le système. Pour se stabiliser les noyaux libèrent de l'énergie sous forme de masse : on assiste à une perte de masse.

→ Lors de la **fusion**, la somme des masses des noyaux initiaux est **supérieure** à la masse du noyau final.



- Ainsi $dm = M(\text{initial}) - M(\text{final}) > 0$: perte de masse entre l'état initial et l'état final → **libération d'énergie**.
- Lors de la **fission**, la masse du noyau initial est supérieure à la somme des masses des deux noyaux finaux.

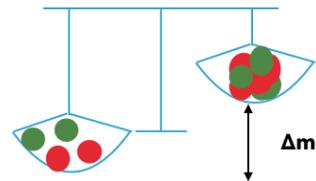


- Donc $dm = M(\text{initial}) - M(\text{final}) > 0$: perte de masse entre l'état initial et l'état final → **libération d'énergie**.
- ⇒ Donc les réactions de fusion et de fission ont toutes deux un $dm > 0$, c'est pourquoi elles libèrent de l'énergie. **Ce sont deux réactions exoénergétiques.**

QCM 17 : CD

A. FAUX, les trois ensembles possèdent le même nombre de nucléons, c'est donc l'agencement des nucléons entre eux qui va les différencier.

- **L'ensemble 1** correspond à 12 nucléons libres, c'est donc l'ensemble le plus énergétique et le plus lourd.
- En effet, la liaison des nucléons entre eux libère de l'énergie, que l'on appelle **énergie de liaison**. Or, dans un système, la perte d'énergie implique une perte de masse, les deux étant liées.



B. FAUX, l'ensemble 3 est constitué de **3 noyaux d'hélium** possédant **chacun 4 nucléons**. L'**énergie de liaison par nucléon** de l'hélium est de 7,07 MeV/nucléon (*données*).

- En tout, on a donc 3 ensembles de 4 nucléons liés soit :
 - $E_L = 3 \times (4 \times 7,07)$
 - $E_L = 3 \times 28,28$
 - $E_L = 84,84 \text{ MeV}$.

C. VRAI, la masse de l'ensemble 3 correspond à la somme de la masse des 3 noyaux d'He.

Soit la masse d'un noyau d'He :

- Il contient 4 nucléons soit **4,04 u**.
- La liaison des nucléons entre eux nécessite une perte l'énergie qui correspond à l'énergie de liaison. Cette perte d'énergie engendre une diminution de la masse que l'on appelle le défaut de masse. La masse des nucléons liés est donc inférieure à la masse des nucléons libres.
- **L'énergie de liaison** totale d'un noyau d'Hélium vaut $4 \times 7,07 = 28,28 \text{ MeV}$.
- On convertit cette énergie en masse (en u). **1 u équivaut à 1000 MeV** donc :
 - $28,28 \text{ MeV} = 28,28/1000 \text{ u}$
 - $\Delta m = 0,02828 \text{ u}$.
- Soit la masse d'un noyau d'Hélium = $4,04 - 0,02828 = 4,01172 \text{ u}$.
- Or, nous avons 3 noyaux d'hélium, **la masse totale de l'ensemble 3** vaut donc $3 \times 4,01172 = 12,03516 \text{ u}$.

D. VRAI, il faut en effet apporter de l'énergie pour passer du carbone 12 aux 12 nucléons libres, afin de rompre les liaisons entre ces derniers. Cette quantité d'énergie peut se retrouver par le **défaut de masse** entre les deux. Ce dernier vaut :

- $\Delta m = \text{masse nucléons libres} - \text{masse du noyau}$
- La masse nucléaire $M(^{12}\text{C})$ vaut d'après les données **11,99 u**.
- $\Delta m = 12 \times 1,01 - 11,99 = 12,12 - 11,99 = 0,13 \text{ u}$.

On convertit maintenant la masse en énergie pour trouver l'**énergie de liaison** soit :

- $E_L = 0,13 \times 1000$
- $E_L = 130 \text{ MeV}$.

⇒ Il faut donc **apporter 130 MeV** pour rompre toutes les liaisons dans le noyau de carbone 12 et obtenir les 12 nucléons libres.

- E. FAUX, ici il n'est pas nécessaire d'effectuer un calcul. Entre l'ensemble 3 et l'ensemble 2, il y a une différence de masse :
- Le défaut de masse de l'ensemble 3 vaut 0,08484 u (item C) alors que celui de l'ensemble 2 vaut 0,13 u (item D). *Plus le Δm est important, plus la masse du noyau est faible.*
 - **L'ensemble 3 est donc plus lourd (et plus énergétique) que l'ensemble 2.** Le passage de l'ensemble 3 à l'ensemble 2 se fera donc par une **libération d'énergie** et ne nécessite donc pas d'apport d'énergie.

QCM 18 : ABC

A. VRAI, le **noyau père X se désintègre pour donner le noyau fils Y**. On peut en déduire que X est le Polonium ($A = 210$; $Z = 84$) et Y est le Plomb ($A = 206$; $Z = 82$). Entre les 2, il y a donc une **perte de 4 nucléons** ($206 + 4 = 210$).

☞ Ces nucléons vont permettre la formation **d'un noyau d'Hélium** (particule α) composé de 4 nucléons ($A = 4$; $Z = 2$).

B. VRAI, **la désintégration α** la plus probable est la désintégration alpha pure. En effet, l'épaisseur du trait traduit l'importance relative de la voie de désintégration donc plus **la flèche** représentant la désintégration est **épaisse**, plus **la désintégration est probable** !

☐ Pour la désintégration alpha pure, **l'ensemble de l'énergie libérée** sera portée sous forme d'énergie cinétique par **la particule alpha** : ${}_{84}^{210}\text{Po} \rightarrow {}_{82}^{206}\text{Pb} + {}_2^4\alpha$.

☐ Pour la désintégration alpha suivie d'une transition gamma, une partie de l'énergie libérée sera portée par **le rayon gamma** représenté par la deuxième flèche verticale : ${}_{84}^{210}\text{Po} \rightarrow {}_{82}^{206}\text{Pb} + {}_2^4\alpha + {}_0^0\gamma$.

→ Ainsi, la particule alpha portera **moins d'énergie** si elle est suivie d'une **transition gamma**.

Rappel :

- Une **désintégration** correspond à un changement de noyau.
- Une **transition** correspond seulement à un changement d'énergie, le noyau reste le même.

C. VRAI, pour calculer une énergie libérée au cours d'une désintégration, **il faut commencer par calculer la perte de masse** : cette masse "perdue" est **libérée** sous forme d'énergie.

- Pour trouver cette perte de masse, on soustrait les masses des éléments créés (donc les masses de l'atome de ${}^{206}\text{Pb}$ et de la particule α) à la masse de l'atome père (donc la masse du ${}^{210}\text{Po}$) :

- **$dm = M(\text{Po}) - (M(\text{Pb}) + M(\text{He}))$**
- $dm = 209,9829 - (205,9744 + 4,0026)$
- $dm = 209,9829 - 209,9770$
- **$dm = 0,0059 \text{ u}$.**

Rappel : pour la désintégration alpha, que l'on utilise les masses atomiques ou nucléaires, le résultat sera le même. Ne vous embêtez pas à passer de l'une à l'autre !

- **$E_{\text{libérée}}(\alpha_2) = dm \cdot 1000$** car $1 \text{ u} = 1000 \text{ MeV}$
- $E_{\text{libérée}}(\alpha_2) = 0,0059 \times 1000$
- **$E_{\text{libérée}}(\alpha_2) = 5,9 \text{ MeV}$.**

⇒ L'énergie totale libérée au cours de la désintégration α_2 est de **5,9 MeV** : l'énergie cinétique apportée à la particule alpha est donc de 5,9 MeV.

