

**BACCALAUREAT TECHNOLOGIQUE**

**SCIENCES ET TECHNOLOGIES**

**DE LA SANTE ET DU SOCIAL**

**BIOLOGIE ET PHYSIOPATHOLOGIE HUMAINES**

**SESSION 2018**

Durée : 3 heures

Coefficient : 7

Avant de composer, le candidat s'assurera que le sujet comporte bien  
10 pages numérotées de 1/10 à 10/10.

**La page 10/10 est à rendre avec la copie.**

L'usage de la calculatrice n'est pas autorisé.

## Une ascension en altitude

L'activité physique est bénéfique pour la santé mais, dans certaines situations, comme la randonnée en haute altitude, cela peut présenter des risques.

Lorsque des altitudes de plus de 2000 mètres sont atteintes, le corps ne s'adapte pas toujours suffisamment rapidement à la diminution de la pression partielle en dioxygène de l'air. Ce phénomène est à l'origine du mal des montagnes.

Monsieur X., 60 ans, décide d'accompagner un ami pour une randonnée en haute montagne à 3700 mètres d'altitude.

Monsieur X. souffre d'un diabète de type 1 et, par mesure de précaution, il décide de consulter son médecin. Ce dernier lui prescrit un bilan de santé.

### **1. Le rôle de l'altitude sur l'appareil respiratoire monsieur X.**

Lors de cette ascension en altitude, l'organisme va être soumis à une hypoxémie suivie d'une hypoxie et va donc devoir compenser par une tachypnée.

#### 1.1 Définir les trois termes soulignés dans le texte.

##### **Le trajet de l'air :**

Quand on inspire, l'air pénètre par les fosses nasales ou la cavité buccale ; il traverse le pharynx, carrefour où passent à la fois les aliments avalés et l'air inspiré puis il s'engage dans le larynx et la trachée. L'air parvient aux deux bronches principales qui se ramifient et le conduisent dans un réseau de bronches de plus en plus petites appelées bronchioles. Les bronchioles se terminent par de très nombreux petits sacs microscopiques à paroi très fine et richement vascularisés : les alvéoles pulmonaires.

On évalue à 700 millions le nombre d'alvéoles pour les deux poumons.

Les poumons sont des organes mous, spongieux, élastiques et légers. Le poumon droit comprend trois lobes et le gauche uniquement deux. Une enveloppe transparente et double entoure les poumons : la plèvre.

Le cœur est situé entre les deux poumons. L'ensemble cœur-poumons est protégé par la cage thoracique. La cage thoracique est limitée par la colonne vertébrale, les côtes, le sternum et à sa base par un muscle : le diaphragme.

#### 1.2. Reporter sur la copie les annotations correspondant aux repères 1 à 8 du **document 1**. Indiquer le lieu précis des échanges gazeux au niveau pulmonaire.

Pour comprendre l'effet de l'altitude sur le transport du dioxygène, on mesure le pourcentage de saturation de l'hémoglobine en O<sub>2</sub> en fonction de la pression partielle en dioxygène. Les résultats sont donnés dans le **document 2 (page 10/10)**.

**1.3.** Déterminer graphiquement sur le **document 2 (page 10/10, à rendre avec la copie)**, à l'aide du tableau ci-dessous, le pourcentage de saturation de l'hémoglobine en O<sub>2</sub> lorsque le sujet se trouve au bord de la mer (altitude : 0 mètre) :

- dans le sang entrant dans les cellules ;
- dans le sang sortant des cellules.

**1.4** Déterminer de la même manière, à l'aide du tableau ci-dessous, le pourcentage de saturation de l'hémoglobine en O<sub>2</sub> dans le sang entrant dans les cellules et dans le sang sortant des cellules lorsque le sujet est à 3 700 mètres d'altitude.

	<b>Sang sortant des cellules</b>	<b>Sang entrant dans les cellules</b>
Pression partielle en O <sub>2</sub> (en kPa) au niveau de la mer (altitude : 0 mètre)	5	14
Pression partielle en O <sub>2</sub> (en kPa) à une altitude de 3 700 mètres	5	8

**1.5** Déterminer le pourcentage d'O<sub>2</sub> disponible pour la cellule aux deux altitudes.

Comparer les résultats et en déduire l'effet de l'altitude sur l'organisme en utilisant le vocabulaire médical adapté.

