

Exercice 1 : Cholestérol et maladie cœliaque (10 points)

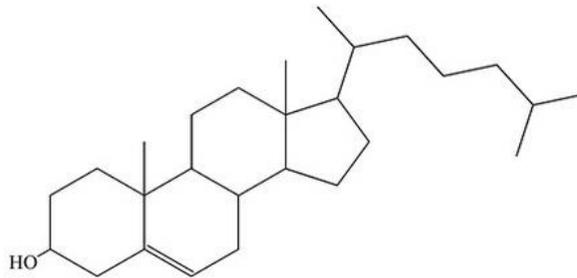
Le lien entre la maladie cœliaque et le risque de maladies cardiovasculaires fait l'objet de controverses. Certaines études font état d'un taux de cholestérol moins élevé chez les patients atteints de maladie cœliaque. Pour autant, ces patients doivent contrôler leur état de santé cardiovasculaire dans lequel le cholestérol joue un rôle important.

Document 1 : Le cholestérol

Le cholestérol est un lipide insoluble dans le sang. Pour être transporté, il doit se lier à des lipoprotéines : les LDL (Low Density Lipoproteins) le transportent vers les cellules et les HDL (High Density Lipoproteins) l'amènent des artères vers le foie où il est éliminé.

En excès, le LDL-cholestérol est responsable de dépôts dans les artères (plaques d'athéromes) qui peuvent entraîner des accidents cardiovasculaires.

Formule topologique du cholestérol :



Document 2 : Traitements anti cholestérol

Les statines, un traitement classique

Les statines sont le traitement de référence pour soigner l'excès de cholestérol. Ce traitement s'est révélé sûr et efficace dans au moins 27 grands essais cliniques, impliquant chacun plus de 1 000 patients.

D'après <https://www.escardio.org/>

Le traitement par statines est associé à une hausse de la glycémie et du diabète de type 2, mais l'effet est très limité et le risque apparaît minime par rapport au bénéfice du traitement.

Source : [francais.medscape.com](https://www.francais.medscape.com)

Nano capsules, un traitement prometteur à l'étude

Les nanomédicaments utilisent des nanoparticules dont la surface leur permet de se lier spécifiquement aux cellules malades ce qui rend leur action plus ciblée et induit moins d'effets secondaires.

D'après <https://www.frm.org/>

La faculté des sciences de Sao Paulo conduit des recherches sur la formulation de nanoparticules capables de réduire le LDL-Cholestérol. Les premiers résultats indiquent que ce traitement réduit de 74 % la formation de lésions de la paroi artérielle et de 88 % la libération de molécules inflammatoires.

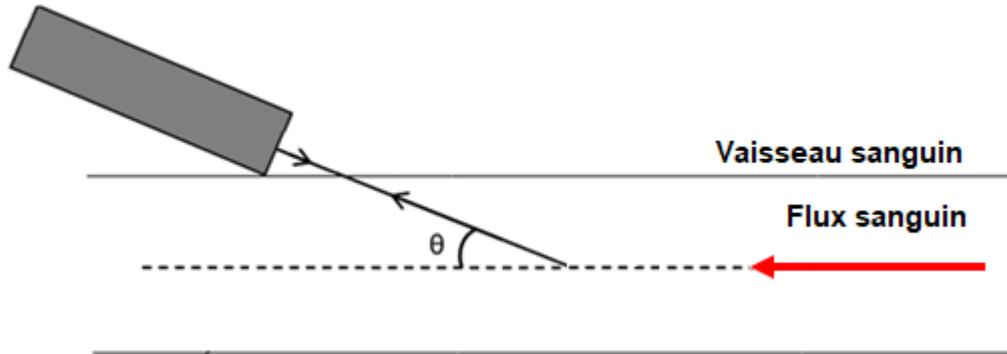
Source : diplomatie.gouv.fr

1. Citer une raison qui permet de qualifier le LDL-cholestérol de « mauvais cholestérol ».
2. À l'aide du **document 2**, présenter les avantages et les inconvénients des deux types de traitements.

Une échographie Doppler permet de détecter la présence de plaques d'athérome grâce à la mesure de la vitesse des globules rouges dans une artère sanguine.