D. FAUX, la désintégration α_1 est suivie par **une transition gamma** qui portera une partie de l'énergie.

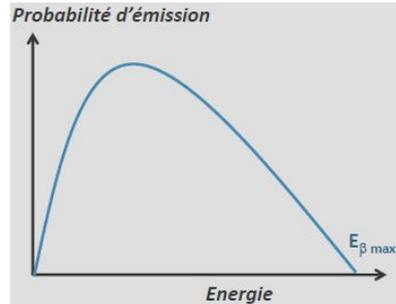
On en déduit que :

- **$E_{\text{libérée}}(\alpha_1) = E_{\text{libérée}}(\alpha_2) - E(\gamma)$**
- $E_{\text{libérée}}(\alpha_1) = 5,9 - 0,8$
- **$E_{\text{libérée}}(\alpha_1) = 5,1 \text{ MeV}$.**

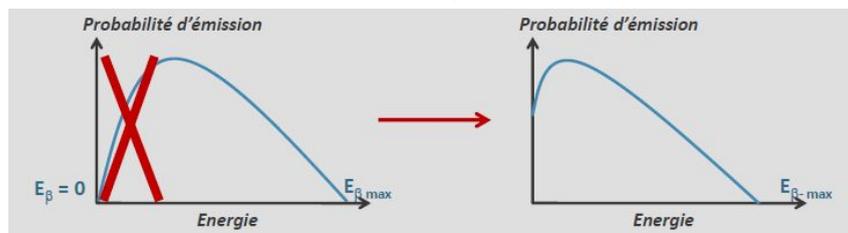
E. FAUX, **une désintégration alpha** se caractérise par **un spectre de raies** : seules des valeurs précises peuvent exister pour quantifier l'énergie libérée. C'est une émission **mono-énergétique** (énergie précise pour une réaction donnée).

QCM 19 : AE

- A. VRAI, les particules α sont peu **pénétrantes**, elles traversent peu la matière.
 ☞ Une simple feuille de papier est suffisante pour les arrêter. Elles sont facilement **absorbées par la matière**.
- B. FAUX, au contraire les **particules α** sont **très ionisantes** (elles ont une taille et une charge importantes). Leur trajet est **rectiligne et court** : elles déposent donc l'ensemble de leur énergie cinétique sur un petit parcours ce qui se traduit par un nombre **d'ionisations** important.
- C. FAUX, l'émission β est **poly-énergétique**. Elle est caractérisée par un **spectre continu**, entre une énergie **$E(\beta)$ minimum** et une énergie **$E(\beta)$ maximale**.



- D. FAUX, le spectre théorique de l'émission des **particules β^-** est **distordu**.
- En effet, ce sont des particules **négatives** qui sont **attirées** par le **noyau atomique** chargé positivement. Cette attraction diminue leur énergie cinétique.
 - Or un grand nombre de particules β^- n'ont **pas assez d'énergie** pour s'éloigner du noyau et interagir à distance, d'où la **distorsion théorique** de leur spectre continu.



- E. VRAI,
- En effet les **particules β** ont un parcours en **ligne brisée et finie** (plus long et sinueux que les particules α), au cours duquel elles **interagissent beaucoup** avec la matière du fait de leur **charge**, bien que leur pouvoir ionisant soit nettement inférieur à celui des particules α .
 - En **fin de parcours**, les particules sont **ralenties** (elles perdent peu à peu leur énergie cinétique), ce qui **augmente leurs interactions** avec la matière (grossièrement, elles ont plus de "temps" pour interagir avec la matière environnante).
 → Autrement dit, leur **densité d'ionisation augmente en fin de parcours**.

QCM 20 : ACD

- A. VRAI, les désintégrations par **émission β^+** et la **capture électronique (CE)** ont lieu pour des **noyaux excédentaires en protons**.

→ Au cours de ces deux types de désintégration, il y a **conservation du nombre de masse A** donc un **proton** est transformé en **neutron**. Le **noyau père (initial)** perd donc un **proton**.

☞ Émission β^+ :

- Émission de la particule **β^+** (= **positon/positron**).
- Émission d'un **neutrino** noté **ν** .
- **Radioactivité particulaire uniquement artificielle**.

☞ Capture électronique (CE) :

- **Capture** d'un **électron** de la **couche profonde (K ou L)**.
- Émission d'un **neutrino** noté **ν** .

Représentons ces deux types de désintégrations à partir du noyau de Xénon 125 :

Attention: N'oubliez pas de respecter les lois de conservation des réactions nucléaires

☞ conservation de la **charge Z**, du **nombre de masse A** et de l'**énergie totale E_T**.



⇒ Le noyau fils obtenu après émission β^+ ou bien CE est l'iode 125 (avec $Z = 53$).

B. FAUX, les désintégrations par émission β^+ et CE sont bien **isobariques** mais cela signifie que le **nombre de masse A reste constant** au cours de la réaction nucléaire.

C. VRAI, lors d'une **émission β^+ pure**, l'énergie libérée correspond à l'énergie maximale de la particule β^+ .

Que cherchons-nous ?

- Nous voulons calculer la **différence de masse dm** (**attention** à ne pas confondre avec le défaut de masse Δm !).

Quelles informations tirons-nous de l'énoncé ?

- D'après l'énoncé, le noyau de **Xénon 125** se désintègre par **émission β^+** donc les conditions pour que cette émission ait lieu sont **validées**.

Rappel : l'émission β^+ a lieu, si et seulement si, la **masse de l'atome père moins la masse de l'atome fils** est **supérieure à deux fois** la masse d'un électron ($2.m_e = 1,022 \text{ MeV}$). Autrement dit :

$$\mathcal{M}_{\text{père}} - \mathcal{M}_{\text{fils}} > 2.m_e$$

☞ D'après les données : $E_{\text{max}}\beta^+ = 1,6442 \text{ MeV}$.

Comment exploiter ces informations ?

☞ La désintégration étudiée est l'**émission β^+ pure**. D'après le cours, la **formule de l'énergie libérée** au cours d'une **émission β^+ pure** est la suivante :

$$E_{\text{libérée}} = dm \cdot c^2$$

↑ En Joules (pointing to $E_{\text{libérée}}$)

↑ Vitesse de la lumière en m/s (pointing to c^2)

↓ Différence de masse en kg (pointing to dm)

$$E_{\text{libérée}} = (\mathcal{M}_X - \mathcal{M}_Y - 2m_e) \cdot c^2$$

↑ En MeV (pointing to $E_{\text{libérée}}$)

↑ Masse atomique du père en u (pointing to \mathcal{M}_X)

↑ Masse atomique du fils en u (pointing to \mathcal{M}_Y)

↑ Masse de l'électron en u (pointing to $2m_e$)

← Vitesse de la lumière ≈ 1000 (pointing to c^2)

☞ On sait également, d'après le cours, que lors d'une **émission β^+ pure**, l'énergie libérée correspond à l'**énergie maximale de la particule β^+** . Par conséquent :

- $E_{\text{libérée}} = E_{\text{max}}\beta^+ = 1,6442 \text{ MeV}$
- et $E_{\text{max}}\beta^+ = dm \cdot c^2$

- En **isolant dm**, on obtient :

- $dm = E_{\text{max}}\beta^+ / c^2$
- $dm = 1,6442 / 1000$
- $dm = 1,6442 \cdot 10^{-3}$

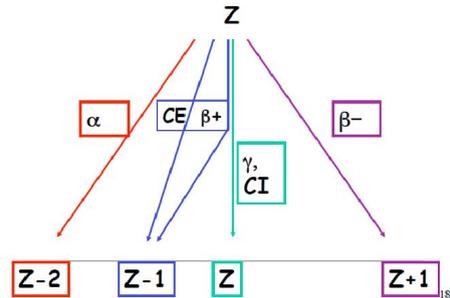
- $dm = 164,42 \cdot 10^{-5} \text{ u}$. $dm > 0$: c'est bien une perte de masse.

D. VRAI, cf item A.

E. FAUX, l'énergie disponible suite à l'émission β^+ est **partagée aléatoirement** entre la **particule β^+** et le **neutrino ν** . En effet, le **spectre d'émission β^+** est un **spectre continu** qui s'étend de **$E_{\beta^+} = 0 \text{ MeV}$** à **$E_{\max} \beta^+$** .

☞ C'est pourquoi on parle de **$E_{\max} \beta^+$** pour l'énergie libérée au cours de la réaction ; c'est l'énergie maximale qu'elle pourrait recevoir.

