

**BACCALAUREAT TECHNOLOGIQUE**

**SCIENCES ET TECHNOLOGIES  
DE LA SANTE ET DU SOCIAL**

**BIOLOGIE ET PHYSIOPATHOLOGIE HUMAINES**

**SESSION 2014**

Durée : 3 h

Coefficient : 7

**Epreuve du mercredi 18 juin 2014**

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

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

## Les effets de l'apesanteur sur l'organisme

Le 12 avril 1961, à 27 ans, le cosmonaute soviétique Youri Gagarine est le premier homme à effectuer un vol dans l'espace. Le 21 juillet 1969, Neil Armstrong, commandant de la mission Apollo 11, pose le pied sur la Lune.

Depuis, un certain nombre de vols spatiaux ont eu lieu et les recherches actuelles portent sur un vol vers Mars, envisagé aux alentours des années 2030.

Pour autant, de tels voyages sont éprouvants pour les astronautes et, si certains pays veulent envisager ce long périple vers la planète Mars (500 jours aller-retour), la préparation des astronautes s'avère un des éléments importants car les séjours en apesanteur ne sont pas sans effet sur l'organisme de ces voyageurs de l'espace...

### **1. Les effets de la microgravité sur les tissus musculaires (2,5 points)**

Après un séjour plus ou moins long dans l'espace, environnement où la pesanteur est quasi inexistante, tous les astronautes connaissent un certain degré de perte de volume musculaire puisque leurs muscles n'ont plus à supporter le poids du corps. Les muscles les plus exposés sont ceux des bras et des jambes. Leur taille, leur résistance physique, ainsi que leur endurance s'en trouvent diminuées ce qui entraîne une importante fatigue musculaire à la moindre sollicitation.

1.1 Donner le terme médical correspondant à chacune des deux expressions soulignées dans le texte ci-dessus.

1.2 Utiliser le texte ci-après pour retrouver les annotations 1 à 10 du **document 1**. Reporter ces annotations sur la copie.

Les muscles striés squelettiques sont attachés aux os par les tendons. Le muscle est enveloppé, avec des vaisseaux sanguins et des neurofibres, par une gaine de tissu conjonctif appelée l'épimysium.

Le muscle est constitué de faisceaux de fibres musculaires où chaque faisceau est entouré par du tissu conjonctif, le périmysium.

L'observation au microscope optique montre que, à leur tour, les fibres musculaires sont entourées de tissu conjonctif, appelé endomysium.

L'observation montre aussi que les fibres musculaires sont des cellules géantes, très longues et cylindriques. Elles sont disposées en rangs parallèles.

Les fibres musculaires, appelées aussi myocytes ou myofibrilles, sont formées de :

- une membrane plasmique : le sarcolemme ;
- un cytoplasme : le sarcoplasme ;
- tous les organites habituels ;
- plusieurs noyaux repoussés à la périphérie.

Les myocytes apparaissent striés : il existe une série de striations transversales qui correspondent à l'alternance de bandes sombres et de bandes claires, avec une strie Z dans la bande claire (deux stries Z délimitent un sarcomère).

Au fort grossissement, le sarcoplasme apparaît rempli de petites fibres : les myofibrilles. Chaque myofibrille est formée, elle aussi, par une succession de bandes claires et de bandes sombres.

L'examen en microscopie électronique d'une myofibrille montre qu'elle est formée de deux types de protéines organisées en filaments (myofilaments) :

- protéine organisée en filament épais : la myosine ;
- protéine organisée en filament fin : l'actine.

1.3 Le **document 2** représente deux photographies vues au microscope électronique de l'unité fonctionnelle du muscle lors de sa contraction et leur schéma d'interprétation.

Analyser ce document, puis l'interpréter en utilisant les informations données dans le texte précédent et dans le **document 1**.

## **2. Apesanteur et appareil cardiovasculaire (10 points)**

Un séjour dans l'espace perturbe la physiologie de l'appareil circulatoire. Les effets observés sont multiples. De façon générale, le cœur et les vaisseaux sanguins sont soumis à un vieillissement prématuré. Une diminution du volume cardiaque est souvent diagnostiquée et les astronautes subissent une augmentation de la pression artérielle dans la partie haute du corps.