Document 3 : Schéma simplifié de l'échographie Doppler sur un vaisseau sanguin et expression du décalage en fréquence

Émetteur et récepteur



Le décalage Δf entre la fréquence de l'onde émise par la sonde et la fréquence de l'onde réfléchi par le sang circulant dans un vaisseau sanguin est donné par la relation :

$$\Delta f = \frac{2 \times f_E \times v \times \cos \theta}{c}$$

Avec :

- f_E fréquence de l'onde émise par la sonde (Hz) ;
- v vitesse moyenne des globules rouges dans le vaisseau sanguin ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) ;
- c vitesse moyenne de l'onde dans le corps humain ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) ;
- θ angle entre la direction de la vitesse d'écoulement du sang dans le vaisseau et la direction de propagation de l'onde émise par la sonde.

3. Expliquer le principe de l'échographie, en précisant la nature des ondes et le phénomène physique mis en jeu.
4. Expliquer simplement ce qu'est l'effet Doppler.
On peut éventuellement s'appuyer sur un exemple de la vie quotidienne en complément de réponse.
5. Dédire du **document 3**, l'expression littérale permettant de déterminer la vitesse v des globules rouges dans l'artère explorée.
6. On explore une artère coronaire. À partir des données ci-dessous, montrer que la valeur de la vitesse des globules rouges dans cette artère est de l'ordre de $0,56 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Données :

- Fréquence d'émission $F_E = 3,0 \text{ MHz}$
- Vitesse moyenne de l'onde dans le corps humain $c = 1,57 \times 10^3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
- Angle d'observation échographique $\theta = 45^\circ$; $\cos(45^\circ) = 0,707$
- Décalage en fréquence mesuré $\Delta f = 1500 \text{ Hz}$
- On rappelle que : $1 \text{ MHz} = 10^6 \text{ Hz}$

Document 4 : Vitesses moyennes d'écoulement sanguin dans différents vaisseaux (sans anomalie)

Vaisseau	Aorte	Autre artère	Artériole	Capillaire	Veinule	Autre veine	Veine cave
Vitesse en $\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$	500	250 - 500	50 - 250	0,5	50 - 250	400 - 500	500

Le rétrécissement des vaisseaux sanguins, lié à la présence de plaques d'athéromes, induit une augmentation de la vitesse d'écoulement du sang.

Source : Uniciel

7. L'opérateur ne contrôle pas très précisément l'orientation de la sonde et l'angle θ peut avoir n'importe quelle valeur entre 40° et 50° .

À l'aide du **document 4**, préciser si la mesure réalisée permet de décider si l'artère explorée présente ou non des plaques d'athérome.

On donne $\cos(40^\circ) = 0,77$ et $\cos(50^\circ) = 0,64$.

Exercice 2 : L'imagerie médicale au service des cancers digestifs (10 points)

La tomographie par émissions de positons (TEP) est l'examen d'imagerie fonctionnelle le plus utilisé dans la prise en charge des patients atteints d'un cancer digestif.

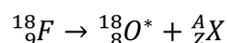
Document 1 : Principe de la tomographie par émission de positons (TEP)

Le patient reçoit une injection de fluorodésoxyglucose (FDG), constitué de molécules de glucose dans lesquelles un groupe hydroxyle $-\text{OH}$ a été remplacé par un atome de fluor 18. Ce produit radiopharmaceutique se fixe préférentiellement sur la tumeur cancéreuse.

Une particule et du rayonnement électromagnétique sont émis lors de la désintégration d'un noyau de fluor 18. Le rayonnement est capté par une couronne de détecteurs placée tout autour de l'abdomen du patient. Un traitement informatique reconstitue l'image de la tumeur.

D'après livret pédagogique du CEA « L'imagerie médicale »

1. Donner la composition du noyau des atomes de fluor 18, noté ${}^{18}_9\text{F}$
2. Donner la valeur du nombre de masse et le numéro atomique du noyau d'un atome de fluor 19, noté ${}^{19}_9\text{F}$
3. Justifier que le fluor 18 et le fluor 19 sont des isotopes d'un même élément.
4. La désintégration du fluor 18 peut être modélisée de façon simplifiée par l'équation de réaction



Reprendre l'équation de désintégration sur votre copie en faisant apparaître les valeurs de A et Z.