QCM 21 : BD



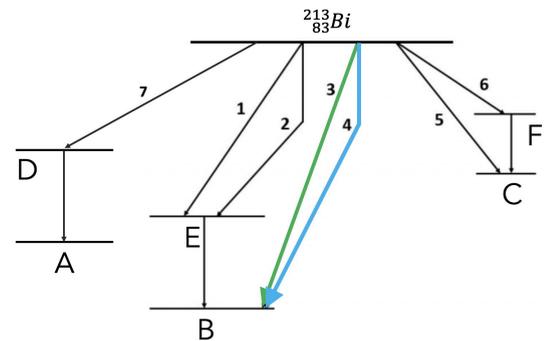
☞ Pour répondre à ce QCM, il faut absolument comprendre comment fonctionne un **schéma de désintégration**.

- L'axe des abscisses traduit l'évolution du nombre de protons et l'axe des ordonnées traduit l'évolution du niveau énergétique.
- Chaque flèche correspond à une désintégration ou une transition.
- Un **trait horizontal** caractérise un **niveau énergétique**.

A. FAUX, attention à ne pas confondre les flèches ! Les flèches allant de **droite à gauche** correspondent à une **perte de proton**, elles peuvent signifier 3 désintégrations différentes :

- ☐ Les flèches non-coudées peuvent correspondre à des **captures électroniques** ou à des **désintégrations α** . Pour les différencier, il faut savoir que, **la capture électronique peut être en compétition avec l'émission β^+** .

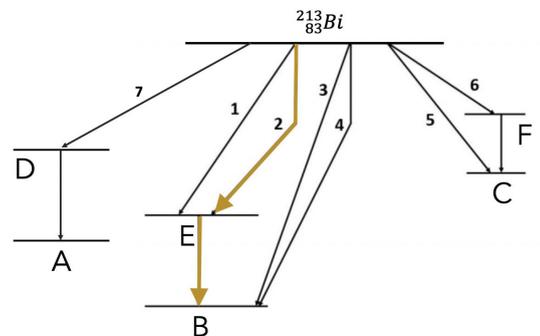
- ☐ Or, sur le schéma de désintégration, on peut voir que les flèches 1 et 3 sont accompagnées des flèches coudées 2 et 4 dont la forme est caractéristique d'une désintégration β^+ . On peut donc en déduire que **l'atome B est obtenu par capture électronique ou émission β^+** . Une désintégration alpha seule ne permettrait pas au Bismuth de se désintégrer en l'élément B. *En revanche, une désintégration alpha depuis le Bismuth permet d'obtenir l'élément D.*



B. VRAI, les désintégrations β^+ sont représentées par des flèches coudées (en raison de l'annihilation) se dirigeant de la droite vers la gauche car c'est une perte de proton. La conversion interne (CI), représentée par une flèche verticale vers le bas, se produit pour les noyaux excités ou métastables. C'est un **mécanisme de stabilisation de l'atome** en compétition avec l'émission γ .

- ☐ Ainsi pour obtenir l'élément B, le Bismuth peut bien effectuer une **désintégration β^+** , **suivie d'une conversion interne** ce qui correspondrait à obtenir l'élément B en empruntant le **chemin 2**.

C. FAUX, la flèche 3 et 4 représentent respectivement une **capture électronique** et une **émission β^+** ce qui veut dire que ce sont des désintégrations qui provoquent **la perte d'un seul proton**. Or, en

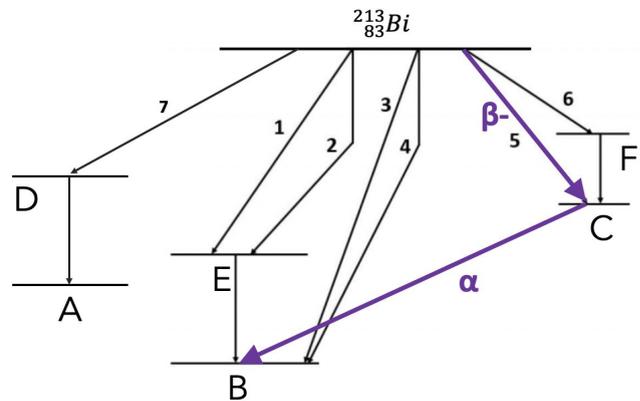


regardant les numéros atomiques, on se rend compte que le thallium ($Z = 81$) a **2 protons de moins** que le Bismuth ($Z = 83$).

→ L'item aurait été correcte avec le Plomb (209,82).

D. VRAI, comme montré sur le schéma ci-contre, cette transformation reviendrait à obtenir l'élément B ou E, un isotope du Plomb, en passant par C ou F, **un isotope du Polonium**.

- Par **désintégration β^-** le Bismuth ($Z = 83$) peut produire l'élément C ou F ayant 1 proton de plus, c'est-à-dire un isotope du Polonium ($Z = 84$). Or, le Polonium a **2 protons de plus** que le Plomb, ce qui signifie que **l'on peut obtenir du Plomb à partir du polonium par désintégration alpha, qui fait perdre 2 protons**.



Attention, ici on propose un moyen différent de passer du produit C au produit B. Cette désintégration est théorique mais, n'existant pas sur le schéma, elle n'est pas forcément possible en réalité. C'est le cas de d'autres désintégrations proposées dans l'exo et n'apparaissant pas sur le schéma de départ.

E. FAUX, la **capture électronique est un procédé faisant perdre un proton**, or l'élément A ayant **un proton de moins** que l'élément E et étant **plus stable**, la capture électronique pourrait être un bon moyen d'obtenir l'élément A et **permettrait de stabiliser l'élément E**. Néanmoins, l'élément D à 4 nucléons de moins que le Bismuth (2 protons mais aussi 2 neutrons), ainsi il manquerait 2 neutrons dans la réaction entre les éléments E et A.

QCM 22 : B

Avec ce type de QCM, il faut beaucoup de **méthode** pour ne pas se perdre.

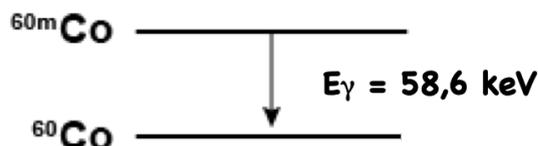
1) Dans un premier temps, on décortique l'énoncé :

- *Désintégration d'un noyau inconnu X :*

- **Infos de l'énoncé** : on parle d'atomes de **Cobalt-60** dans un état **excité**, c'est-à-dire non fondamental. Pour revenir à l'état fondamental, nous savons qu'il faut **émettre de l'énergie**, ici **58,6 keV**, sous la forme d'un rayonnement gamma. On nous dit aussi que la **demi-vie** de cet élément est d'environ **10 minutes**.

- **D'après le cours** : nous savons qu'un atome dans un **état énergétique excité** qui a une **demi-vie supérieure à 1 ms** est dit **métastable**, et on le note avec "m" après le nombre de masse A. De plus, un rayonnement gamma correspond à une **transition** nucléaire : *les noyaux sont donc identiques*, il s'agit de Cobalt.

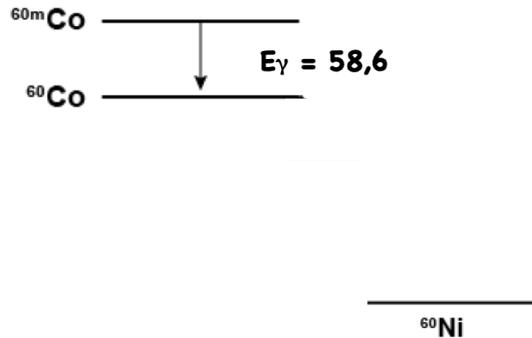
→ Le Cobalt-60 excité est **métastable**, je peux le noter ^{60m}Co .



- *Désintégration du Cobalt 60 :*

- **Infos de l'énoncé**: la désintégration du Co-60 se fait par émission β . L'énoncé ne précise pas s'il s'agit de β^+ ou de β^- .
- **D'après le cours** : pour le savoir, **2 solutions** :
 - **Raisonnement à partir de l'élément fils** : le Ni-60. D'après le tableau périodique, $Z(\text{Co}) = 27$ et $Z(\text{Ni}) = 28$. **Un neutron s'est transformé en proton**, il y a donc émission de β^- .