Certains facteurs comme la température, le pH ou un métabolite - le 2,3 DPG DiPhosphoGlycérate - modifient l'affinité de la molécule d'hémoglobine pour l'O<sub>2</sub>. Lorsqu'un organisme est placé en hypoxie, la concentration en 2,3 DPG augmente et change donc le comportement de l'hémoglobine vis-à-vis de l'O<sub>2</sub>.

Les résultats sont donnés dans le **document 3**.

**1.6.** Analyser les courbes du **document 3** et en déduire comment varie l'affinité de l'hémoglobine pour le dioxygène.

**1.7.** Indiquer l'intérêt de cette variation d'affinité pour monsieur X. lors de son ascension.

Le médecin décide de faire passer une spirométrie à monsieur X. car, lors de la consultation, une légère dyspnée a été détectée à l'auscultation. Il lui prescrit également une analyse sanguine.

La spirométrie permet de calculer l'indice de Tiffeneau. Il s'agit du rapport en pourcentage du volume expiratoire maximal par seconde (VEMS) sur la capacité vitale forcée (CVF). Sa valeur normale est supérieure à 70 %.

Volume expiratoire maximal seconde (VEMS) : quantité d'air expulsé durant la première seconde d'une expiration rapide et forcée, réalisée après une inspiration maximale.

Capacité vitale forcée (CVF) : volume d'air expulsé avec force jusqu'au volume résiduel (VR) à partir de la capacité pulmonaire totale (CPT).

### Principe de mesure de la CVF par spirométrie



1.8. Repérer les examens paracliniques dans le texte précédent.

1.9. Présenter le principe de la spirométrie.

1.10. Calculer l'indice de Tiffeneau après avoir déterminé graphiquement VEMS et CVF, à partir de la courbe du **document 4 (page 10/10, à rendre avec la copie)**. Indiquer s'il existe, au niveau respiratoire, une contre-indication pour monsieur X. à la randonnée en altitude. Justifier la réponse.

## 2. Les effets de l'altitude sur le diabète de monsieur X.

De type 1 ou 2, le diabète traduit une élévation anormale de la concentration du glucose dans le sang. Cette anomalie est due à une insuffisance ou une mauvaise utilisation de l'insuline. Le diabète est une maladie grave qui, sans traitement approprié, peut entraîner des complications cardio-vasculaires.

### Histologie du pancréas

Le tissu pancréatique est composé principalement d'acini (99 %), ensemble de cellules sécrétant le suc pancréatique chargé d'enzymes. Le suc pancréatique est déversé dans le duodénum par les canaux pancréatiques et participe à la digestion des aliments.

Les îlots de Langerhans richement vascularisés constituent une autre structure histologique du pancréas (1 %).

2.1. Indiquer sur la copie, les annotations du **document 5**, qui correspondent à la partie exocrine du pancréas et celles qui correspondent à la partie endocrine. Justifier la réponse.

Les expériences historiques suivantes, réalisées chez le chien, ont conduit à préciser les deux rôles du pancréas.

<b>Expériences</b>	<b>Observations</b>
<b><u>Expérience 1</u></b> Ablation du pancréas (diabète expérimental)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Troubles digestifs</li> <li>• Diabète de type 1 :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- hyperglycémie</li> <li>- glycosurie et polyurie</li> </ul> </li> </ul>
<b><u>Expérience 2</u></b> Ablation du pancréas + addition de suc pancréatique	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disparition des troubles digestifs</li> <li>• Diabète de type 1 :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- hyperglycémie</li> <li>- glycosurie et polyurie</li> </ul> </li> </ul>
<b><u>Expérience 3</u></b> Ablation du pancréas + injection d'insuline	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Troubles digestifs</li> <li>• Glycémie normale</li> </ul>

**2.2.** Analyser ces trois expériences et en déduire les deux rôles du pancréas en précisant quelles sont les molécules sécrétées.

Lors d'un effort musculaire en haute altitude, on enregistre une augmentation de l'insulinémie, des concentrations en noradrénaline, adrénaline et dopamine ainsi qu'une tachycardie suite à l'hypoxie tissulaire. Le diabète de type 1 de monsieur X., bien que corrigé, inquiète son médecin traitant. Ce dernier lui prescrit un bilan sanguin dont les résultats sont donnés dans le tableau suivant.

