



## MINISTÈRE DES ARMÉES

# ÉPREUVES D'ADMISSIBILITÉ DU CONCOURS 2018 D'ADMISSION À L'ÉCOLE DE SANTÉ DES ARMÉES

*Catégorie : Baccalauréat - Sections : Médecine et Pharmacie*

Vendredi 13 Avril 2018

## ÉPREUVE DE SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE

**18-DEC406139**

*Durée : 1 heure 30 minutes*

*Coefficient 4*

### Avertissements

- *L'utilisation d'encre rouge, de téléphones portables, de calculatrices, de règles à calculs, de formulaires, de papiers millimétrés est interdite.*
- *Vérifiez que ce fascicule comporte 21 pages numérotées de 1 à 21, page de garde comprise.*
- *Il sera tenu compte de la qualité de la présentation de la copie et de l'orthographe.*
- *Toutes les réponses aux questions sous forme de QCM doivent être faites sur la grille de réponse jointe. Si le candidat répond aux QCM sur sa feuille et non sur la grille, ses réponses ne seront pas prises en compte par le correcteur.*
- *Pour chacun des QCM, les candidats doivent cocher les lettres des propositions qu'ils considèrent comme « vrai ». Il est demandé aux candidats de faire très attention au numéro de QCM quand ils « cochent » la grille de réponse jointe.*
- *Chaque QCM comporte au minimum une, voire plusieurs bonnes réponses. Des points seront retirés pour chaque erreur ; toutefois, la note obtenue à un QCM ne sera pas inférieure à zéro (pas de points négatifs).*

## EXERCICE 1 – 7 points

### LA DEFENSE IMMUNITAIRE

#### REPONSES ATTENDUES SUR VOTRE COPIE

Jeune médecin militaire en opération extérieure au Togo, vous recevez en consultation deux officiers de l'armée togolaise, un frère et une sœur, qui ont toujours vécu au Togo. Le frère se plaint de douleurs articulaires récurrentes, alors que sa sœur ne présente pas ces symptômes. Médecin sensibilisé aux symptômes liés à la drépanocytose et aux risques de paludisme en Afrique subsaharienne, vous proposez aux deux patients différentes analyses pour poser un diagnostic.

#### A) Première analyse : diagnostic de la drépanocytose

**Document 1 :** Drépanocytose, une maladie génétique.

La drépanocytose est due à la mutation d'un gène localisé sur le chromosome 11, codant pour un des deux types de protéines qui forment l'hémoglobine : la bêta-globine.

<https://www.inserm.fr/information-en-sante/dossiers-information/drepanocytose>

**Document 2 :** Drépanocytose et globules rouges

La drépanocytose est due à une anomalie de l'hémoglobine. L'hémoglobine est le constituant principal du globule rouge et assure le transport d'oxygène dans le sang pour le distribuer à tous les organes. L'hémoglobine est constituée de quatre «briques» appelées chaînes, assemblées entre elles. L'hémoglobine A, majoritaire chez l'adulte, est ainsi constituée de deux chaînes dites alpha (ou  $\alpha$ ) et de deux chaînes dites bêta (ou  $\beta$ ).

En cas de drépanocytose, les chaînes  $\beta$  sont anormales. L'hémoglobine formée à partir des chaînes  $\beta$  anormales et des chaînes  $\alpha$  normales est une hémoglobine qui « s'agglomère » dans les globules rouges (cette hémoglobine anormale est appelée hémoglobine S, abréviation pour le mot anglais « sickle » qui signifie faucille).

Un globule rouge a normalement la forme d'un disque dont chaque face est un peu creuse (on parle de disque biconcave, voir *figure 1*). En cas de drépanocytose, l'agglomération de l'hémoglobine S conduit les globules rouges à prendre la forme d'une faucille ou d'un croissant dans certaines conditions (lorsque la quantité d'oxygène est plus faible). Leur déformation « en faucille » est appelée falciformation et les globules rouges déformés sont qualifiés de « falciformes » (voir *figure 2*).

<https://www.orpha.net/data/patho/Pub/fr/Drepanocytose>

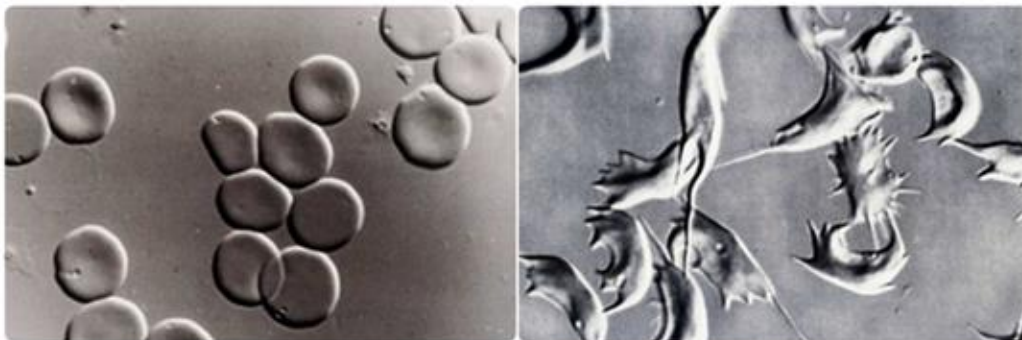
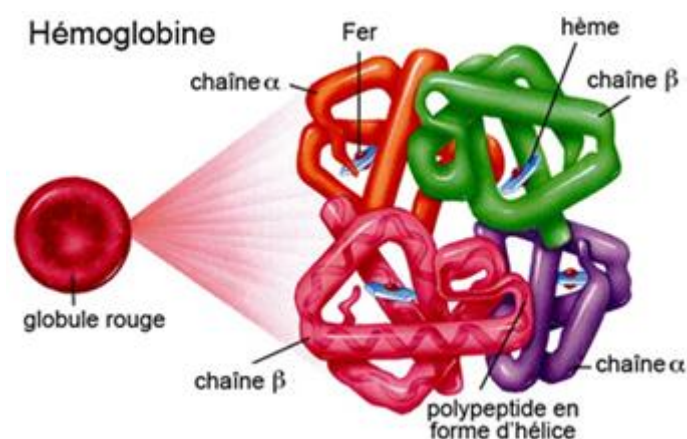


Figure 1  
Globules rouges normaux

Figure 2  
Globules rouges falciformes

<https://www.inserm.fr/information-en-sante/dossiers-information/drepanocytose>

**Document 3 :** Structure de l'hémoglobine des globules rouges



<https://infograph.venngage.com/p/193833/la-thalassmie>

**Document 4 :** Symptômes liés à la drépanocytose

Devenues rigides, les hématies peuvent **bloquer, obstruer la circulation** du sang à travers les petits vaisseaux sanguins et compromettre l'oxygénation des tissus. Cette mauvaise circulation sanguine est à l'origine des **crises vaso-occlusives (CVO)**.

Les polymères d'hémoglobine S fragilisent aussi les globules rouges qui subissent une destruction précoce (**hémolyse**). **Leur durée de vie passe ainsi d'environ 120 jours à une vingtaine de jours seulement.** Il en découle un faible taux de globules rouges dans le sang des drépanocytaires\* qui se traduit par une **anémie chronique**.

La **rate** des patients drépanocytaires est en outre précocement lésée par les vaso-occlusions. Elle est aussi très sollicitée pour assurer l'hémolyse des hématies falciformes. Elle n'assure alors plus complètement son rôle dans le contrôle de certaines **infections bactériennes**, tout particulièrement les pneumonies et les méningites.

\* Drépanocytaire = Patient atteint de drépanocytose

<https://www.inserm.fr/information-en-sante/dossiers>

**Question 1 :**

D'après l'ensemble des documents proposés ci-dessus, construire un tableau regroupant les différentes échelles phénotypiques (macroscopique - cellulaire - moléculaire) pour le phénotype sain et le phénotype drépanocytaire.

*Toute réponse formulée sans tableau ne sera pas prise en compte.*

- Les prises de sang réalisées sur les deux patients vous apportent un début de diagnostic :
- Le sang de la sœur ne présente que des globules rouges biconcaves ;
  - Le sang du frère présente des globules rouges biconcaves et des globules rouges falciformes.