### **2.1 Surveillance cardiaque**

Les astronautes sélectionnés pour de telles missions sont tenus d'avoir avant leur séjour une physiologie cardio-vasculaire exempte de toute pathologie. Une exploration médicale diagnostique est réalisée. Parmi les examens paracliniques, l'échographie est une technique de choix pour révéler d'éventuelles anomalies cardiaques.

2.1.1 Présenter le principe de cet examen d'imagerie médicale.

2.1.2 Le **document 3** présente une échographie cardiaque. Reporter sur la copie les annotations qui correspondent aux repères 1 à 4.

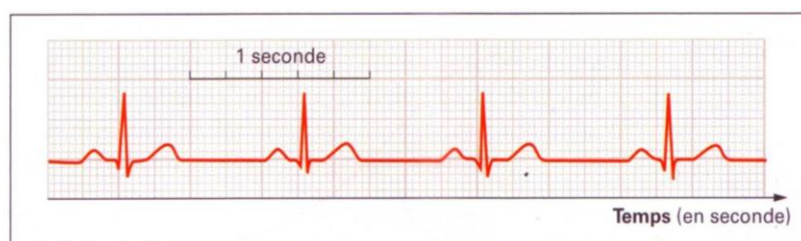
2.1.3 Les différentes phases d'un cycle cardiaque peuvent être explorées par cette technique d'imagerie médicale. Certaines de ces phases sont schématisées dans le **document 4**. Reproduire le tableau du **document 4** sur la copie puis le compléter en prenant soin de rétablir l'ordre chronologique.

### **2.2 Entraînement musculaire**

Afin de préparer au mieux l'appareil cardio-vasculaire, des exercices musculaires intensifs sont réalisés de nombreux mois avant le départ.

Les effets de l'entraînement sur le cœur sont évalués notamment par électrocardiographie (ECG).

Le document suivant présente un ECG d'une personne entraînée au repos :



ECG au repos

2.2.1 Sur un tracé d'ECG normal, on peut remarquer cinq ondes caractéristiques. On les appelle P, Q, R, S et T. Reproduire, sur la copie, un cycle cardiaque et positionner ces différentes ondes.

2.2.2 Préciser à quels phénomènes électriques correspondent ces ondes et en déduire les phénomènes mécaniques qui en découlent.

2.2.3 Calculer la fréquence cardiaque au repos à partir de l'électrocardiogramme en expliquant les calculs.

Le **document 5a** présente l'effet de l'entraînement physique sur la masse du cœur.

Les **documents 5b** et **5c** présentent l'effet de l'entraînement sur deux paramètres cardiaques : la fréquence cardiaque et le volume d'éjection systolique chez une personne entraînée et une personne non entraînée. Pour ces deux types de personnes, le débit cardiaque au repos est d'environ  $6 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$ .

2.2.4 Retrouver la formule (avec les unités) qui lie les paramètres cardiaques suivants : fréquence cardiaque, débit cardiaque et volume d'éjection systolique.

2.2.5 Analyser les **documents 5a, 5b** et **5c**, afin de déterminer l'effet de l'entraînement sur le cœur.

Expliquer l'intérêt de l'entraînement avant un séjour dans l'espace.

### 2.3 Régulation de la pression artérielle

Lors d'un vol spatial, le volume sanguin augmente dans la partie haute du corps et entraîne ainsi une augmentation de la pression artérielle.

L'arc reflexe donné dans le **document 6** présente les différentes structures anatomiques intervenant dans la régulation nerveuse de la pression artérielle. Cet arc implique la participation de récepteurs, nerfs sensitifs, centres nerveux, nerfs moteurs et effecteurs.

Reporter sur la copie les annotations qui correspondent aux repères 1 à 4 et associer chacune des réponses à un élément de l'arc reflexe cité précédemment.

## 3. Cancérogénèse et traitement du cancer (4 points)

Il existe également un risque invisible et mortel dans l'espace, dont les effets ne se ressentent en général qu'au bout de plusieurs années. En dehors de la Terre, les astronautes ne sont plus protégés des rayonnements solaires et galactiques. Les radiations ionisantes, bien qu'invisibles, sont particulièrement dangereuses. Elles peuvent provoquer des mutations génétiques susceptibles d'être à l'origine d'une cancérogénèse.