→ **Raisonnement par élimination** : sur les schémas de désintégration proposés, un β^- est représenté par une flèche pointant **vers la droite**, tandis qu'un β^+ est représenté par une **flèche coudée** puis pointant **à gauche**. Aucun item ne correspond à une β^+ , c'est donc une émission β^- .



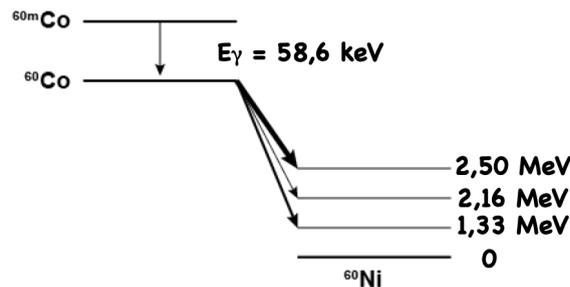
- Désintégrations β^- possibles :

☐ **Infos de l'énoncé**: 3 désintégrations bêta moins sont possibles. Par ordre décroissant de probabilité :

→ $E_{\max\beta^-} = 317 \text{ keV}$ puis $E_{\max\beta^-} = 1,491 \text{ MeV}$ puis $E_{\max\beta^-} = 664 \text{ keV}$.

☐ **D'après le cours** : trois désintégrations correspondent à **trois niveaux énergétiques**, en plus du niveau fondamental, sur le schéma. L'**épaisseur des flèches** nous renseigne sur la **probabilité** de la désintégration. La plus probable est celle de **317 keV**, soit la **plus basse énergie** des 3 β^- . **La flèche la plus épaisse pointera donc vers le niveau énergétique du Nickel le plus haut !**

→ Si la β^- est **moins énergétique**, alors il va rester **plus d'énergie** pour le **Nickel**, d'où le niveau énergétique du Nickel le plus haut.



☞ On peut alors regarder les propositions :

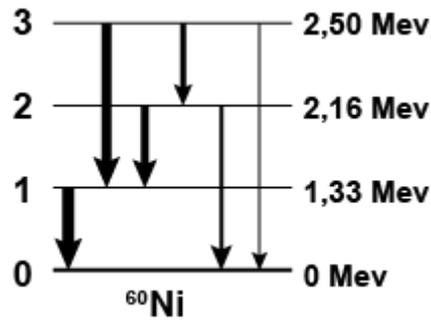
- FAUX, tout est bon **sauf** le Cobalt métastable. C'est le **Cobalt excité qui est métastable**, noté ^{60m}Co , et non celui qui va se désintégrer en Nickel.
- VRAI, c'est le bon schéma de désintégration (*par élimination, ou en vérifiant tous les éléments*).
- FAUX, la probabilité des émissions bêta n'est pas respectée. La **désintégration la plus probable** est celle de la β^- **la moins énergétique**, donc menant au **niveau d'énergie du Nickel le plus haut** (*cf explication au dessus*).
- FAUX, les flèches pointent à **gauche**, représentant ainsi une **capture électronique** ou une **émission α** . De plus, le Cobalt métastable doit être celui en état excité (*cf item A*).
- FAUX, les flèches pointent à **gauche** (*cf item D*) et la probabilité des émissions β^- n'est pas respectée. (*cf item C*).

QCM 23 : AC

A. VRAI, les rayonnements gamma sont **très pénétrants** :

- Ils **interagissent peu** avec la matière.
- Plusieurs centimètres** de **plomb** sont nécessaires pour les arrêter.

B. FAUX, comme précédemment, procédons par méthode. Intéressons-nous aux niveaux d'énergie du Nickel-60 :



□ **Infos de l'énoncé** : **6 transitions gamma** sont possibles pour passer d'un niveau énergétique du Nickel excité à un niveau plus stable. Chaque transition est représentée par un pic sur le spectre. On retranscrit donc les **infos de l'énoncé** traçant chacune des six transitions gamma possibles.

→ Ex : pour $\gamma(1/0)$ nous traçons une flèche allant du premier niveau énergétique au niveau fondamental, pour $\gamma(3/1)$ une flèche allant du troisième au premier, etc.

□ **Infos de cours** : L'épaisseur des flèches traduit la **probabilité**, ainsi la 1/0 est la plus épaisse par exemple, car la plus probable.

→ On ajoute également les valeurs de chacun des **niveaux d'énergie** à droite (cf schéma). A partir de là, on calcule l'énergie disponible de **tous** les **rayonnements gamma**. Ainsi, par ordre de probabilité décroissant, nous avons :

- $E_{\text{dispo}} \gamma(1/0) = 1,33 - 0 = 1,33 \text{ MeV}$.
- $E_{\text{dispo}} \gamma(3/1) = 2,50 - 1,33 = 1,17 \text{ MeV}$.
- $E_{\text{dispo}} \gamma(2/1) = 2,16 - 1,33 = 0,83 \text{ MeV}$.
- $E_{\text{dispo}} \gamma(3/2) = 2,50 - 2,16 = 0,34 \text{ MeV}$.
- $E_{\text{dispo}} \gamma(2/0) = 2,16 - 0 = 2,16 \text{ MeV}$.
- $E_{\text{dispo}} \gamma(3/0) = 2,50 - 0 = 2,50 \text{ MeV}$.

→ Enfin, le spectre d'émission gamma est un **spectre de raies**.

☞ Il suffit maintenant de lire les graphiques :

- En ordonnée, on trouve **N**, le nombre de rayonnements γ détecté. **Plus la probabilité de désexcitation est haute, plus N est haut**.
- En abscisses, on trouve **l'énergie en MeV**.

Nous avons maintenant tous les éléments pour conclure.

- **Le spectre B est faux**, car **0,34 MeV** correspond à l'énergie libérée lors de la **transition 3/2**. D'après la hauteur du pic, ce serait la transition la moins probable, or **la transition la moins probable est 3/0**. On peut vérifier de la même manière pour tous les pics.
- C. VRAI, on peut conclure cela en **comparant** la hauteur et l'énergie de chaque pic avec les données, *comme fait en item B pour la transition 3/2*.
- D. FAUX, le spectre des rayonnements de transition gamma **n'est pas** continu. En effet, l'énergie n'est emportée que par le **rayonnement γ** . Elle est **quantifiée** : **à une transition correspond une seule énergie**. On retrouve autant de pics sur le spectre que de transitions, soit un spectre de **raies**.
- E. FAUX, cf item D.

QCM 24 : ACDE

- A. VRAI, il y a deux façons de trouver la solution pour cet item, le calcul étant impossible car vous n'avez **pas** la valeur de la constante radioactive λ dans les données.
→ Vous trouviez la réponse en regardant les données fournies dans le tableau ou bien en analysant la droite que vous avez dessinée sur le papier semi-log.

□ **Solution 1 : observation des données dans le tableau de l'énoncé**

1) Il faut commencer par repérer le nombre de noyaux (= évènements) détectés à t_0 (en 1986, date de l'accident nucléaire), ce nombre correspond à N_0 . Ici, $N_0 = 100\ 000 = 10^5$.

| Années | 1986 | 1996 | 2016 | 2046 | W |
|------------------------------|--------|------|------|-------|--------|
| Nombre d'évènements détectés | 100000 | Y | X | 25000 | 10^2 |

2) Ensuite, il faut regarder les autres données fournies. Ici, la seule exploitable est le nombre d'évènements détectés en 2046, soit 60 ans après l'accident qui vaut 25 000.

- Or, nous remarquons que $25\ 000 = \frac{1}{4} \times 100\ 000$.

☞ **Rappel** : La demi-vie (=période) correspond au temps au bout duquel le nombre de noyaux au temps t_0 a **diminué d'un facteur 2**.

- Pour cet item, il s'agit du temps au bout duquel il nous reste **50 000 noyaux**.

- **60 ans après l'accident**, il nous reste **25 000 noyaux**, le nombre de noyaux a donc été divisé **par 4**. Il s'est donc écoulé **deux périodes** depuis l'accident : $60/2 = 30$.