Pour affiner le diagnostic, vous réalisez l'expérience décrite dans le **document 5**.

**Document 5 :** Principe de l'expérience.

Vous obtenez l'ADN du gène codant pour la bêta-globine à partir d'une cellule de chaque patient, ainsi que d'une cellule d'un patient sain.

Vous utilisez des enzymes de restriction (ER) capables de couper la molécule d'ADN en certains points de la séquence présentant des séquences TGAG (**Document 7**).

Après traitement avec les enzymes de restriction, vous placez les fragments d'ADN obtenus dans un gel d'électrophorèse, où les fragments migrent quand vous appliquez un courant électrique, du pôle + (en haut du gel) au pôle - (en bas du gel). Cette migration se fait plus ou moins loin dans le gel selon la taille du fragment d'ADN.

Les fragments plus lourds (plus grands) migrent peu, alors que les fragments plus légers (plus petits) migrent plus loin. Pour révéler l'ADN qui a migré dans le gel, vous utilisez du Bromure d'Ethidium qui permet de visualiser les bandes d'ADN.

Les résultats du gel d'électrophorèse sont présentés dans le **document 8**.

Vous disposez de séquences partielles d'ADN et protéiques mettant en évidence la différence entre les bêta-globines des hémoglobines HbA et HbS (**document 6**).

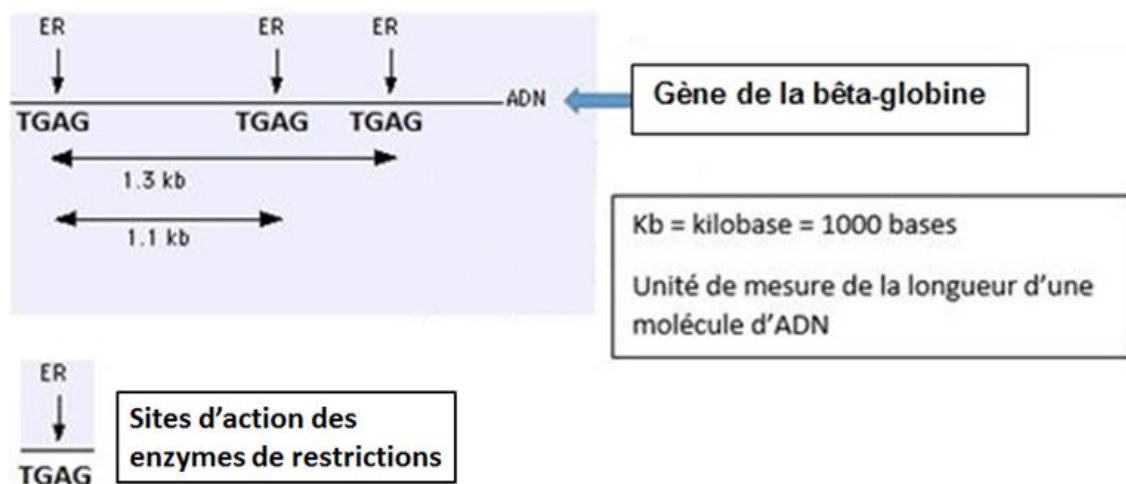
**Document 6 :** Séquences partielles d'ADN et protéiques des 2 types de bêta-globines.

	1	10	20	30	40
Hb A nucléique	ATGGTGCACCTGACTCCTGAGGAGAGTCTGCCGTTACTGCCCTGTG				
Hb S nucléique	ATGGTGCACCTGACTCCTGTGGAGAGTCTGCCGTTACTGCCCTGTG				
Hb A protéique	MetValHisLeuThrProGluGluLysSerAlaValThrAlaLeuTr				
Hb S protéique	MetValHisLeuThrProValGluLysSerAlaValThrAlaLeuTr				

Les 2 hémoglobines HbA et HbS.

- en haut les séquences partielles d'ADN de HbA et HbS (un seul brin représenté)
- en bas les séquences partielles des 2 protéines HbA et HbS (chaîne Bêta).

**Document 7 :** Action des enzymes de restriction (ER) sur le gène de la bêta-globine.



**Document 8 :** Représentation partielle de l'électrophorèse après traitement de l'ADN par les enzymes de restriction.



Les flèches à droite du gel d'électrophorèse indiquent la position des fragments d'ADN obtenus

**Question 2 :**

- D'après l'étude des documents 5 à 7, préciser la taille (en kb) des fragments d'ADN que l'on doit obtenir, après coupure par ER, respectivement pour les allèles HbA et HbS de la bêta-globine. Vous expliquerez votre analyse.
- D'après l'ensemble des documents 5 à 8, déterminer le génotype de vos deux patients (le frère et la sœur) pour le gène de la bêta-globine (allèle HbA et allèle HbS).  
*Une écriture scientifique du génotype est attendue.*
- Proposer un diagnostic concernant la drépanocytose pour ces deux patients en justifiant brièvement votre réponse.

**Question 3 :**

A l'aide de vos connaissances et des documents proposés, déterminer le(s) génotype(s) des parents de ces deux enfants en ce qui concerne le gène de la bêta-globine. Si plusieurs cas sont envisageables, les indiquer clairement.

## B) Seconde analyse : diagnostic du paludisme

Le paludisme est une maladie infectieuse potentiellement mortelle due à plusieurs espèces de parasites appartenant au genre *Plasmodium*. Le parasite est transmis à l'homme par la piqûre de moustiques infectés. Le moustique femelle, en prenant le repas de sang nécessaire à sa ponte, injecte le parasite à son hôte. Le cycle du parasite est détaillé dans le **document 9**. L'OMS déclare en 2016 environ 500000 morts du paludisme. Les nouveau-nés et les enfants de moins de 5 ans contaminés représentent 70% des décès.

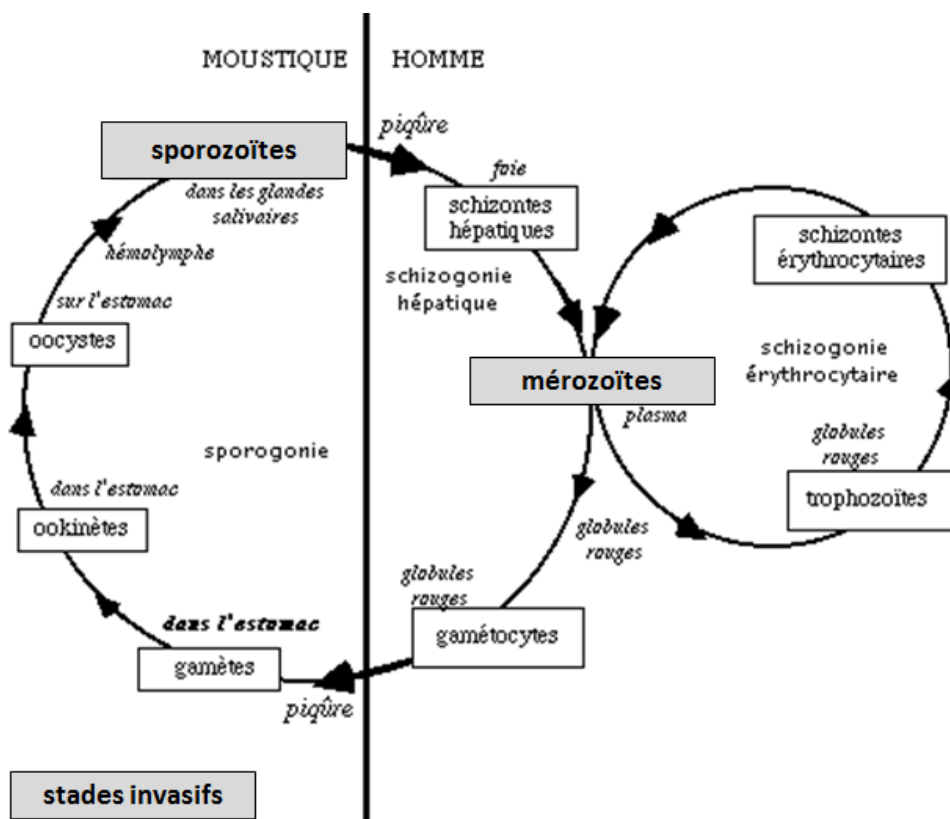
### **Document 9** : Cycle du parasite.