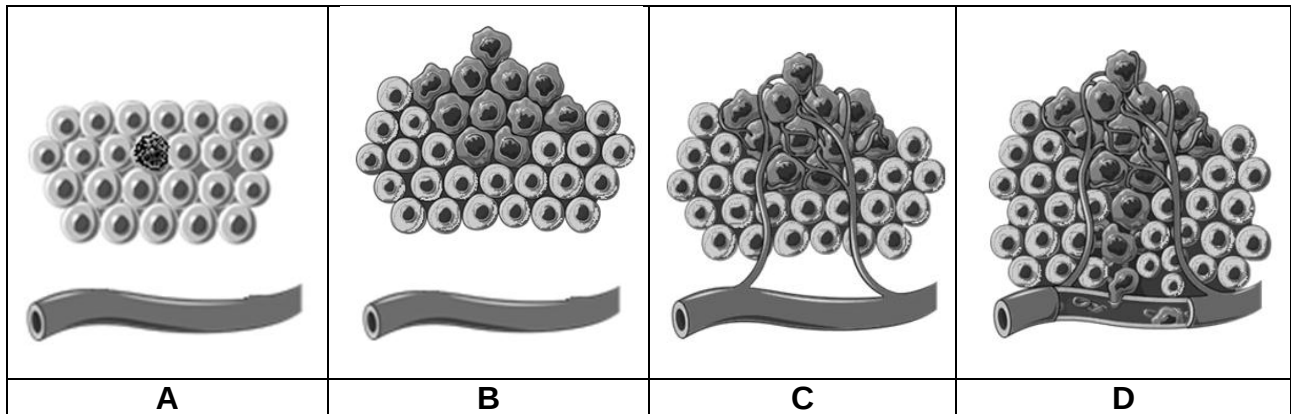
### 3.1 Rayonnements ionisants et cancérogénèse

3.1.1 Ces rayonnements peuvent altérer certaines molécules, dont l'ADN, et provoquer des mutations génétiques. Reporter sur la copie les annotations du **document 7** qui représente la molécule d'ADN.

3.1.2 Expliquer le lien entre la molécule d'ADN et la notion de mutation génétique.

### 3.2 Développement d'une tumeur

Le document ci-dessous présente différentes étapes de la cancérogénèse. Décrire précisément, avec le vocabulaire adéquat, les phénomènes présentés à chaque étape A, B, C et D. En déduire la définition d'une tumeur.



### 3.3 Traitement des cancers

Un des moyens de traitement du cancer est décrit dans le texte suivant :

#### Traitement anti-angiogénique

La cellule tumorale sécrète des facteurs stimulant la vascularisation de la tumeur et favorisant ainsi sa croissance. Le facteur principal est dénommé VEGF (Vascular Epithelial Growth Factor). Un médicament peut bloquer ce facteur et ainsi inhiber la vascularisation de la tumeur.

Ce type de traitement peut donner des résultats appréciables, en particulier pour le traitement du cancer du rein mais aussi dans d'autres variétés de tumeur.

A partir du texte et du document de la partie 3.2, expliquer l'action anticancéreuse de ce type de médicament.

## 4. Cellules immunitaires et immunité anticancéreuse (3,5 points)

Les astronautes revenant d'une mission dans l'espace présentent tous à leur retour une érythropénie, une lymphopénie et une anémie, entre autres. Cela n'est pas sans conséquence sur leur santé, notamment en ce qui concerne leur immunité.