<b>Substances dosées</b>	<b>Monsieur X.</b>	<b>Valeurs de référence</b>
Insulinémie	16 pmol.L <sup>-1</sup>	Entre 30 et 110 pmol.L <sup>-1</sup>
Glycémie	1,26 g.L <sup>-1</sup>	Entre 0,8 et 1,2 g.L <sup>-1</sup>
Cholestérolémie (dont LDL - cholestérol)	5,9 mmol.L <sup>-1</sup>	Inférieur à 5 mmol.L <sup>-1</sup>

**2.3.** Définir les deux termes soulignés.

**2.4.** Comparer les résultats de monsieur X. avec les valeurs de référence et en déduire les anomalies en utilisant la terminologie médicale.

### **3. Hérédité du diabète de monsieur X.**

Le diabète de monsieur X. est un diabète de type 1. Certaines formes de ce diabète sont dues à un dysfonctionnement du gène codant l'insuline et sont donc héréditaires.

Les parents de monsieur X. ainsi que sa sœur sont sains.  
Il a eu avec sa femme non atteinte un garçon et une fille tous deux sains également.  
En revanche sa sœur et son mari, tous deux non atteints, ont trois filles dont l'une est atteinte de diabète.

Par convention, dans un arbre généalogique, les hommes sont représentés par un carré et les femmes par un cercle. Ces symboles sont noircis pour les phénotypes malades.

- 3.1. Dessiner l'arbre généalogique de la famille de monsieur X. en utilisant les représentations conventionnelles.
- 3.2. Justifier que le mode de transmission de la maladie est récessif.
- 3.3. Justifier que l'allèle responsable de la maladie n'est pas porté par les gonosomes.

#### **4. L'appareil cardiovasculaire de monsieur X.**

Au vu des résultats sanguins, le médecin traitant de monsieur X. décide de l'envoyer consulter un cardiologue. Apprenant que le patient souffre de diabète et qu'il présente une douleur au mollet lors de la marche, le médecin suspecte une artérite. Il décide alors de lui faire passer une artériographie des membres inférieurs pour confirmer ou non le diagnostic d'artérite.

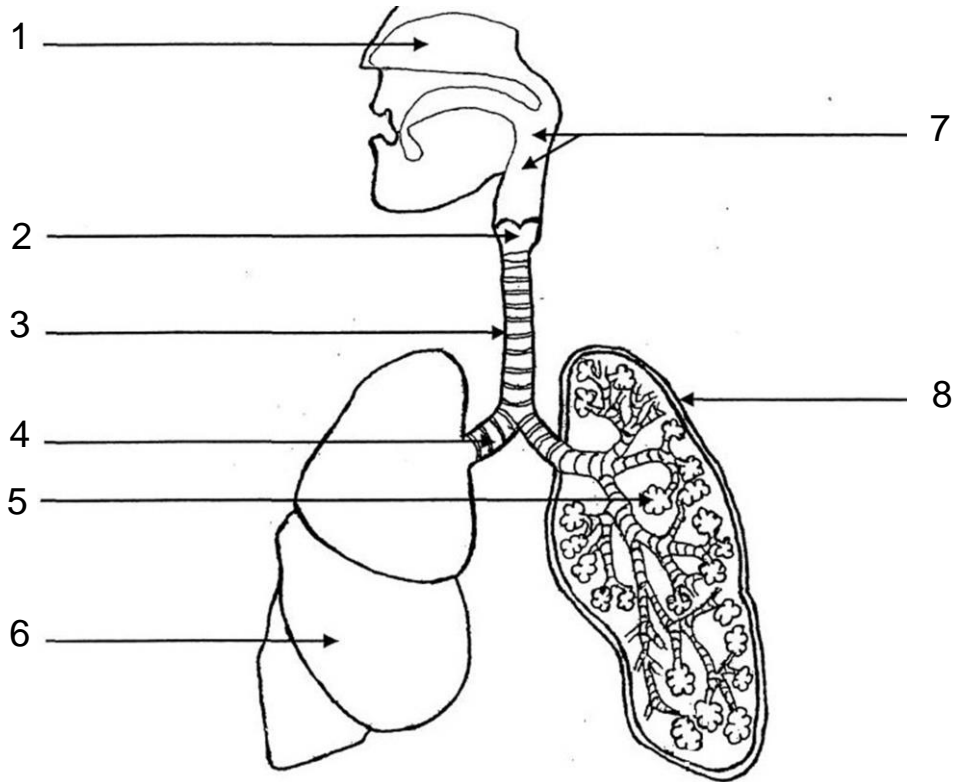
Le **document 6** montre le cliché, vu de face, de l'artériographie des membres inférieurs de monsieur X.