Le cycle de *Plasmodium* est complexe et comporte deux étapes essentielles : une **phase asexuée** chez l'homme, et une **phase sexuée** chez le moustique.

Le moustique femelle injecte à l'homme le parasite sous forme de "**sporozoïte**". Celui-ci migre rapidement, via la circulation sanguine, vers le foie. Il pénètre dans la cellule hépatique, où il se divise très activement pour donner naissance, en quelques jours, à des dizaines de milliers de nouveaux parasites : les "**mérozoïtes**". La cellule du foie éclate en libérant ces parasites dans le sang : là, ils pénètrent à l'intérieur des **globules rouges** et se multiplient. Lorsque ces derniers éclatent à leur tour, les mérozoïtes libérés dans la circulation sanguine infectent de nouveaux globules rouges (cycle érythrocytaire). Lors de l'éclatement des globules rouges dans le sang, des marqueurs protéiques « Pl » produits par le parasite sont libérés dans le plasma.

Après quelques cycles de réplication des mérozoïtes, des **parasites sexués** mâles et femelles (gamétocytes) sont formés à l'intérieur des globules rouges. Lorsqu'un **moustique** pique une personne infectée, il ingère ces gamétocytes, qui se transforment en **gamètes**. Leur **fécondation** engendre un **zygote**, qui se différencie en oocyste dans le tube digestif du moustique. Les oocystes produisent des sporozoïtes, qui migrent vers les **glandes salivaires du moustique**. Un nouveau cycle peut alors commencer.

<https://www.pasteur.fr>



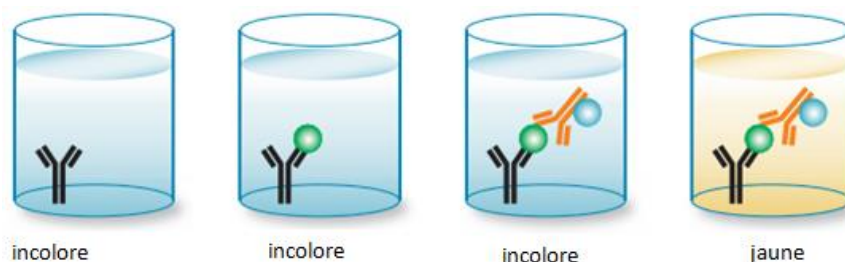
<https://www.google.fr/search?q=cycle+du+paludisme>




On peut rechercher ces antigènes paludéens « PI » dans le plasma de patients atteints de paludisme par la technique ELISA sandwich présentée dans le **document 10**.

Cette technique est basée sur la « spécificité antigène/anticorps » :

- Vous disposez de cupules au fond desquelles sont fixés des anticorps anti-PI.
- Le plasma du patient à tester est placé dans ces cupules.
- Après un délai d'action, on rince les cupules.
- On ajoute alors des anticorps anti-PI couplés à l'enzyme E.
- Après un délai d'action, on effectue un second rinçage puis on ajoute le substrat S.
- Quand l'enzyme E est en contact avec son substrat S, on obtient un produit coloré jaune :  
 $(E) + (S) \rightarrow \text{Produit coloré jaune « J »}$

**Document 10** : Technique ELISA sandwich pour détecter la présence d'antigènes paludéens « PI » dans le plasma de patients.

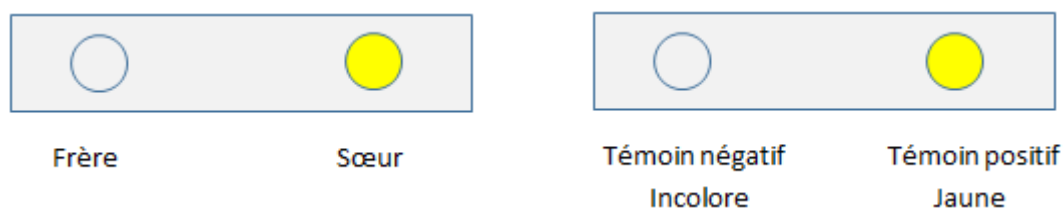


	Anticorps anti-PI
	Antigène paludéen PI
	Anticorps anti-PI avec marqueur enzymatique E

<https://www.bio-rad-antibodies.com/elisa-types-direct-indirect-sandwich-competition-elisa-formats.html>

Le plasma des deux patients précédemment testés pour la drépanocytose (le frère et la sœur) subit le test ELISA sandwich pour la détection d'antigènes paludéens « PI ». Le résultat est présenté dans le **document 11**.

**Document 11** : Résultats du test ELISA sandwich.



**Question 4 :**

D'après les documents 9 à 11, expliquer le résultat obtenu pour la sœur.

*Vous devez justifier la couleur obtenue.*

*Vous devez poser un diagnostic pour la sœur.*

**Question 5 :**

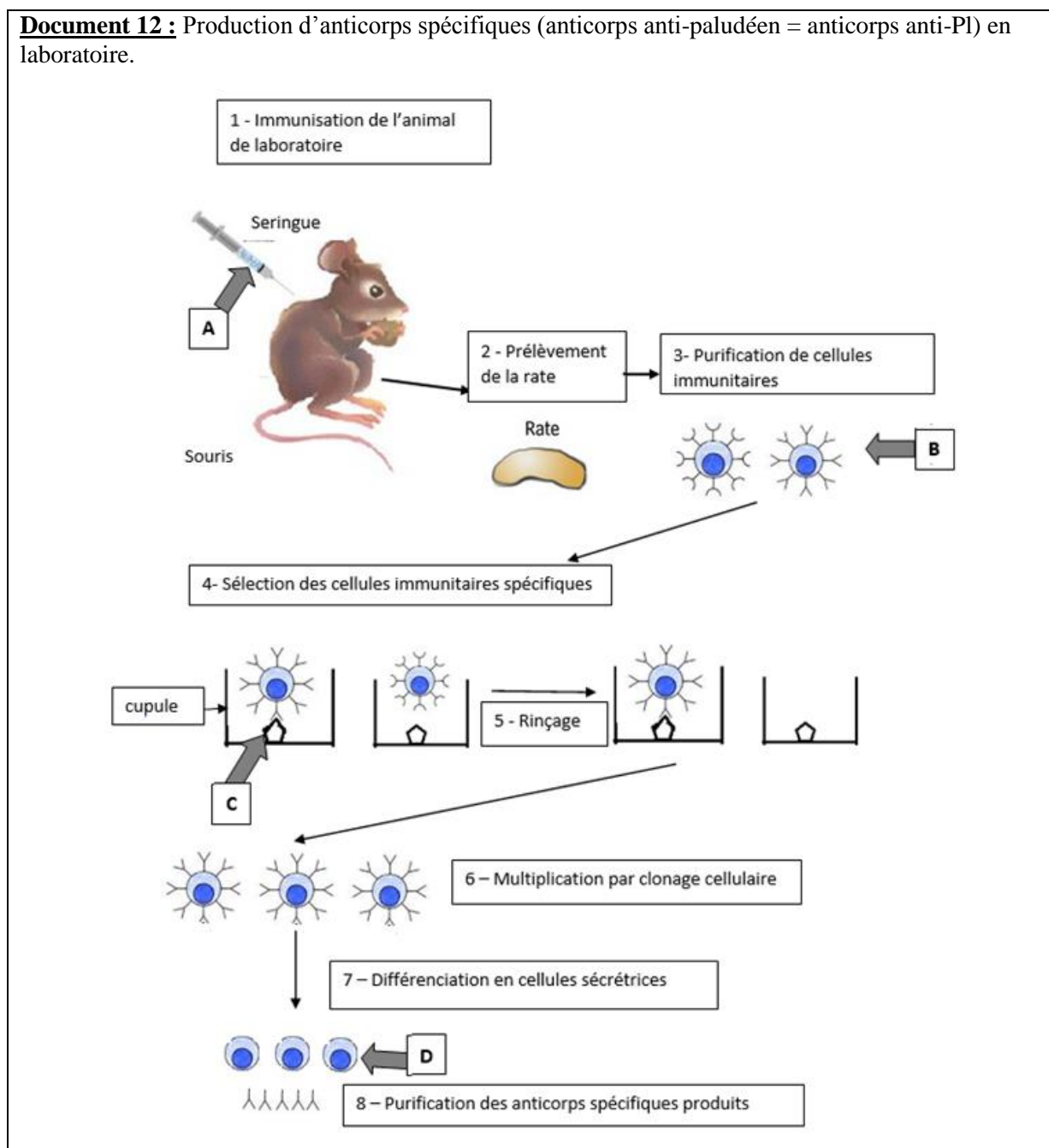
Concernant la technique de l'ELISA sandwich, indiquer l'intérêt du second rinçage.