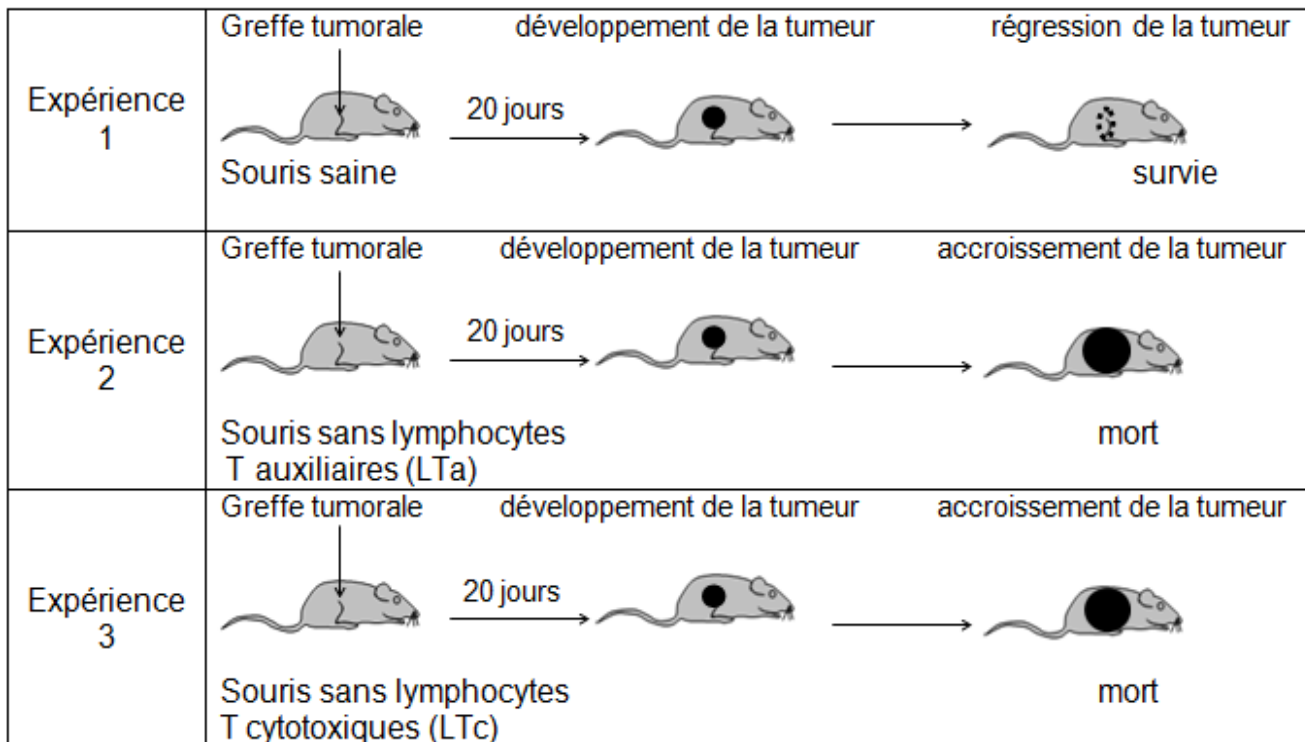
4.1 Définir les trois termes soulignés dans le texte.

4.2 Immunité anti-cancéreuse

Dans l'organisme, le système immunitaire reconnaît et détruit les cellules modifiées dont les cellules cancéreuses. Ces dernières présentent à leur surface des antigènes particuliers spécifiques de la tumeur appelés marqueurs tumoraux. Les trois expériences

de greffes tumorales schématisées dans le document ci-dessous permettent d'étudier quelques aspects de cette réponse immunitaire.

Dans chaque expérience 1, 2 et 3, des cellules cancéreuses prélevées chez une souris malade sont injectées à une souris saine ; ce transfert de cellules est l'équivalent d'une greffe (« greffe tumorale »).