- 4.1 Expliquer le principe d'une artériographie en précisant le rôle du produit de contraste.
- 4.2. Préciser le type d'anomalie et sa localisation droite-gauche puis donner les conséquences de cette anomalie sur les tissus.
- 4.3. Identifier la pathologie dont souffre probablement monsieur X. Justifier la réponse à partir des résultats sanguins et d'imagerie.

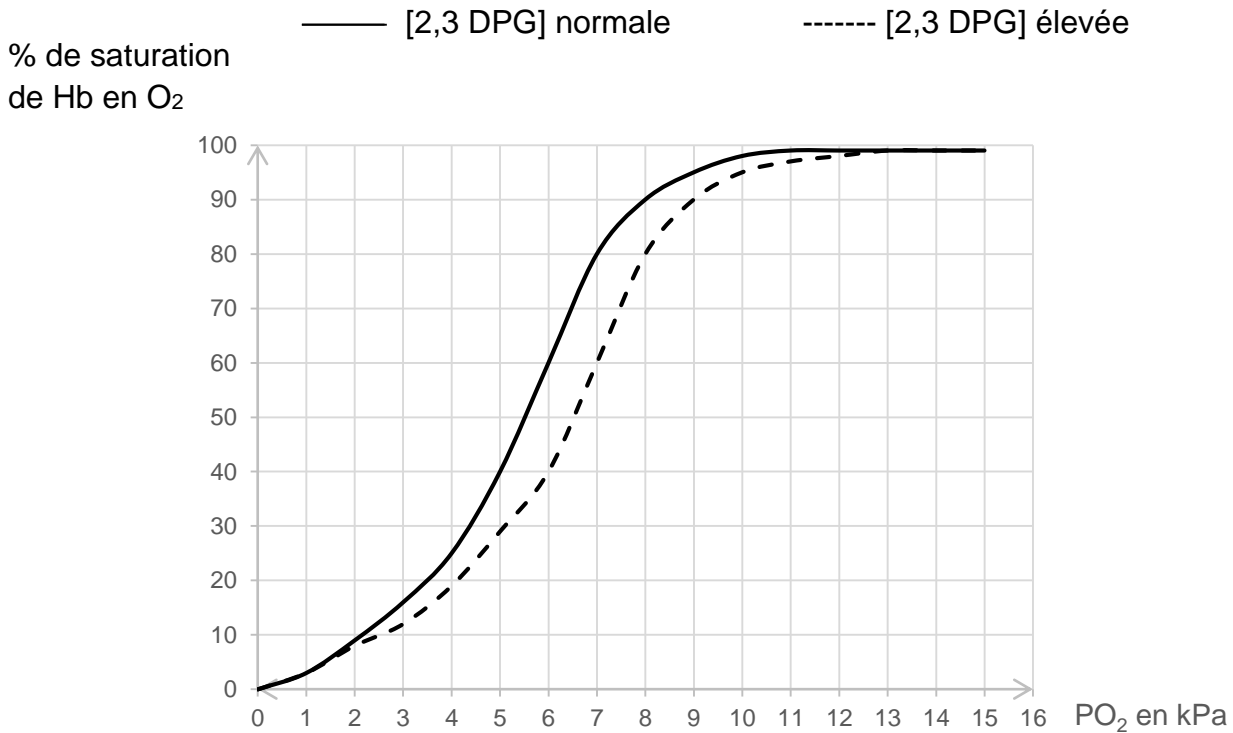
L'effort en altitude provoque une augmentation de la décharge de noradrénaline (neurotransmetteur des fibres sympathiques). La paroi des artères musculaires de diamètre moyen est innervée par ce type de fibres. La libération de noradrénaline à ce niveau provoque une vasoconstriction.

- 4.4. Reporter sur la copie les annotations correspondant aux différents repères du **document 7**.
- 4.5. Préciser le tissu à l'origine de cette vasoconstriction et le situer sur une des trois tuniques.
- 4.6. Déduire les conséquences de cette vasoconstriction sur l'organisme de monsieur X. lors de sa randonnée en altitude.