**Question 6 :**

Préciser sur quelle partie de l'anticorps se fixe l'antigène paludéen « PI ».

Votre collègue vous interroge sur les anticorps anti-PI que vous avez utilisés pour ce test ELISA. Il souhaite comprendre comment ces anticorps ont été produits en laboratoire (**Document 12**).

**Document 12 :** Production d'anticorps spécifiques (anticorps anti-paludéen = anticorps anti-PI) en laboratoire.



**Question 7 :**

A l'aide du schéma et de vos connaissances, compléter les légendes (A-B-C-D) du schéma du document 12.

*Sur votre copie, indiquer les lettres et les légendes correspondantes.*

**Question 8 :**

Sachant que les mérozoïtes ne peuvent pas pénétrer dans les globules rouges falciformes, à l'aide de vos connaissances et de l'ensemble des documents, expliquer pourquoi les individus hétérozygotes pour la bêta-globine sont particulièrement fréquents dans les populations togolaises où le paludisme est également très fréquent.

*Une réponse structurée est attendue.*



## EXERCICE 2 – 4,5 points

### QUESTIONS DE COURS

#### REponses ATTENDUES SUR LA GRILLE QCM JOINTE

##### **QCM 1 : Concernant la réponse immunitaire :**

- A. La réponse immunitaire innée est un mécanisme très conservé présent chez les bactéries, les Insectes et les Vertébrés.
- B. La réponse immunitaire adaptative n'est présente que chez les Mammifères.
- C. La réaction inflammatoire aiguë se déroule principalement dans les organes lymphoïdes.
- D. Les mastocytes sont des cellules sécrétrices de médiateurs chimiques impliqués dans la réponse immunitaire innée.
- E. L'activation des phagocytes lors de la réponse innée va permettre la mise en place de la réponse adaptative.

##### **QCM 2 : Lors d'une infection virale :**

- A. Des lymphocytes B vont être activés par des antigènes viraux puis subir une amplification clonale.
- B. Des lymphocytes T vont être activés par des cellules présentatrices d'antigènes viraux puis subir une amplification clonale.
- C. Des lymphocytes T cytotoxiques vont provoquer la mort de cellules du soi infectées par le virus.
- D. Les plasmocytes activés présenteront les antigènes viraux aux cellules de l'immunité à médiation cellulaire.
- E. L'interleukine 2 sécrétée par les lymphocytes T auxiliaires provoquera une stimulation de l'immunité à médiation humorale.

##### **QCM 3 : Concernant les principes de la vaccination :**

- A. Le rôle des adjuvants est de provoquer une réaction inflammatoire afin, notamment, de stimuler les phagocytes.
- B. La vaccination permet d'augmenter le pool de lymphocytes naïfs de l'organisme.
- C. Le rappel de vaccination provoque une réaction plus rapide et plus forte que la réponse obtenue lors de la première injection.
- D. Contrairement à une infection grippale par exemple, la vaccination ne met en jeu que l'immunité à médiation cellulaire.
- E. En l'absence de vaccination, le phénotype immunitaire de l'organisme n'évoluera pas après la naissance de l'individu.

##### **QCM 4 : Concernant le brassage génétique :**

- A. La méiose comprend deux divisions et permet la production des gamètes.
- B. Les crossing-over permettent les échanges de fragments de chromatides entre chromosomes de paires différentes.
- C. Les gamètes formés par la méiose sont diploïdes.
- D. Les crossing-over peuvent être à l'origine de la diversification du vivant mais également de certaines maladies.
- E. La fécondation permet la formation d'un zygote qui sera haploïde.

**QCM 5 : Concernant la diversification du vivant :**

- A. La diversification des êtres vivants est forcément due à une modification du génome.
- B. La pression du milieu est un des facteurs responsables de la diversité des populations.
- C. Une espèce disparaît si l'ensemble de ses individus disparaît.
- D. Les comportements nouveaux sont transmis d'une génération à l'autre par voie génétique.
- E. Une espèce est une population d'individus isolés génétiquement.

**QCM 6 : Concernant l'évolution de l'Homme :**

- A. Le phénotype s'acquiert uniquement sous l'effet de l'interaction de l'individu et de son environnement.
- B. Le Chimpanzé et l'Homme appartiennent au genre Homo.
- C. L'Homme et le singe possèdent un ancêtre commun récent.
- D. Les premiers primates fossiles sont identiques aux singes actuels.
- E. Les premiers primates fossiles datent de -120 millions d'années.

**QCM 7 : Concernant l'appareil végétatif des plantes herbacées annuelles :**

- A. Il ne comprend pas d'adaptations spécifiques pour résister à la saison hivernale.
- B. Il porte les fleurs qui correspondent aux organes reproducteurs femelles.
- C. Les nervures des feuilles comprennent les vaisseaux conducteurs de la sève brute et de la sève élaborée.
- D. Les échanges gazeux et la capture de la lumière sont réalisés par les feuilles.
- E. La surface d'absorption de l'eau et des substances minérales est augmentée par la présence de poils absorbants sur les racines.

**QCM 8 : Concernant la plante domestiquée :**

- A. De façon empirique, ce sont les graines des plantes les plus performantes qui ont été sélectionnées pour être semées.
- B. La sélection naturelle a fait évoluer les caractéristiques phénotypiques des plantes domestiquées.
- C. Des croisements dirigés entre variétés ont été réalisés pour créer de nouvelles variétés plus intéressantes.
- D. Pour une meilleure productivité, la biodiversité au sein des espèces cultivées a été supprimée.
- E. Le génome des plantes est resté inchangé jusqu'à l'apparition des techniques de transgénèse.

**QCM 9 : Concernant les plantes génétiquement modifiées :**

- A. Un processus de régénération *in vitro* est à la base de toute plante génétiquement modifiée nouvellement créée.
- B. Lorsqu'elles sont commercialisées sous forme d'hybrides, il est nécessaire de racheter des graines tous les ans si l'on veut maintenir la productivité.
- C. Elles peuvent comprendre dans leur génome un (des) gène(s) issu(s) d'espèces différentes.
- D. Elles sont génétiquement très différentes de la plante dont elles sont issues.
- E. Elles vivent en symbiose avec des microorganismes qui leur apportent de nouvelles propriétés.