☞ **La période du Césium 137 est de 30 ans.**

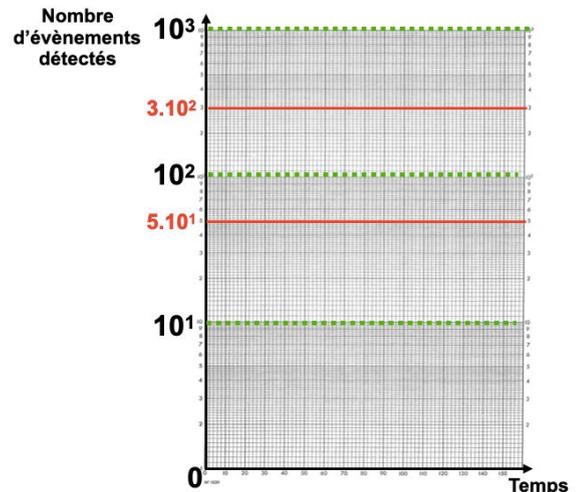
NB : on obtient cela via la formule pour $t = nT$ et $N = N_0 / 2^n$.

□ **Solution 2 : utilisation du papier semi-log**

1) Le papier semi-log est utile pour tracer les droites de décroissance exponentielle en radioactivité, d'atténuation d'un rayonnement (Pr. Richard), ou en radiobiologie.

☞ **En abscisse**, la graduation est linéaire avec une augmentation des valeurs tous les 1 centimètre : c'est le **temps** (en secondes, minutes, années) que nous allons placer sur cet axe.

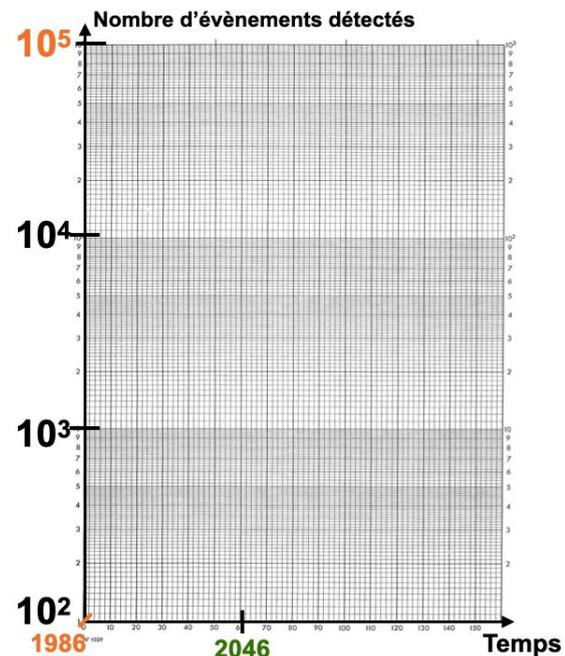
☞ La particularité de ce papier semi-log concerne l'axe des ordonnées : la graduation est logarithmique. En effet, les valeurs sont sous la forme de **puissance de 10**. Si nous partons de 0 en bas, à **chaque graduation nous augmentons d'une puissance de 10**, comme sur le graphique ci-joint. Nous plaçons sur l'axe des ordonnées **le nombre de noyaux radioactifs** (ou d'évènements détectés).



- Pour cet item, on pouvait **tracer la droite de désintégration radioactive** : comment procéder ?

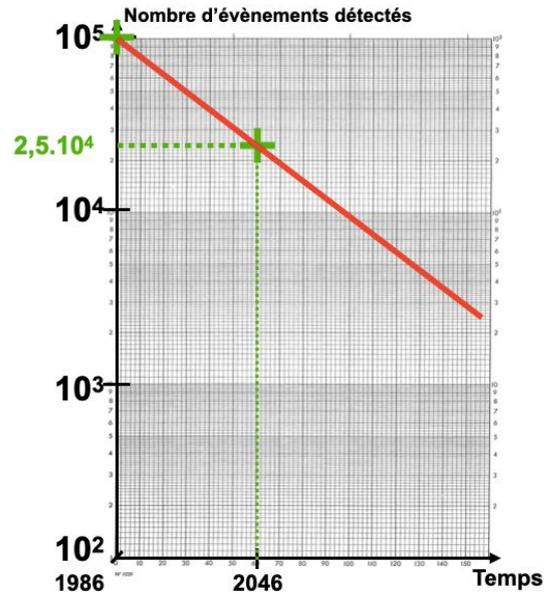
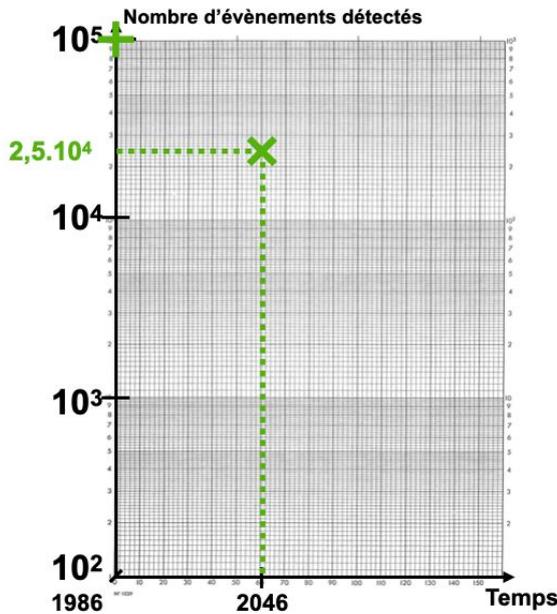
→ **Grader les axes** selon les données fournies :

- ◆ En abscisse, le temps **en années** : **1986** (t_0) et **2046** ($t_0 + 60$ ans)
- ◆ En ordonnées, le nombre d'évènements détectés : à t_0 , $N_0 = 10^5$. Ainsi, nous allons placer ce 10^5 tout en haut du graphique, sur l'axe des ordonnées : c'est l'**ordonnée à l'origine** de la droite.



→ **On place les valeurs sur le graphique** selon les données fournies :

- ◆ 1.10^5 : l'ordonnée à l'origine à $t_0 = 1986$.
- ◆ Vous placez la valeur 25 000 ($2,5.10^4$) qui correspond au nombre de noyaux détectés en 2046.



On a deux points : on peut **tracer la droite** de décroissance radioactive du Césium 137.

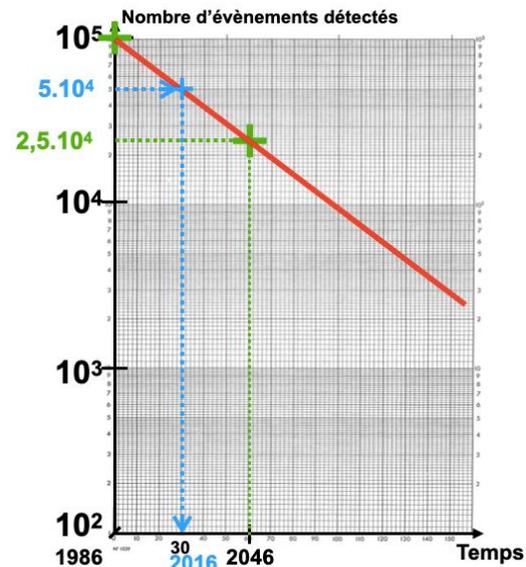
→ A partir de **la droite** de décroissance radioactive du Césium 137, nous pouvons **retrouver la valeur de la période** du Césium 137.

Nous avons dit que la période correspond **au temps** au bout duquel **le nombre d'évènements détectés est divisé par 2**.

- Le nombre d'évènements détectés à t_0 étant de **100 000**, il faut repérer sur le graphique le temps pour lequel le nombre d'évènements détectés sera de **50 000** ($= N_0/2 = 5.10^4$).

→ Ainsi, nous retrouvons graphiquement la valeur de la période du Césium 137 : **T = 30 ans**.

- Sur l'axe des abscisses, la valeur **5.10⁴** correspond à la graduation "**30**" ou **2016** ($1986 + 30 = 2016$).