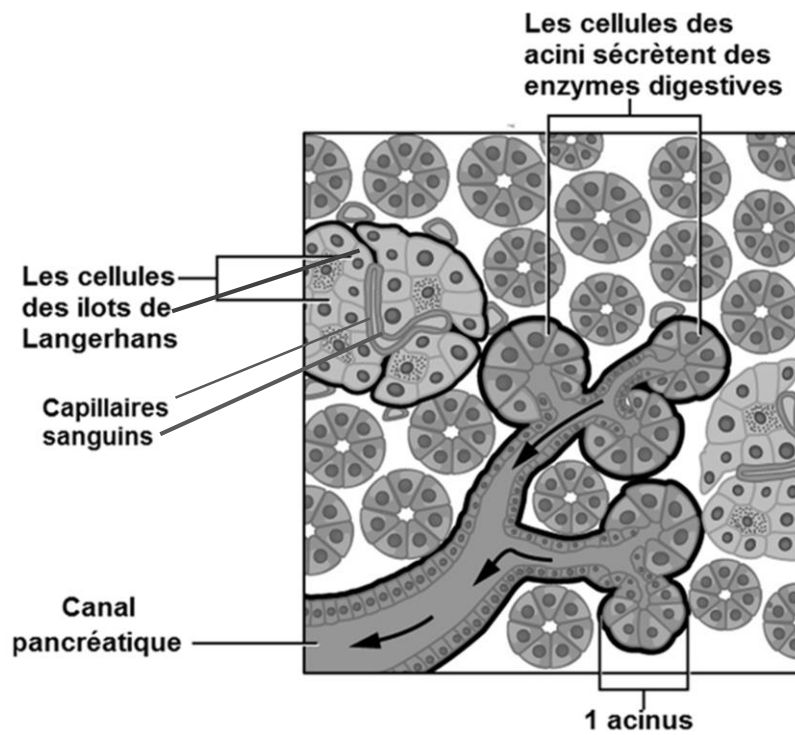
**Document 1 : Schéma de l'appareil respiratoire**



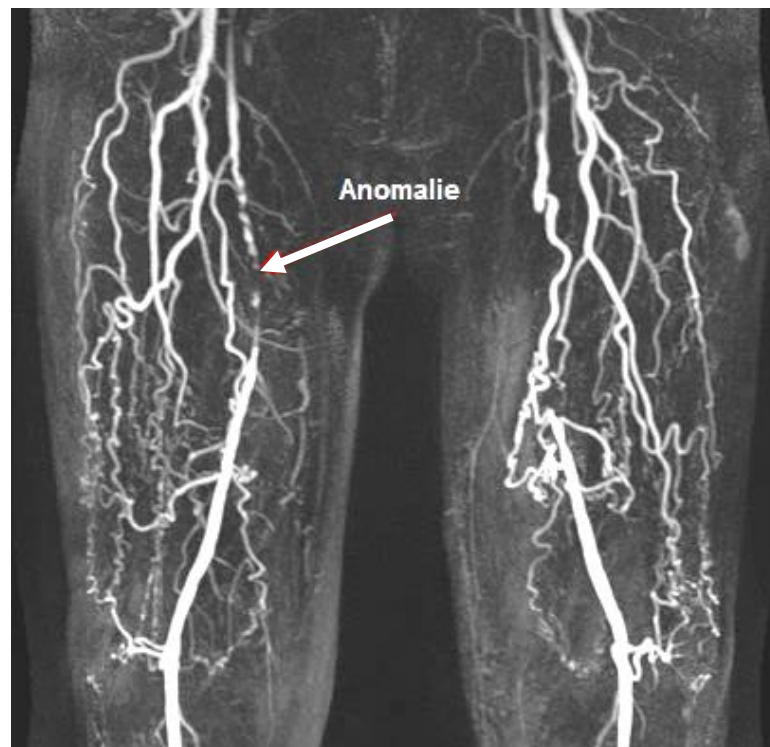
**Document 3 : Influence du 2,3 DPG sur la saturation de l'hémoglobine en O<sub>2</sub>**