4.2.1 Analyser et interpréter chaque expérience.

4.2.2 En déduire le type de réponse impliquée dans l'immunité anti-tumorale.

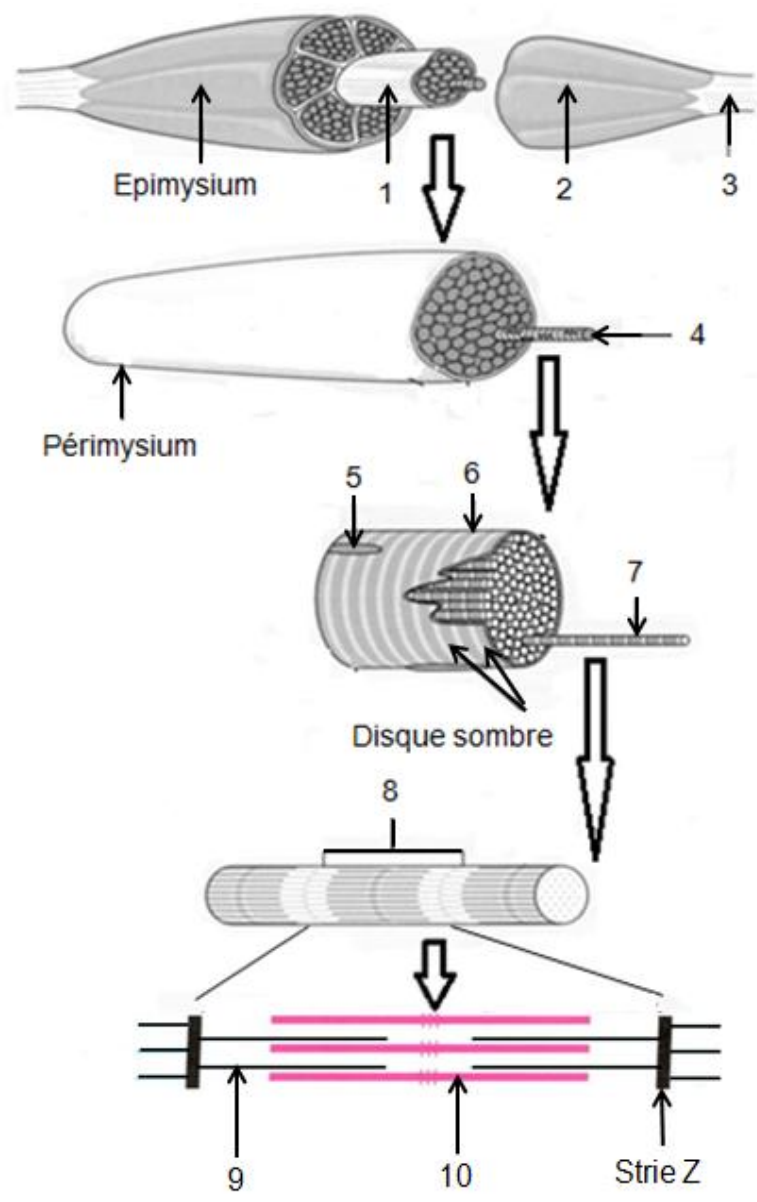
#### 4.3 Mode d'action des lymphocytes T cytotoxiques

Les marqueurs tumoraux exprimés à la surface des cellules cancéreuses sont susceptibles d'être reconnus par les lymphocytes T cytotoxiques grâce à leur récepteur spécifique (récepteur T ou TCR).

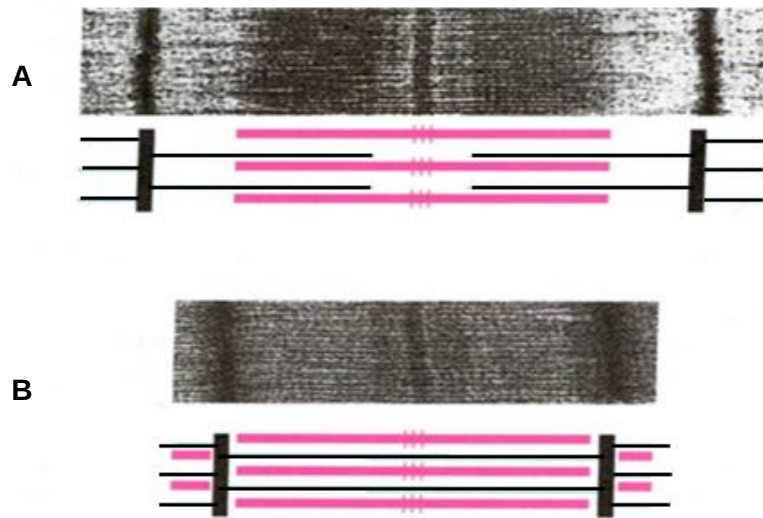
4.3.1 Le **document 8** montre la dernière étape des événements conduisant à la destruction de la cellule cancéreuse. Donner le nom précis de cette étape et celui des structures Y.