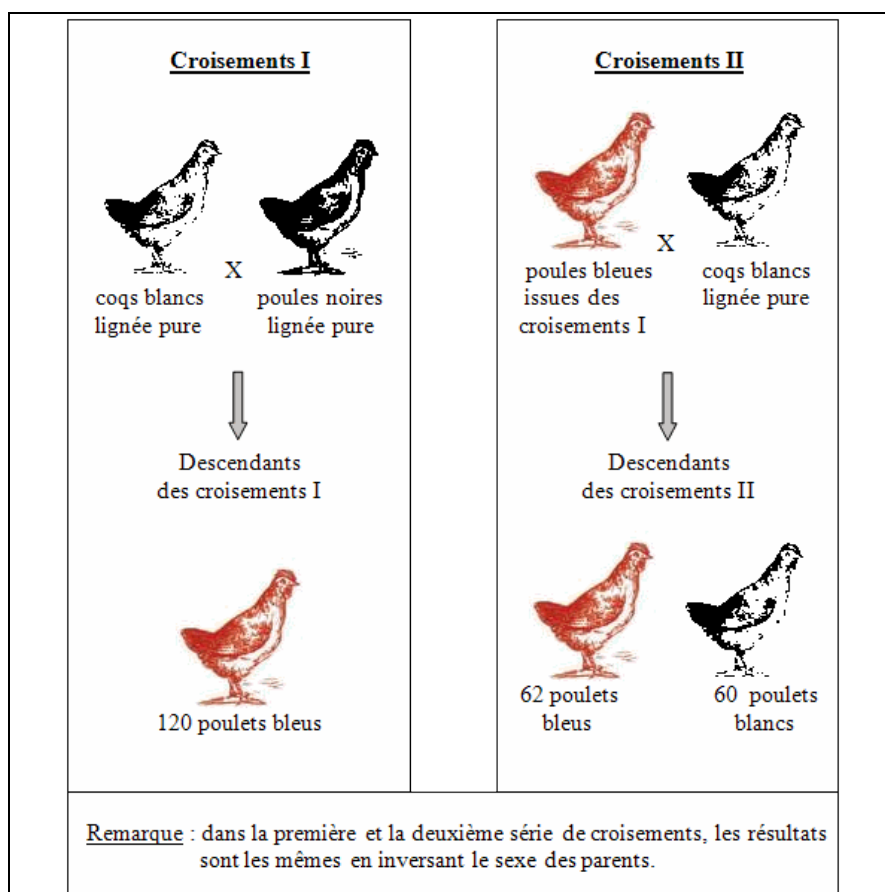
## EXERCICE 3 – 8,5 points

### ANALYSE DE DOCUMENTS

### REPONSES ATTENDUES SUR LA GRILLE QCM JOINTE

#### A) Le brassage génétique

Pour les QCM 10 et 11, vous devez analyser le document suivant :



**QCM 10** : D'après l'expérience menée ci-dessus, vous pouvez affirmer que :

- A. La couleur du plumage est portée par plusieurs allèles.
- B. La couleur bleue est issue d'une double expression allélique « bleu ».
- C. La couleur bleue est issue d'une co-expression allélique noire et blanche.
- D. L'allèle codant pour la couleur du plumage est présent sur un chromosome sexuel.
- E. L'allèle codant pour la couleur du plumage est présent sur un autosome.

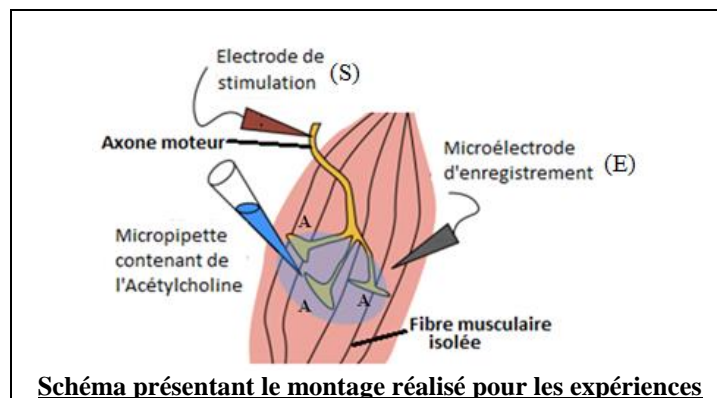
**QCM 11** : En considérant le résultat de l'expérience précédente ainsi que vos réponses au QCM 10, vous pouvez affirmer que si l'on croise 2 poulets « bleus » obtenus suite au croisement 2 :

- A. Tous les poulets obtenus seront bleus.
- B. Tous les poulets obtenus seront noirs.
- C. Tous les poulets obtenus seront blancs.
- D. Un quart des poulets obtenus seront noirs.
- E. Un quart des poulets obtenus seront blancs.

## **B) La commande de la fibre musculaire**

**Pour les QCM 12 et 13, vous devez analyser les documents suivants :**

Dans les années 1950, Fatt et Katz sont les premiers à avoir étudié la réponse de fibres musculaires aux stimulations. Pour cela, des fibres musculaires de grenouille ont été isolées avec leur nerf moteur et ont été placées dans du liquide physiologique. Une microélectrode (E) est placée dans la fibre musculaire (voir schéma ci-dessous) et une électrode de référence dans le liquide physiologique. Les deux électrodes sont reliées à un oscilloscope. Une électrode de stimulation (S) et une micropipette contenant de l'acétylcholine sont placées à la surface de la fibre musculaire.



Différentes expériences sont réalisées. Il y a enregistrement de l'activité électrique de la fibre musculaire. Les résultats sont présentés ci-dessous :

<u>Conditions expérimentales</u>	<u>Enregistrement de l'activité électrique de la fibre musculaire</u>
<p><u>Expérience 1 :</u> Stimulation de l'axone du motoneurone par l'électrode de stimulation</p>	
<p><u>Expérience 2 :</u> Dépôt, sur la membrane de la fibre musculaire, grâce à la micropipette d'une microgoutte d'acétylcholine</p>	
<p><u>Expérience 3 :</u> Dépôt, sur la membrane de la fibre musculaire, grâce à la micropipette de plusieurs microgouttes d'acétylcholine</p>	

### **QCM 12 : Concernant les composants de l'expérience :**

- Chaque élément marqué par la lettre A, sur le schéma, correspond à un bouton synaptique.
- L'axone moteur présenté ici se termine par 3 dendrites.
- En microscopie, on peut observer, au niveau de chaque élément marqué par la lettre A, des exocytoses.
- L'axone moteur fait partie d'un neurone dont le corps cellulaire est situé au niveau d'un ganglion rachidien.
- L'extrémité de l'axone moteur qui a été sectionné provenait de la racine ventrale de la moelle épinière située à ce niveau.

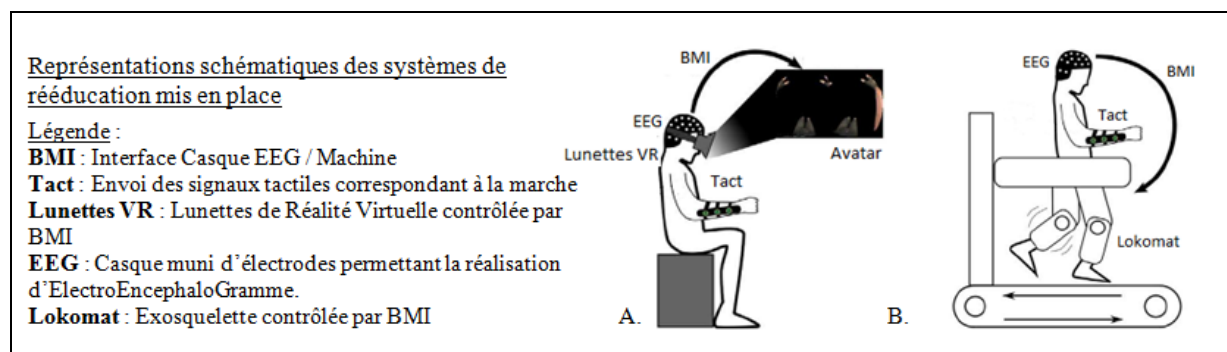
### **QCM 13 : A propos des expériences menées ci-dessus, vous pouvez affirmer que :**

- A. L'expérience 1 correspond à la mise en évidence du réflexe myotatique.
- B. Si l'on appliquait pour l'expérience 1 une stimulation plus forte, l'amplitude des potentiels d'action serait augmentée.
- C. Lors de l'expérience 1, de l'acétylcholine est libérée au niveau des fentes synaptiques.
- D. Dans ces 3 expériences, la fibre musculaire se contracte.
- E. Pour l'axone de ce neurone, le potentiel de repos est de -80 mV.

### **C) Le contrôle de la motricité**

**Pour les QCM 14, 15 et 16, vous devez analyser les documents suivants :**

Le Dr Miguel Nicolelis a révélé en 2016 dans un article de la revue Scientific Reports qu'au terme d'une année de rééducation intensive faisant appel à un système mêlant la réalité virtuelle et des interfaces cerveau-machine, huit paraplégiques ont retrouvé des sensations et un contrôle musculaire partiels. Sur les 2000 heures de rééducation effectuée, les patients ont été équipés, au moins deux heures chaque semaine, d'un casque équipé d'électrodes et relié à un ordinateur. Le système enregistre les signaux émis par les neurones pour les traduire en commandes. Dans un premier temps, chacun des paralysés s'est vu attribuer un avatar virtuel, qu'il devait déplacer sur l'écran d'un casque de réalité virtuelle, grâce à la seule force de son cerveau. En parallèle, des signaux tactiles correspondant au déplacement virtuel de son avatar lui étaient envoyés (**schéma A**). Par la suite, les patients paralysés ont été équipés d'un exosquelette (« Lokomat ») qu'ils devaient contrôler de la même manière qu'ils faisaient bouger leur avatar (**schéma B**). Il faut savoir que lorsqu'on imagine un mouvement, les zones du cerveau qui sont activées pour un mouvement réel sont également mises en jeu.