**Document 5 : Histologie du pancréas**

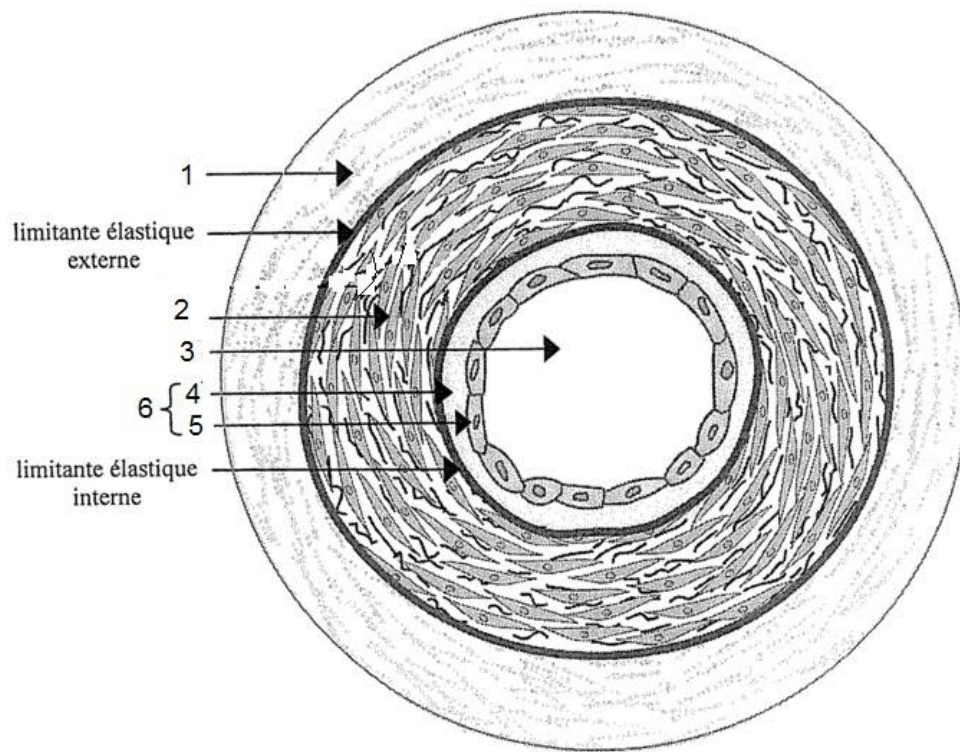


**Document 6 : Artériographie des membres inférieurs de monsieur X. – Vue de face**



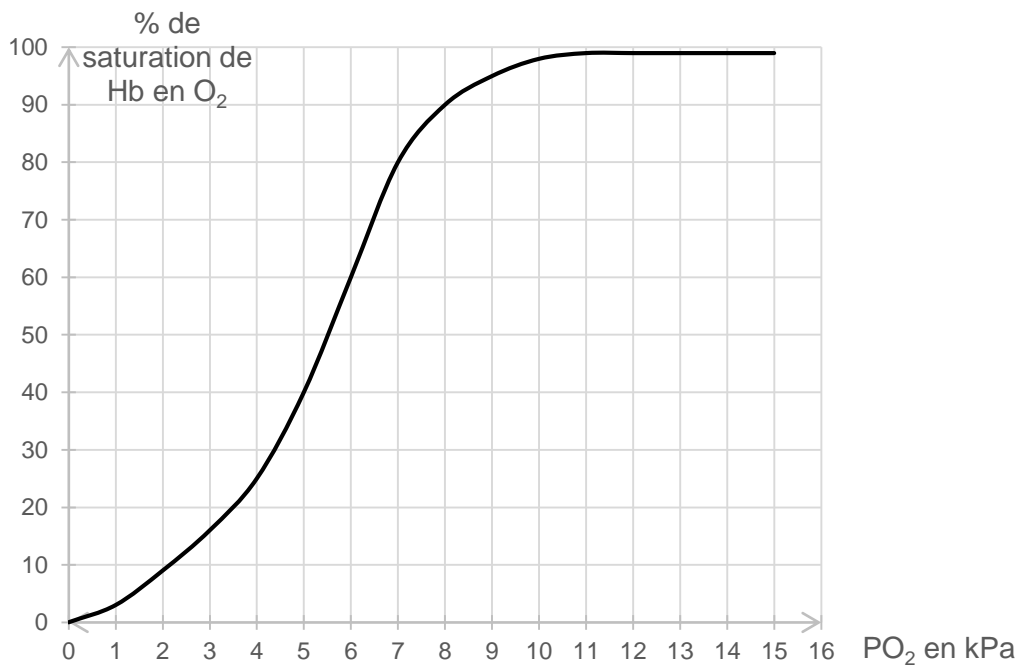


**Document 7 : Coupe d'une artère saine**



Annotation 4 : sous-endothélium

**Document 2 : Pourcentage de saturation de l'hémoglobine (Hb) en O<sub>2</sub> en fonction de la pression partielle en O<sub>2</sub> (PO<sub>2</sub>)**



**Document 4 : Courbe volume-temps**