B. FAUX, il manque **l'unité de la constante radioactive**, l'item est d'ores et déjà faux.

- Pour calculer la constante radioactive λ , nous utilisons la formule suivante :

$$\lambda = \frac{\ln(2)}{T}$$

qui découle de la formule $N = N_0 \cdot e^{-\lambda T}$

DÉMONSTRATION : (on isole λ)

- $N = N_0 \cdot e^{-\lambda T}$
- $N/N_0 = e^{-\lambda T}$
- $\ln(N/N_0) = -\lambda T$

De plus, on sait que $N/N_0 = 1/2$, car N correspond au nombre de noyaux détectés au temps T (la période), ce nombre de noyaux a donc été divisé par 2 :

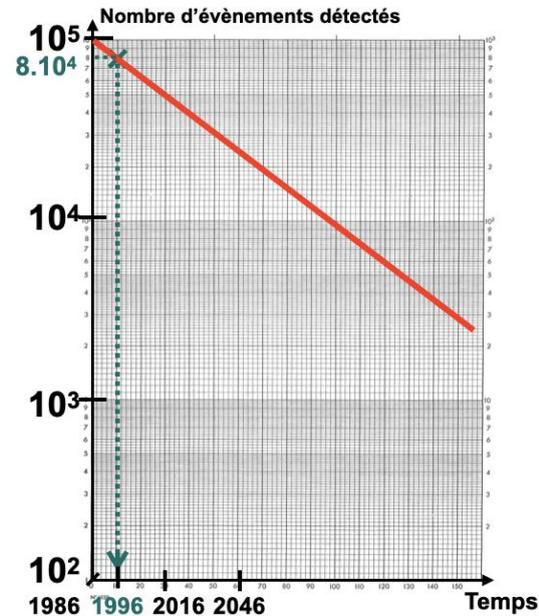
- $\ln(1/2) = -\lambda T$
- $\ln(1) - \ln(2) = -\lambda T$
- $-\ln(2) = -\lambda T$ car $\ln(1) = 0$
- $\ln(2) = \lambda T$
- $\lambda = \ln(2) / T$

APPLICATION NUMÉRIQUE :

- $\lambda = \ln(2) / T$
- $\lambda = 0,7 / (30 \times 3.10^7)$ on veut T en s : 30 ans = 30×3.10^7 s.
- $\lambda = 0,7 / (3 \times 3.10^8)$
- $\lambda = 7.10^{-1} / (9.10^8)$
- $\lambda = 7.10^{-1}.10^{-8} / 9$
- $\lambda = 7.10^{-9} / 9$
- $\lambda = 0,78.10^{-9}$
- $\lambda = 78.10^{-11} \text{ s}^{-1}$. On n'oublie pas l'unité !

C. VRAI, pour répondre à cet item, vous avez besoin du papier semi-log et de la droite de décroissance radioactive du Césium 137 que vous avez tracé !

- On vous demande le nombre de noyaux détectés en **1996**, soit **10 ans après** l'accident nucléaire.
- Ainsi, vous partez de la valeur "10" ou "1996" sur l'axe des abscisses.
- Vous remontez jusqu'à rencontrer la droite.
- Et vous repérez sur l'axe des ordonnées la valeur qui correspond au nombre de noyaux détectés ; vous obtenez bien une valeur égale à $8.10^4 = 80.10^3$, soit **80 000 noyaux**.



D. VRAI, pour répondre à cet item, il faut raisonner par logique étant donné que la graduation sur l'axe des abscisses ne permet pas d'aller jusqu'à 10 T (**10 T = 300 ans**).

☞ $N = N_0 / 2^n$ avec n un multiple du nombre de T écoulées.

→ Au bout d'une période ($1T$) : le nombre d'évènements détectés est divisé par 2^1 .

→ Au bout de 2 périodes ($2T$) : le nombre d'évènements détectés est divisé par $2^2 = 4$.

→ Au bout de 3 périodes ($3T$) : le nombre d'évènements détectés est divisé par $2^3 = 8$, et ainsi de suite.

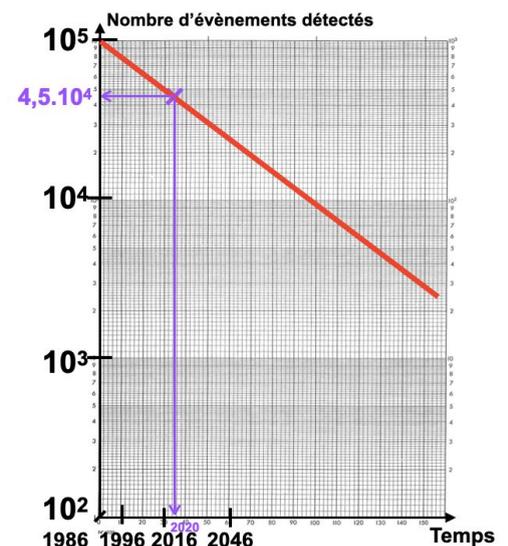
☞ Ainsi, **au bout de 10 périodes, le nombre d'évènements détecté sera divisé par $2^{10} = 1024 \approx$**

$1000 = 10^3$. Retenez que pour les calculs, on arrondit 2^{10} à 1000.

☞ $N = 10^5 / 10^3 = 10^2$.

E. VRAI, pour répondre à cet item, il faut retourner sur le papier semi-log, et procéder comme pour l'item C.

- On vous demande le nombre de noyaux détectés quand Thomas Pesquet arrive à Tchernobyl, soit en **2020**, donc **34 ans après** l'accident nucléaire.
- Ainsi, vous partez de la valeur "34" ou "2020" sur l'axe des abscisses.
- Vous remontez jusqu'à rencontrer la droite.
- Et vous repérez sur l'axe des ordonnées la valeur qui correspond au nombre d'évènements détectés ; vous obtenez bien une valeur égale à $4,5.10^4$, soit **45 000 noyaux détectés**.



QCM 25 : AB

A. VRAI, c'est un exercice qui n'est pas guidé, alors il faut bien réfléchir à d'où part-on et où veut-on atterrir.

- Ici, **on part de l'activité** d'une source radioactive et de **sa période** et on veut **trouver sa masse**.
- La seule formule que nous allons pouvoir utiliser pour **trouver la masse** est :

$$M/\mathcal{N} = m/N$$

- Pour pouvoir utiliser cette formule, nous devons trouver **N**, seule donnée manquante :
 - ◆ M, la masse molaire de l'isotope radioactif est de **15 g/mol**. On fait l'approximation que le nombre de masse A est égale à la masse molaire M.
 - ◆ \mathcal{N} , le nombre d'Avogadro, est de **$6.10^{23} \text{ mol}^{-1}$** .
 - ◆ m est la masse que l'on cherche.
- Pour **trouver N**, le nombre de noyaux radioactifs, et connaissant l'activité (**A = 250.10^6 Bq**), nous pouvons utiliser la formule suivante :

$$A = \lambda N$$

$$T = \ln 2 / \lambda$$

- **Attention** : pour cette formule, l'unité de l'activité est le **becquerel** qui s'exprime en nombre de noyaux qui se désintègrent **par secondes**. Il faudra donc convertir notre λ en **s^{-1}** , car nous avons une période donnée en **min⁻¹**.

- Pour pouvoir utiliser cette formule, on doit **trouver la constante radioactive λ** . Connaissant la période T, nous pouvons commencer les calculs :

• Etape 1:

- $\lambda = 0.7 / 2 \text{ min}^{-1}$
- $\lambda = 7.10^{-1} / 2 \text{ min}^{-1}$
- $\lambda = 7.10^{-1} / 2.60 \text{ s}^{-1}$
- $\lambda = 7.10^{-1} / 12.10 \text{ s}^{-1}$
- $\lambda = 0,6.10^{-2} \text{ s}^{-1}$ *D'après l'aide aux calculs $7/12 = 0,6$.*
- **$\lambda = 6.10^{-3} \text{ s}^{-1}$** .