4.3.2 En s'appuyant sur le **document 8** et les connaissances, rédiger un texte qui explique la relation entre la structure et la fonction du lymphocyte T cytotoxique.

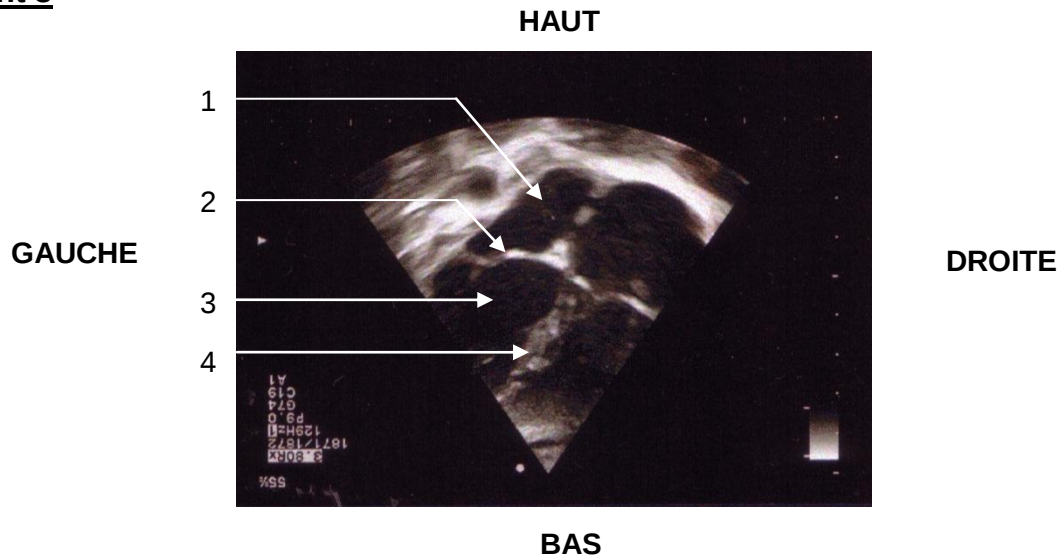
Document 1



Document 2



### Document 3



### Document 4

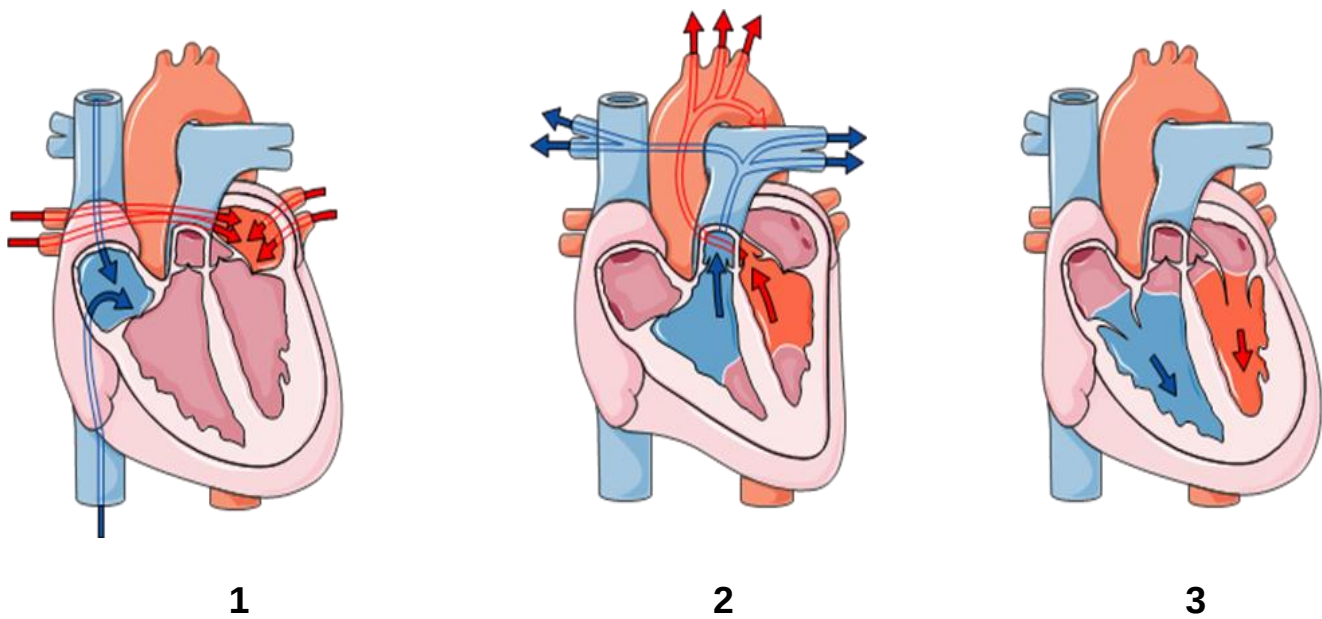


Tableau à reproduire sur la copie

| Ordre chronologique des illustrations | Etat des valvules auriculo-ventriculaires | Etat des valvules sigmoïdes | Trajet du sang | Nom de la phase du cycle cardiaque |
|---------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------|----------------|------------------------------------|
|                                       |                                           |                             |                |                                    |
|                                       |                                           |                             |                |                                    |
|                                       |                                           |                             |                |                                    |

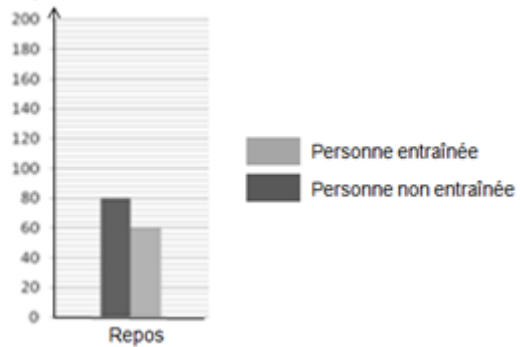
## Document 5

### Document 5a

| Etat de l'individu        | Non entraîné | Entraîné |
|---------------------------|--------------|----------|
| Masse moyenne du cœur (g) | 280          | 430      |