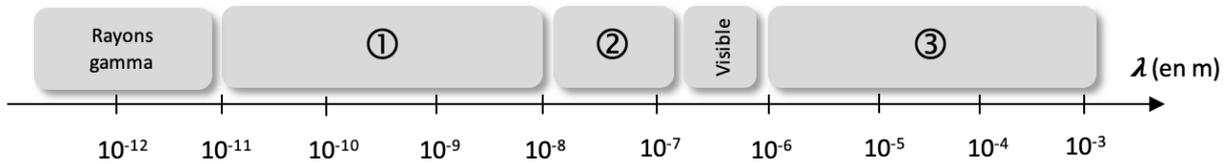
En déduire la nature de la particule émise et donc le type de radioactivité

Justifier en énonçant la règle appliquée pour répondre à la question.

5. $^{18}\text{O}^*$ représente un noyau d'oxygène 18 excité. Ce noyau se désexcite en ^{18}O en émettant un rayonnement électromagnétique de type rayon gamma.

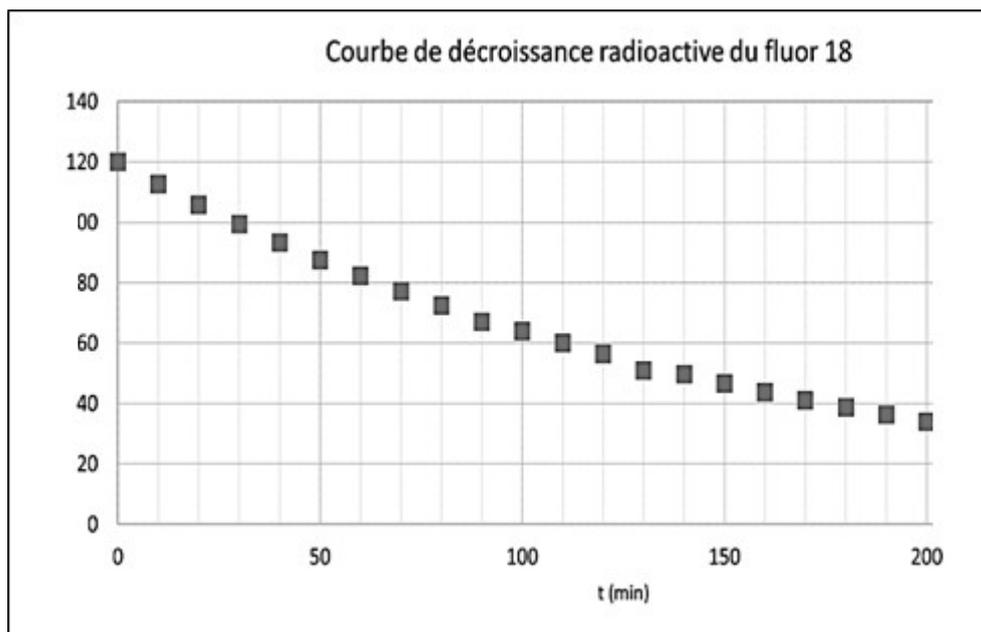
Compléter le diagramme en associant le numéro avec les notions Infra-rouge, Rayons X et Ultraviolet.

Préciser les valeurs de la longueur d'onde pour le domaine visible et les couleurs correspondantes.



6. Quelle technique d'imagerie médicale utilise des rayons X ?
Expliquer en quelques mots le principe de cette imagerie médicale.
7. Rappeler la relation entre fréquence et longueur d'onde, préciser les unités des grandeurs.
8. Calcul la fréquence correspondant à une longueur d'onde $\lambda = 10^{-12}$ m des rayons gamma.

Document 2 : Évolution de l'activité A du fluor 18 au cours du temps



D'après les mesures effectuées à l'institut J. Perrin du C.H.U de Clermont-Ferrand

9. Proposer une définition de la demi-vie radioactive d'un radioélément (également appelée période radioactive).
10. À partir du **document 2**, déterminer la demi-vie (ou période) radioactive du fluor 18.
11. Déterminer le temps au bout duquel la quantité initiale de ^{18}F est divisée par 128.
On notera que $128 = 2^7$.
12. Expliquer pourquoi le produit radiopharmaceutique marqué au fluor 18 doit être utilisé dans les heures qui suivent le moment de sa fabrication