• Etape 2:

- $A = 6.10^{-3} \times N$
- $N = (250.10^6) / (6.10^{-3})$ *car $1 \text{ MBq} = 10^6 \text{ Bq}$.*
- $N = (250.4.10^9)/(6.4)$
- $N = (10^3.10^9)/(24)$
- $N = 0,04.10^{12}$ *car $1/24 = 0,04$ d'après l'aide aux calculs.*
- **$N = 4.10^{10}$ noyaux.**

• Etape 3:

- $m/N = M/\mathcal{N}$
- $m = MN/\mathcal{N}$
- $m = (15 \times 4.10^{10}) / (6.10^{23})$
- $m = (60.10^{10}) / 6.10^{23}$
- $m = (60 / 6) \times 10^{-13}$
- **$m = 1 \times 10^{-12} \text{ g} = 100.10^{-14} \text{ g}$** . **en g car on a $m = [\text{g/mol}]/[\text{mol}^{-1}]$ et N sans unité.**
- **$m = 1 \text{ pg} = 1000 \text{ fg}$** . *$1 \text{ fg} = 10^{-15} \text{ g}$.*

→ La masse **$m = 1000 \text{ fg}$** est donc bien comprise entre **900 et 1100 fg**.

B. VRAI, **voir item A**. La masse $m = 100.10^{-14} \text{ g}$, elle est bien comprise entre 90.10^{-14} et 200.10^{-14} grammes.

C. FAUX, les **picogrammes** correspondent à **10^{-12} grammes**. La masse vaut **1 pg**.

D. FAUX, pour calculer l'**activité spécifique de masse**, nous devons utiliser la formule suivante :

$$A_s = A / \text{Masse Totale}$$

• **Application numérique :**

- $A_s = (250 \cdot 10^6) / 10^{-12}$
- **$A_s = 250 \times 10^{18} \text{ Bq/g}$.**

→ La supériorité est **stricte** dans l'item proposé, il est donc faux.

E. FAUX, le piège réside ici dans les **unités** et les **puissances de 10**. En effet :

→ $10^{18} \text{ Bq/g} = 10^9 \text{ Bq/ng}$

→ L'activité spécifique de masse n'est donc pas **égale** à 10^{18} Bq/ng !! Attention à bien lire les items jusqu'au bout et à **vérifier les unités** !

QCM 26 : ABD

A. VRAI, 3h40 équivaut à **220 minutes**.

- ❑ La période du fluor-18 est **T = 110 min**. Cela signifie que toutes les 110 min l'activité de notre échantillon de fluor-18 ainsi que son nombre de noyaux sont **divisés par deux**.
- ❑ Ainsi : 220 minutes = **2T**.
→ **rappel** : pour une activité/un nombre de noyaux radioactifs N_0 à $t = 0$, après un temps $t = nT$: $N_t = N_0/2^n$.
- ❑ Soit l'activité divisée par $2^2 = 4$.

B. VRAI, **1100 minutes** correspondent à **10T**.

- ❑ 10 périodes T signifient que l'activité de l'échantillon est divisée par $2^{10} = 1024$ (à arrondir à 1000 pour les calculs).

C. FAUX, l'activité de l'échantillon au temps $t = 0$ est de **160 MBq/mL**.

- ❑ 5h30 avant l'injection l'activité était donc supérieure à 160 MBq/mL.
- ❑ 5h30 correspond à 330 minutes soit **3 périodes**.
- ❑ Cela signifie donc que 330 minutes avant l'injection, l'activité était 2^3 fois supérieure soit 8 fois supérieure à celle observée à $t = 0$.
➤ $A_{t=5h30} = 160 \times 8 = 1280 \text{ MBq/mL} = 1280 \text{ MBq/cm}^3 \rightarrow 1 \text{ mL} = 1 \text{ cm}^3$ car $1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3$.

D. VRAI,

- ❑ $t = 3T \rightarrow$ on se situe **3 périodes** soit 330 minutes après le temps initial.
- ❑ L'activité spécifique à **$t = 3T$** est donc :
➤ $A_s = A_{\text{initiale}} / 2^3$
➤ $A_s = 160 / 8$
➤ **$A_s = 20 \text{ MBq/mL}$** .
- ❑ On connaît l'activité spécifique au temps t. On cherche maintenant l'activité du volume injecté. On injecte 400 μL soit **0,4 mL**.
- ❑ Pour une activité spécifique de 20 MBq/mL, un volume de 0,4 mL a une activité :
➤ **$A = A_s \times V$**
➤ $A = 20 \times 0,4$
➤ **$A = 8 \text{ MBq}$** .

E. FAUX, cf item A, B et D.

QCM 27 : BCE

A. FAUX, c'est le **carbone ^{14}C** (et non le calcium ^{14}Ca) qui permet la datation d'éléments fossiles ! Le couple **$^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$** en particulier est utilisé : il est composé de deux isotopes, le **^{14}C** radioactif et le **^{12}C** stable.

- ❑ Au cours de la vie de l'être vivant, la proportion de **$^{14}\text{C} / ^{12}\text{C}$ stable est fixe**. En effet, ces deux isotopes, présents dans l'air, sont **perpétuellement échangés pendant la vie de l'organisme**.
- ❑ Cependant, à la **mort de l'être vivant**, le **^{14}C n'est plus échangé** donc sa proportion décroît. La proportion de **^{12}C** reste fixe puisqu'il n'est pas radioactif.
- ❑ La mesure de la **quantité restante de ^{14}C** permet donc de **déterminer la date de décès de l'élément étudié**.

- B. VRAI, les **radioéléments naturels primordiaux** sont présents depuis la formation de la Terre (4,5 milliards d'années) dans le **magma initial** et appartiennent à l'**écorce terrestre**.
- ☞ Parmi ces radioéléments naturels primordiaux on distingue les **éléments légers qui sont répartis de manière homogène** :
 - Le **potassium 40** dans le milieu **terrestre**.
 - Le **rubidium 87** dans le **milieu marin**.
 - Les éléments issus des **transformations par désintégration β** .
 - ☞ Les **éléments lourds**, quant à eux, sont **répartis** de manière **hétérogène**. Ils proviennent des transformations successives des radionucléides ^{238}U , ^{235}U , ^{232}Th s constituant **les trois grandes familles radioactives naturelles**.
- C. VRAI, le couple $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ n'est pas le seul utilisé pour réaliser les **datations d'éléments**. En effet, en classant les **autres couples par demi-vie croissante**, on a :
- $^{40}\text{K}/^{40}\text{Ar}$: demi-vie de 1,3 milliard d'années.
 - $^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}$: demi-vie de 4,5 milliard d'années
 - $^{87}\text{Rb}/^{87}\text{Sr}$: demi-vie de 47 milliard d'années.
- D. FAUX, le **Radon** est un **gaz radioactif NATUREL**, issu de la famille de désintégration de l' ^{238}U , présent **dans le sol** et qui **diffuse vers l'atmosphère**.
- E. VRAI, le **tritium (^3H)** et le **carbone 14 (^{14}C)** sont bien des **radioéléments naturels induits** qui sont issus de l'**interaction** entre les **rayonnements cosmiques** et les **molécules de l'atmosphère terrestre**.

QCM 28 : AE

- A. VRAI, la dilution radioisotopique a pour but de **déterminer une masse, un volume ou une concentration** dans laquelle est répartie une activité.
- Pour se faire, on dispose d'une quantité connue de traceur dans un volume **V1** donné. On connaît donc la valeur de **V1** et la concentration **C1** de traceur.
 - On introduit ce volume **V1** dans un volume **V2** de valeur inconnue. Après homogénéisation, on prélève un **échantillon de concentration C2** pour déterminer le volume de **V2**.
 - On suppose que les **compartiments sont fermés** (sans fuite) et ainsi **la quantité de traceur injectée dans V1 est égale à la quantité de traceur dispersée dans V2**.
 - ☞ $n_1 = n_2$
 - ☞ $C_1.V_1 = C_2.V_2$
- Si on a une diminution de la quantité de traceur (perte de matière due à une fuite) la relation n'est plus applicable.
- B. FAUX, les **isotopes de cyclotron** sont produits grâce à un **accélérateur de particules** qui permet aux particules incidentes d'interagir avec le noyau d'intérêt. En revanche, les **isotopes de générateur** sont basés sur le principe de **filiation radioactive**. C'est le cas du **Molybdène 99** qui produit du **Technétium 99** par **désintégration radioactive**.
- C. FAUX, dans un **cyclotron** on trouve **deux champs différents** : un champ magnétique et un champ électrique.
- Le **champ électrique** s'exerce entre les 2 dees (électrodes) et permet d'**accélérer** les particules.
 - Le **champ magnétique** s'exerce au sein de chaque électrode et permet d'**incurver la trajectoire** des particules.
- D. FAUX, différents types de champs sont mis en jeu au niveau du noyau :
- Le **champ nucléaire attractif** (court rayon d'action) attire tout type de particules (chargées ou neutres).
 - Le **champ nucléaire électrostatique** (plus grand rayon d'action) repousse les particules chargées positivement.
- Ainsi, les **particules neutres** (comme les **neutrons**) ne subissent que le champ nucléaire attractif et peuvent facilement interagir avec le noyau.
- En revanche, les **particules chargées** (de type alpha, proton, deuton,...) sont d'abord repoussées par le champs nucléaire électrostatique: c'est ce que l'on appelle la **barrière de potentiel**. Pour