Au bout d'un an de rééducation, tous ont connu des améliorations au niveau neuromusculaire. Les zones stimulées lors des expériences de réalité virtuelle sont devenues plus importantes. Sept d'entre eux ont même fait des progrès suffisants pour voir leur paralysie requalifiée de « partielle » (et non plus totale) par les médecins. Certains d'entre eux, soutenus par un harnais, sont capables de bouger volontairement leurs jambes. Selon les chercheurs, la rééducation a probablement réactivé des fibres nerveuses présentes dans la moelle épinière qui avaient survécu à l'accident ayant causé la paralysie. Ces fibres étaient restées inactives pendant des années en raison de l'absence des signaux qui sont normalement envoyés du cerveau aux muscles et des muscles au cerveau lors des mouvements.

### **QCM 14 : A propos des paraplégies :**

- A. Elles peuvent être dues à des lésions de la moelle épinière.
- B. Elles peuvent être dues à des lésions du cortex moteur à la suite d'un AVC (Accident Vasculaire Cérébral).
- C. Elles peuvent être dues à une compression de nerfs rachidiens.
- D. Lorsqu'elles sont dues à une lésion de la moelle épinière, elles sont associées à une paralysie des membres supérieurs.
- E. Dans certains cas, les réflexes myotatiques au niveau des membres inférieurs peuvent subsister.

**QCM 15 : A propos des aires motrices correspondant à chacune des différentes régions du corps :**

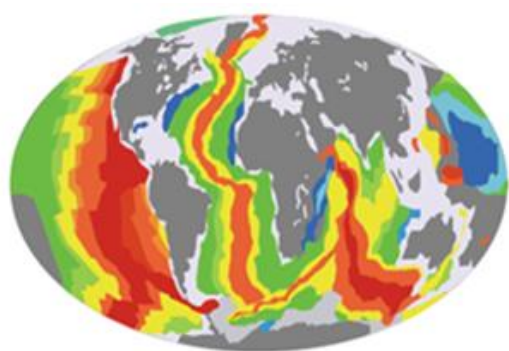
- A. Leur cartographie ne peut être réalisée que par des expériences de lésions ciblées du cerveau.
- B. Elles sont de taille et d'emplacement variables selon les espèces.
- C. Elles peuvent évoluer au cours de la vie suite aux apprentissages et entraînements réalisés.
- D. Lésée, une aire motrice peut être, dans une certaine mesure, reconstituée par des neurones voisins.
- E. La partie droite du cerveau contrôle les mouvements de la partie droite du corps.

**QCM 16 : D'après l'étude présentée ci-dessus, vous pouvez affirmer que :**

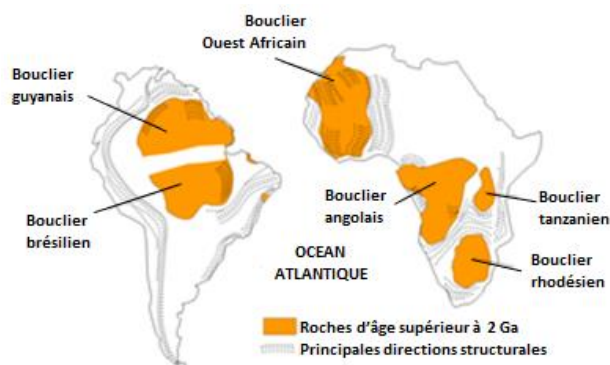
- A. La réalité virtuelle a permis aux patients de stimuler les zones du cerveau responsables des mouvements qui n'étaient plus possibles.
- B. Les signaux tactiles envoyés au niveau des bras ont été transmis au cerveau par des motoneurones.
- C. Les mouvements de l'exosquelette sont commandés par l'activation, par le patient lui-même, des aires motrices contrôlant ses membres inférieurs.
- D. L'activation des aires motrices contrôlant les membres inférieurs engendre la stimulation nécessaire aux mouvements de l'exosquelette par les fibres nerveuses de la moelle épinière.
- E. Dans cette étude, il a été mis en évidence que les fibres nerveuses sectionnées sont capables de régénération.

**D) Le domaine continental et sa dynamique**

**Document 1 :** Ages des roches de la croûte terrestre (d'après <http://raymond.rodriquez1.free.fr/>).



Document 1a : carte des âges des fonds océaniques



Document 1b : âges de formations continentales d'Amérique du sud et d'Afrique

**QCM 17 : A partir de vos connaissances et des documents 1a et 1b, vous pouvez affirmer que l'âge de la croûte continentale :**

- A. Est globalement celui de la croûte océanique.
- B. Peut être supérieur à 200 millions d'années.
- C. Peut être supérieur à 4,5 milliards d'années.
- D. Ne peut pas être établi.
- E. Est établi par radiochronologie.

**QCM 18 : Dans une chaîne de montagnes, l'épaississement de la croûte :**

- A. Résulte d'un raccourcissement et d'un empilement de matière continentale.
- B. Est observable uniquement en profondeur.
- C. Présente des indices en surface et en profondeur.
- D. Est à l'origine de reliefs et d'une racine crustale.
- E. Présente des indices de fusion partielle de roches magmatiques.

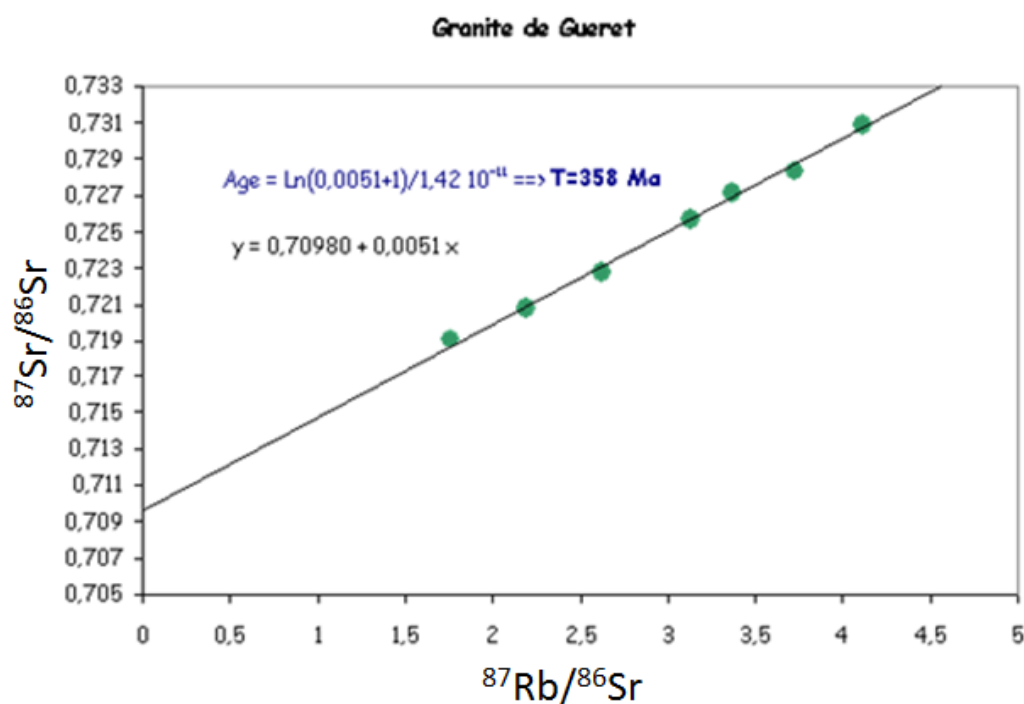
**QCM 19 : Dans une chaîne de collision :**

- A. Plis, failles, nappes sont associés à un étirement de la croûte.
- B. Plis, failles, nappes sont associés à un raccourcissement de la croûte.
- C. Une diminution du relief est observable dans le temps.
- D. Les ophiolites témoignent d'une subduction passée.
- E. Si la chaîne de collision est récente, le Moho sera plus profond à la verticale du relief.