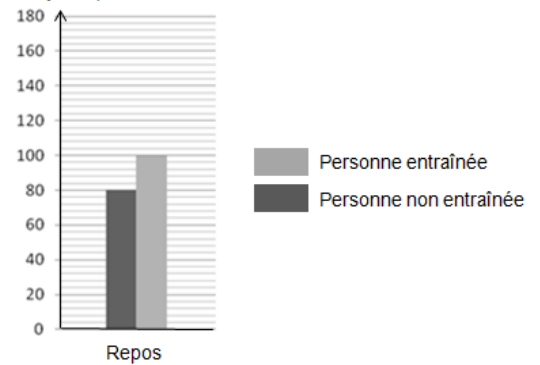
### Document 5b

Fréquence cardiaque en batt.min<sup>-1</sup>

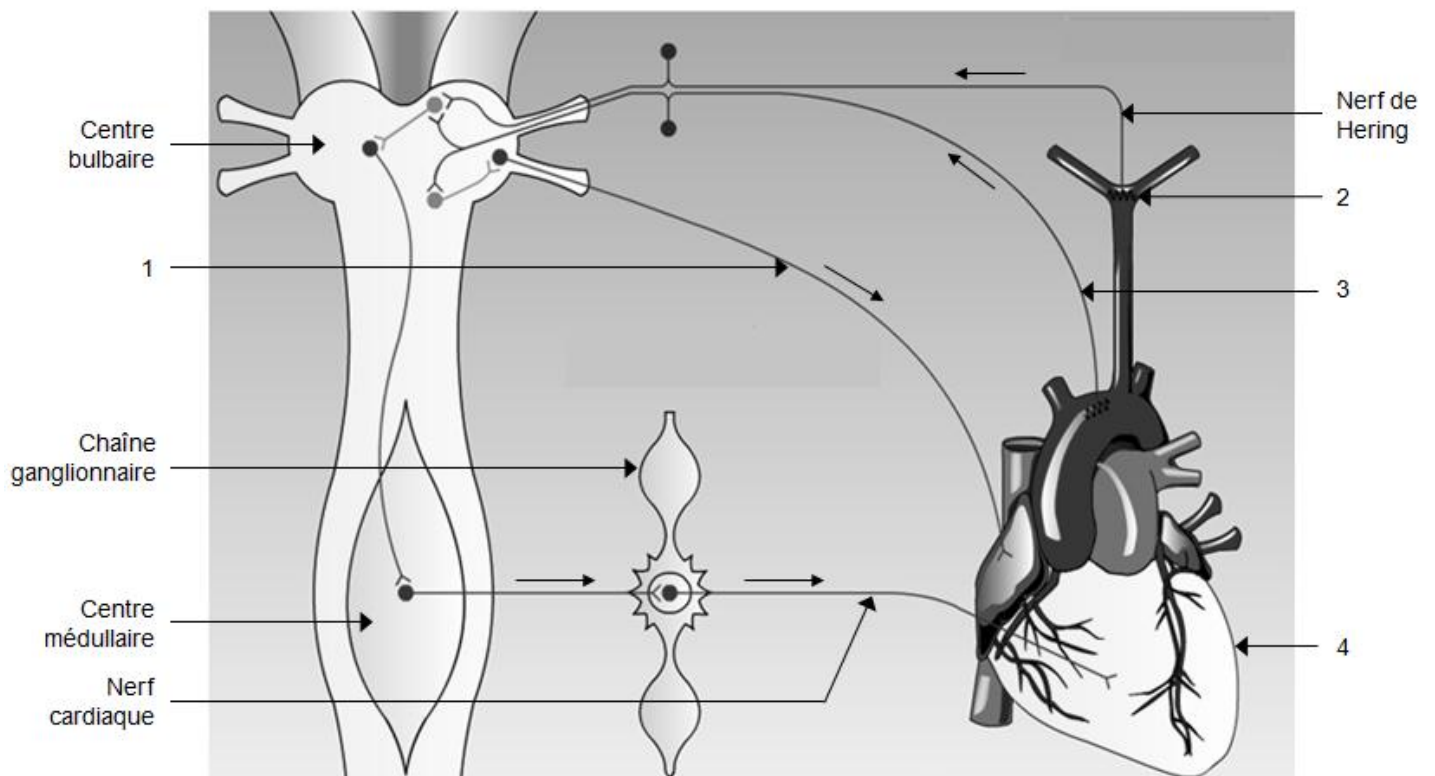