pouvoir pénétrer dans le champ nucléaire attractif, les particules chargées doivent donc dépasser cette barrière de potentiel. Pour se faire, il faut **leur apporter de l'énergie** (cinétique pour le cyclotron). Les accélérateurs de particules accélèrent des particules chargées et non des neutrons !

E. VRAI, dans le cadre de la **filiation Mo-^{99m}Tc**, le molybdène (père) se désintègre en technétium (fils) qui est lui même **émetteur gamma** (très utilisé en scintigraphie). Le technétium est produit à partir du molybdène jusqu'au moment où la quantité de technétium qui se désintègre est égale à la quantité de technétium qui se forme : c'est le moment de l'**élution** (= "traite des vaches").

→ Le technétium va décroître selon 2 périodes:

- Tant que le fils est avec son père, il décroît avec la **période du père**.
- Après la traite** (= élution), il décroît avec **sa propre période**.

QCM 29 : BCD

A. FAUX, les réacteurs nucléaires français utilisent, comme **combustible de fission, de l'uranium 235 enrichi**. C'est à dire qu'on a augmenté la proportion de noyau fissile : ici, la proportion en uranium 235 par rapport à l'isotope 238. Par contre, la réaction de **fission de l'uranium 235 peut libérer de l'iode 131** utilisable en médecine ou dans l'industrie.

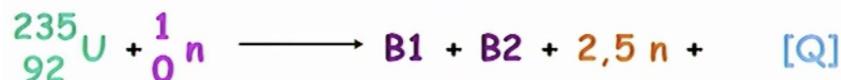


Uranium naturel
> 99,2 % U-238
0,72 % U-235



Uranium faiblement enrichi
qualité industrielle (réacteur)
3-4 % U-235

B. VRAI, dans le réacteur nucléaire, **la réaction de fission consiste à ce qu'un neutron lent divise un noyau d'uranium 235 par collision** afin de créer plusieurs éléments radioactifs artificiels **ainsi que des neutrons rapides, généralement au nombre de 2 ou 3**. Cette réaction libère une énergie d'environ **200 MeV**.



C. VRAI, les réactions nucléaires produisent des **neutrons rapides qui doivent être ralentis par diffusion (élastique ou inélastique)** afin de pouvoir engendrer de nouvelles réactions de fission. C'est pour cela que ces réactions ont lieu dans de **grandes piscines d'eau** : les neutrons rapides vont entrer en collision avec les molécules d'H₂O, **on dit que l'eau va jouer le rôle de modérateur**.

D. VRAI, un réacteur nucléaire a 2 rôles principaux :

- La première est de **produire de l'électricité**.
- La deuxième est de **créer des radioéléments artificiels** : les radioéléments créés après fission de l'uranium 235 sont **généralement émetteurs β⁺, β⁻, ou gamma**, ils sont souvent **recupérés en médecine** (ou dans l'industrie) comme par exemple l'**iode 131**, utilisé comme médicament radio-pharmaceutique pour les cancers de la thyroïde.

E. FAUX, l'objectif de la fusion nucléaire est bien d'**obtenir une énergie propre** en rapprochant 2 noyaux d'atomes, mais les techniques étudiées en recherche aujourd'hui (projet ITER et laser mégajoule) n'utilisent **pas d'oxygène mais des noyaux d'hydrogène**.

QCM 30 : AD

A. VRAI, pour les conversions de volume, vous devez savoir que **1 L = 1 dm³** :

- 25 cL = 25 · 10⁻² L
- 25 cL = 25 · 10⁻² dm³
- 25 cL = 25 · 10⁻² · 10³ cm³ car **1 dm³ = 10³ cm³**.
- 25 cL = **250 cm³**.

B. FAUX, On sait que : **1 L = 1 dm³** et **1 μL = 10⁻⁶ L** :

- D'où 1 dm³ = 1.10⁶ μL
- Et 10⁶ mm³ = 10⁶ μL → Attention, on convertit des unités **au cube** : ainsi 1 mm = 10⁻² dm, mais 1 mm³ = (10⁻²)³ = **10⁻⁶ dm³** !

- 1 $\mu\text{L} = 1 \text{ mm}^3$
- 17,8 $\mu\text{L} = 17,8 \text{ mm}^3$.**

C. FAUX,

- 1 ng = 1.10^{-9} g
- 28 ng = 28.10^{-9} g.**

D. VRAI,

- 1 ng = 10^{-9} g et 1 $\mu\text{g} = 10^{-6}$ g.
- D'où 1 $\mu\text{g} = 10^3$ ng
- 0,12 $\mu\text{g} = 0,12.10^3$ ng et 120 ng = 120.10^{-9} g.
- 0,12 $\mu\text{g} = 120.10^{-9}$ g.**

E. FAUX, c'est l'inverse, 1 bar = 10^5 Pa ou bien 1 Pa = 1.10^{-5} bar.

QCM 31 : E

A. FAUX, il faut tout d'abord savoir que la **vitesse** est la **dérivée première** de la position en fonction du temps $x(t)$.

→ On doit donc trouver la **dérivée première** de la fonction suivante : $x(t) = \frac{1}{2} t^3 + 12t^2 - 6t + 3$.

Pour cela il faut **décomposer** la fonction, et bien connaître les **dérivées usuelles** (dérivées des fonctions à **une seule variable**), qui sont données dans le diaporama de Mr Richard (diapo n°6) :

| fonction | fonction dérivée |
|------------|--------------------|
| A | 0 |
| $Ax + B$ | A |
| $Ax^n + B$ | Anx^{n-1} |
| $\cos(x)$ | $-\sin(x)$ |
| $\sin(x)$ | $\cos(x)$ |
| $\tan(x)$ | $[\cos^2(x)]^{-1}$ |
| $\ln(x)$ | x^{-1} |
| e^x | e^x |

| fonction | fonction dérivée |
|---------------------|--|
| $Af(x)$ | $Af'(x)$ |
| $u(x) + v(x)$ | $u'(x) + v'(x)$ |
| $u(x).v(x)$ | $u'(x).v(x) + u(x).v'(x)$ |
| $\frac{u(x)}{v(x)}$ | $\frac{u'(x).v(x) - u(x).v'(x)}{v^2(x)}$ |

Ainsi :

$$x'(t) = (\frac{1}{2} t^3)' + (12t^2)' - (6t + 3)', \text{ avec :}$$

- La dérivée d'une fonction $Ax + B$ est **A** (*B étant une constante, sa dérivée est nulle*), ainsi :

➤ $(6t + 3)' = 6$.

- La dérivée de Ax^n est Anx^{n-1} , ainsi :

➤ $(\frac{1}{2} t^3)' = 3 \times \frac{1}{2} \times t^{3-1}$

➤ $(\frac{1}{2} t^3)' = 1,5t^2$.

De même :

➤ $(12t^2)' = 2 \times 12t^{2-1}$

➤ $(12t^2)' = 24t$.

On a donc :

➤ **$x'(t) = v(t) = 1,5t^2 + 24t - 6$.**

B. FAUX, cf **item A**.

C. FAUX, cf **item A**.

D. FAUX, cf **item A**.

E. VRAI, cf **item A**.