Pour le QCM 20 suivant, on rappelle que l'équation-type d'une droite isochrone est sous la forme :

$$\left( \frac{{}^{87}\text{Sr}}{{}^{86}\text{Sr}} \right) = \left( \frac{{}^{87}\text{Sr}}{{}^{86}\text{Sr}} \right)_0 + \left( \frac{{}^{87}\text{Rb}}{{}^{86}\text{Sr}} \right) (e^{\lambda t} - 1)$$

**Document 3 :** Datation par la méthode de la droite isochrone de deux granites (d'après <http://planet-terre.ens-lyon.fr/>).

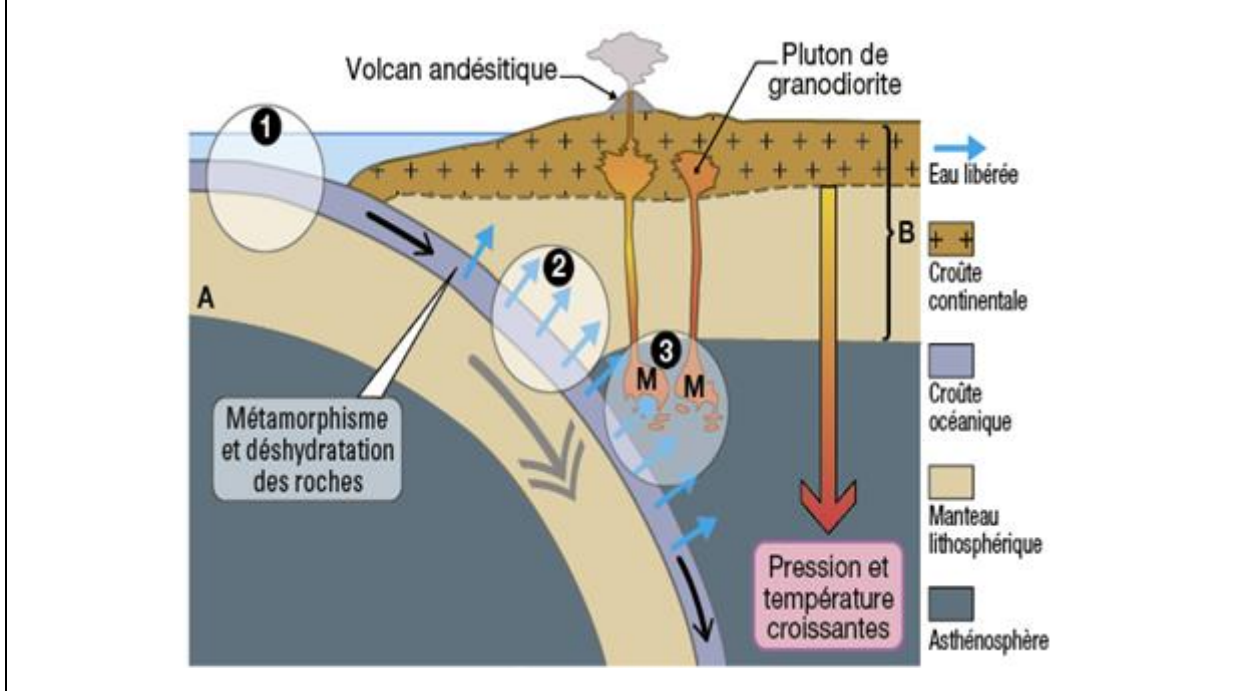


**QCM 20 :** D'après les seules données du document 3, vous pouvez affirmer que :

- A. Le granite de Gueret est plus vieux que le granite de Meymac car  $0,70980 < 0,7105$ .
- B. Le granite de Gueret est plus vieux que le granite de Meymac car  $0,0042 < 0,0051$ .
- C. Le granite de Gueret est plus jeune que le granite de Meymac car  $0,0051 < 0,7105$ .
- D. Le granite de Gueret est plus vieux que le granite de Meymac car  $0,0051 < 0,70980$ .
- E. Les deux droites isochrones ont la même pente à peu près égale à  $\lambda t$  et sont donc du même âge.



**Document 4 :** Schéma de la subduction océan-continent (d'après Baccaurât juin 2013).



**OCM 21 :** En utilisant les informations du document 4 et vos connaissances sur le sujet, vous pouvez affirmer que :

- A. En 1 : les metagabbros participent à la flexion grâce à leur densité élevée, supérieure à celle des granites continentaux.
- B. En 3 : le couplage entre le métamorphisme HP-BT des roches océaniques et le magmatisme de subduction se fait par l'eau.
- C. En 3 : l'eau permet la fonte de la plaque océanique.
- D. En 2 : les metagabbros subduits sont moins denses qu'en 1.
- E. En 3 : les péridotites du manteau chevauchant génèrent un magma andésitique.

**Document 5a :** Comparaison de deux roches, le basalte et l'andésite, à l'œil nu.



Andésite à l'œil nu

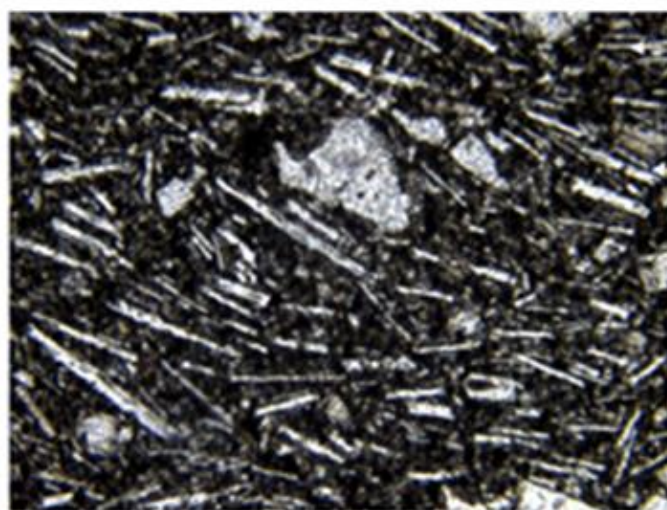


Basalte à l'œil nu

	Couleur des minéraux	Couleur de la roche
<b>Andésite</b> Roche de volcan <u>explosif</u>	Minéraux blancs et noirs	Roche grise/blanche
<b>Basalte</b> Roche de volcan <u>effusif</u>	Minéraux verts (olivine)	Roche noire

**Document 5b :** Comparaison de deux roches, le basalte et l'andésite, au microscope en lumière polarisée-analysée (LPA). (Source internet non spécifiée).

### Lame mince d'andésite en LPA x 40

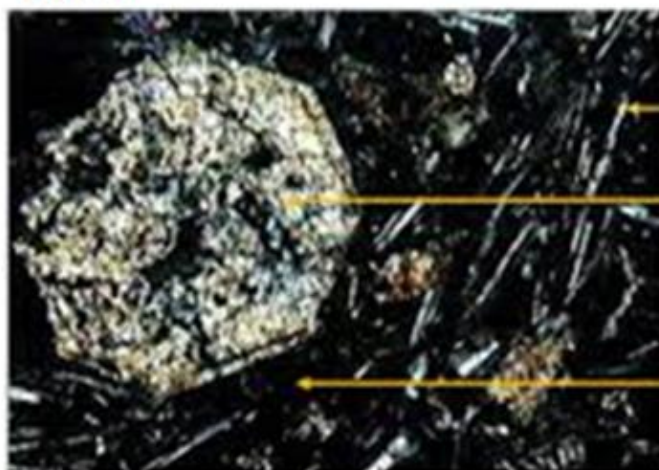


Verre (matière non cristallisée)