### Document 5c

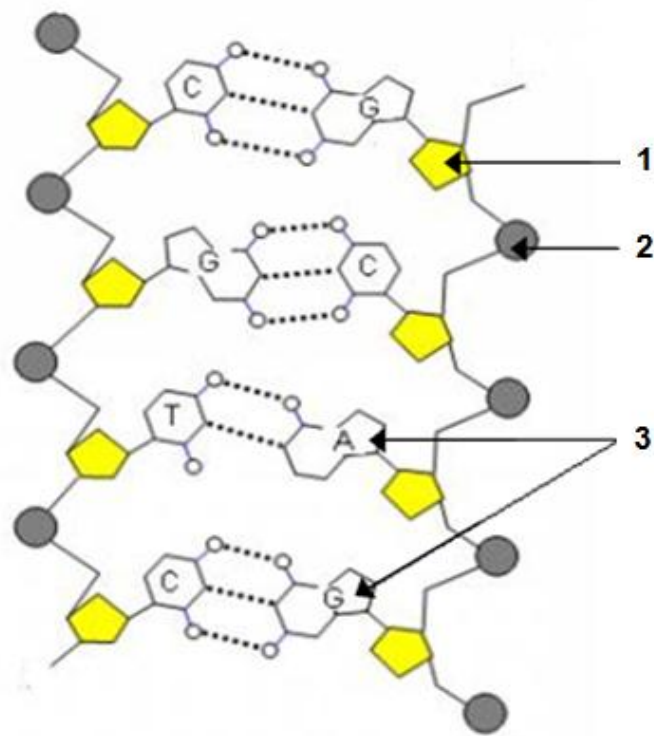
Volume d'éjection systolique en mL



## Document 6



## Document 7



## Document 8