Microcristaux de plagioclase

5 mm

### Lame mince de basalte en LPA X 40



Microlite

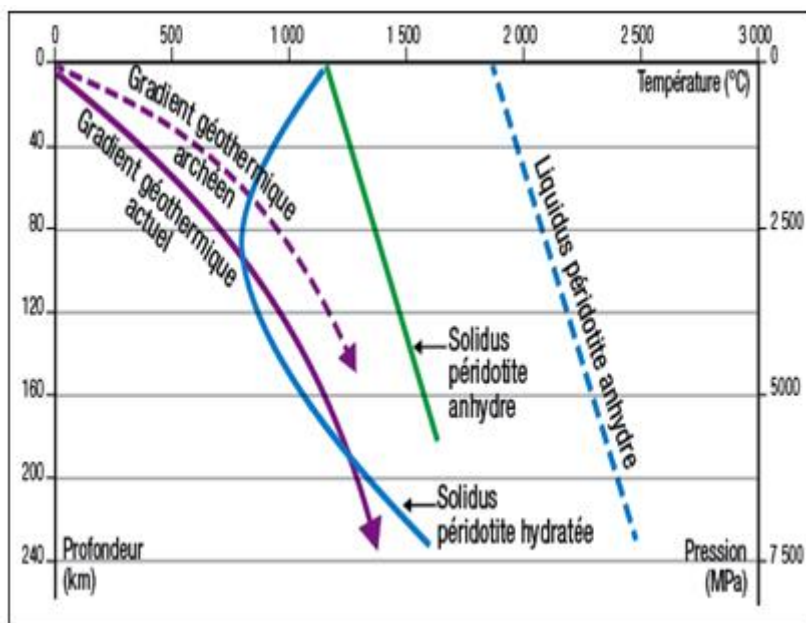
Phénocristal

Verre

**QCM 22 :** D'après les seules données des documents 5a et 5b, vous pouvez affirmer que :

- A. L'andésite et le basalte sont des laves.
- B. L'andésite et le basalte ont la même composition minéralogique mais n'ont pas la même structure.
- C. Le basalte est une roche de la croûte continentale.
- D. Le basalte a une structure grenue mais celle de l'andésite est microlithique.
- E. Le basalte cristallise rapidement au niveau de la dorsale alors que l'andésite cristallise lentement à l'aplomb d'un volcan continental.

**Document 6 :** Conditions de fusion d'une péridotite anhydre et hydratée et gradients géothermiques dans une zone de subduction actuelle et dans une zone de subduction d'âge ancien archéen (D'après Hervé Martin et Jean-François Moyen, *Geology*, 2002).



On rappelle que l'archéen est une période géologique comprise entre -4 et -2,5 milliards d'années.

**QCM 23 :** En utilisant les données du graphique (document 6) et vos connaissances sur le magmatisme de subduction, vous pouvez affirmer que :

- Le gradient géothermique archéen recoupe le solidus de la péridotite hydratée à environ 60 km. L'épaisseur de la lithosphère continentale était donc plus épaisse il y a 3 milliards d'années.
- Le gradient géothermique archéen recoupe le solidus de la péridotite hydratée à environ 60 km. L'épaisseur de la lithosphère continentale était donc moins épaisse il y a 3 milliards d'années.
- Le gradient géothermique actuel recoupe le solidus de la péridotite hydratée vers 100 km. Celle-ci ne peut donc pas fondre lors d'une subduction.
- Le gradient géothermique terrestre s'est rabattu au cours des temps géologiques parce que les masses continentales ont crû.
- Durant l'archéen, les péridotites hydratées du manteau entraînent en fusion partielle à une profondeur inférieure à celle d'aujourd'hui.

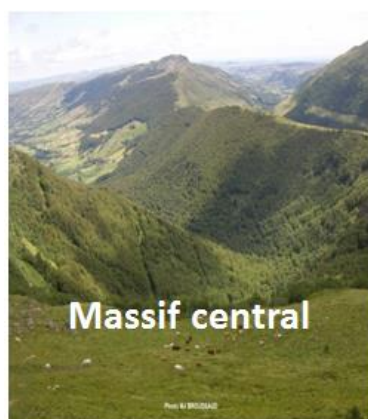
**Document 7 :** Images satellites de la région du delta Leogane entre 2002 et 2010 montrant l'évolution locale de la sédimentation (d'après Google earth).



**QCM 24 :** D'après vos connaissances et les images proposées dans le document 7, vous pouvez affirmer que :

- A. Le niveau de la mer monte, cela est source de sédiments sur le relief.
- B. Les sédiments sont transportés plus ou moins loin par le réseau hydraulique en fonction de leur taille et de leur masse.
- C. Les sédiments proviennent des reliefs qui disparaissent avec le temps.
- D. Les sédiments sont apportés par l'eau depuis les reliefs.
- E. Les sédiments ont pour origine l'érosion de reliefs.

**Document 8 :** Etude topographique comparative du Massif central et des Alpes (d'après <http://eduterre.ens-lyon.fr/thematiques/terre/montagnes/differences>)



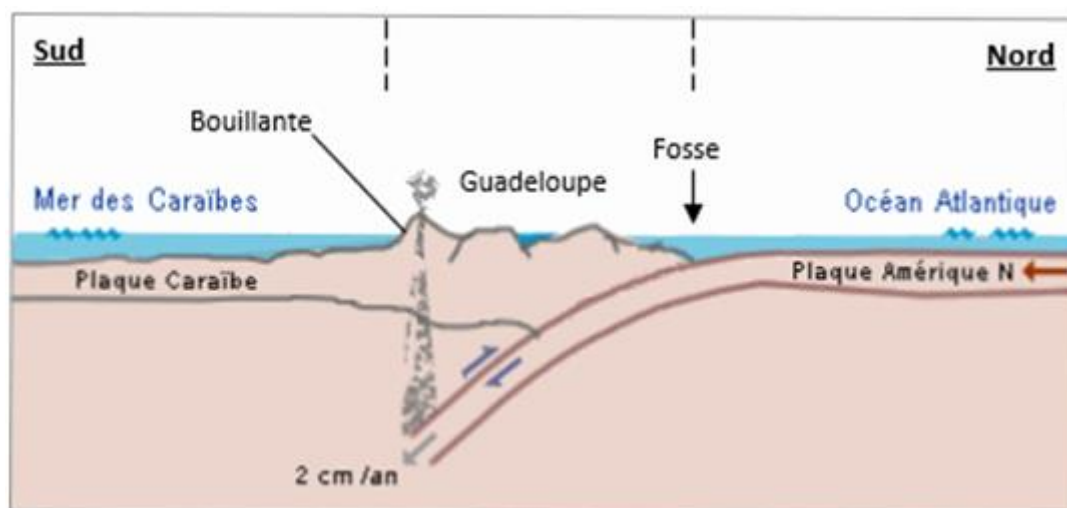
**OCM 25 : D'après le document 8, vous pouvez affirmer que :**

- A. Les Alpes forment une chaîne de montagnes plus jeunes car leurs reliefs sont plus élevés que ceux du Massif central.
- B. Les Alpes forment une chaîne de montagnes plus vieilles car leurs reliefs sont plus élevés que ceux du Massif central.
- C. Les reliefs du Massif central ont été érodés davantage que ceux des Alpes.
- D. Les reliefs des Alpes ont été érodés davantage que ceux du Massif central car ils sont plus élevés.
- E. Les reliefs des Alpes sont plus hauts car moins érodés.

**E) Géothermie**

**Document 9 :** Contexte géologique de la Guadeloupe (D'après Baccalauréat 2015 et <https://e-cours.univ-paris1.fr/modules/uved/risques-naturels/html/1/11/111.html>).

*Une centrale géothermique a pu être installée sur le site de Bouillante. A l'aplomb de ce site, se situe une zone de fracturation de la roche à environ 500 mètres de profondeur ; dans cette zone de fracturation, les eaux infiltrées (eau de pluie et eau de mer) se réchauffent.*



**OCM 26 : D'après vos connaissances et les informations présentées dans le document 9, vous pouvez affirmer que :**

- A. Le flux géothermique représente la quantité de chaleur libérée par unité de surface et correspond à une augmentation de la température avec la profondeur.
- B. Le flux géothermique est faible en Guadeloupe et varie en fonction des contextes géodynamiques.
- C. L'origine du potentiel géothermique de la centrale de Bouillante en Guadeloupe est liée au fonctionnement d'un point chaud situé sous cette région.
- D. L'origine du potentiel géothermique de la centrale de Bouillante en Guadeloupe est liée au magmatisme d'une zone de subduction.
- E. L'origine du potentiel géothermique de la centrale de Bouillante en Guadeloupe est liée au fonctionnement d'un point chaud situé sous cette région et à la remontée du Moho dans cette région.