

**CONCOURS 2015 D'ADMISSION
A L'ECOLE DE SANTE DES ARMEES**

CATEGORIE BACCALAUREAT

Sections : Médecine – Pharmacie

**EPREUVES ECRITES D'ADMISSIBILITE DE
SCIENCES DE LA VIE
ET DE LA TERRE**

Durée : 1 heure 30 minutes

Coefficient : 4

Mercredi 15 Avril 2015

Avertissements

- *L'utilisation d'encre rouge est interdite.*
- *L'utilisation de calculatrices, règles à calculs, formulaires, papier millimétré, téléphones portables est interdite.*
- *Vérifiez que ce fascicule comporte 12 pages numérotées de 1 à 12, page de garde comprise, ainsi qu'une grille de réponses de QCM.*
- *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 questions QCM sur sa copie et non sur la grille, ses réponses ne seront pas prises en compte par le correcteur.*

EXERCICE 1 – Exercice rédactionnel - 9 points

Utilisation des protéines toxiques de *Bacillus thuringiensis* en agriculture.

Vous répondrez, sur la copie, aux questions impérativement dans l'ordre proposé, en reportant sur votre copie le numéro des questions avant d'y répondre.

Vous veillerez à répondre de façon concise et à utiliser les termes et expressions scientifiques qui conviennent.

Partie 1 : Généralités sur l'apparition des résistances aux plantes Bt

Document 1

« Il existe de plus en plus de cas d'insectes résistants à la protéine Bt (protéine toxique de *Bacillus thuringiensis*) de plantes génétiquement modifiées pour être protégées de leurs attaques », affirme une étude publiée en 2013 dans Nature Biotechnology. Sur les treize types de ravageurs étudiés, cinq espèces avaient développé des résistances en 2011, contre une seule en 2005.

Dans cette étude, les scientifiques démontrent également que le délai de survenue de la résistance varie de manière significative en fonction des pratiques agricoles. La différence vient de la pratique ou non de "zones refuges", c'est-à-dire de parcelles de plants non OGM plantés à côté de champs OGM. Cette configuration réduit la probabilité que deux insectes résistants se reproduisent en transmettant chacun la résistance à la protéine Bt. En effet, dans la plupart des cas, il a été constaté que, pour qu'un insecte naisse résistant, il faut que ses deux parents lui transmettent la résistance.

Question 1 : Quelles sont les particularités des plantes ciblées par l'étude de Nature Biotechnology ?

Question 2a : Comment ces plantes ont-elles été obtenues ?

Question 2b : Quel élément a été introduit pour modifier génétiquement ces plantes ?

Question 3a : Quels intérêts existe-il à la culture de ces plantes par opposition à l'épandage direct de pesticides dans les champs ?

Question 3b : Quels inconvénients existe-il à la culture de ces plantes par opposition à l'épandage direct de pesticides dans les champs ?

Question 4a : Quels sont les 2 mécanismes qui permettent à des insectes de devenir résistants à la protéine Bt, puis de constituer, au fil des années, une population prépondérante dans cette espèce.

Question 4b : A partir de quel moment pourra-t-on considérer que ces insectes résistants constituent une nouvelle espèce ?

Question 5a : D'après le document 1, dans la plupart des cas, selon quel mode (dominant ou récessif) la résistance des insectes est-elle héritée? Justifiez brièvement votre réponse.

Question 5b : Statistiquement, quelle sera alors la proportion d'insectes résistants issus du croisement d'individus résistants avec des individus provenant des zones refuges ? Justifiez votre réponse.

Partie 2 : Cas particulier de la lutte contre le papillon *Busseola fusca*

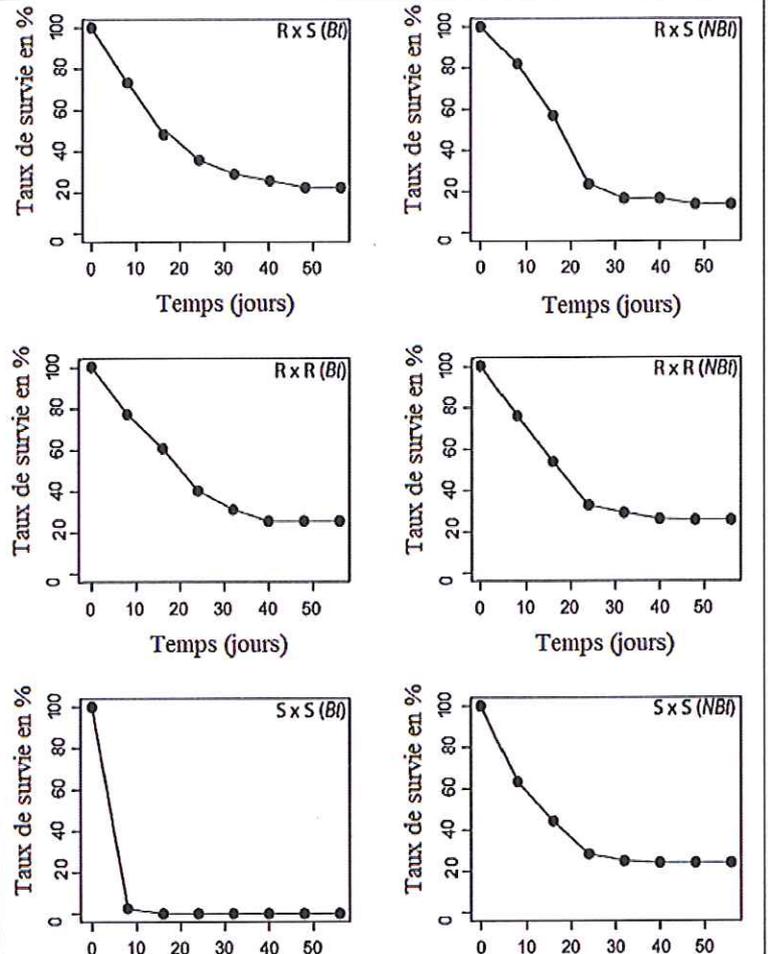
Document 2A

Le papillon *Busseola fusca* est indigène dans pratiquement toute l'Afrique sub-saharienne où sa chenille ravage le maïs, ainsi que le sorgho et le mil. Il peut détruire de 10 à 30% de la récolte d'un champ attaqué en raison de sa rapide prolifération. Il y a quelques années, des semences transgéniques Bt ont été introduites en Afrique du Sud mais très rapidement, une résistance massive a été observée.

Pour étudier cette résistance, les chercheurs ont croisé des insectes résistants (R) récupérés en Afrique du Sud dans des champs de maïs transgéniques, avec des insectes sensibles (S) récupérés au Kenya où il n'y a pas de culture de maïs Bt. Dès la naissance, une partie de leurs descendants (les chenilles) ont été nourris avec du maïs transgénique (graphes Bt), les autres étant nourris avec du maïs non transgénique (graphes NBt). Le taux de survie des chenilles a été évalué tous les 8 jours pendant plus de 50 jours.

La même expérience a été réalisée également en croisant les insectes résistants entre eux (graphes R x R) et les insectes sensibles entre eux (graphes S x S).

Les résultats sont indiqués ci-contre (doc 2B)



Document 2B : Taux de survie des chenilles issues des différents croisements.

Les points correspondent à la moyenne observée.

D'après Campagne P. et al., PLOS ONE, 2013, 8-7-e6967

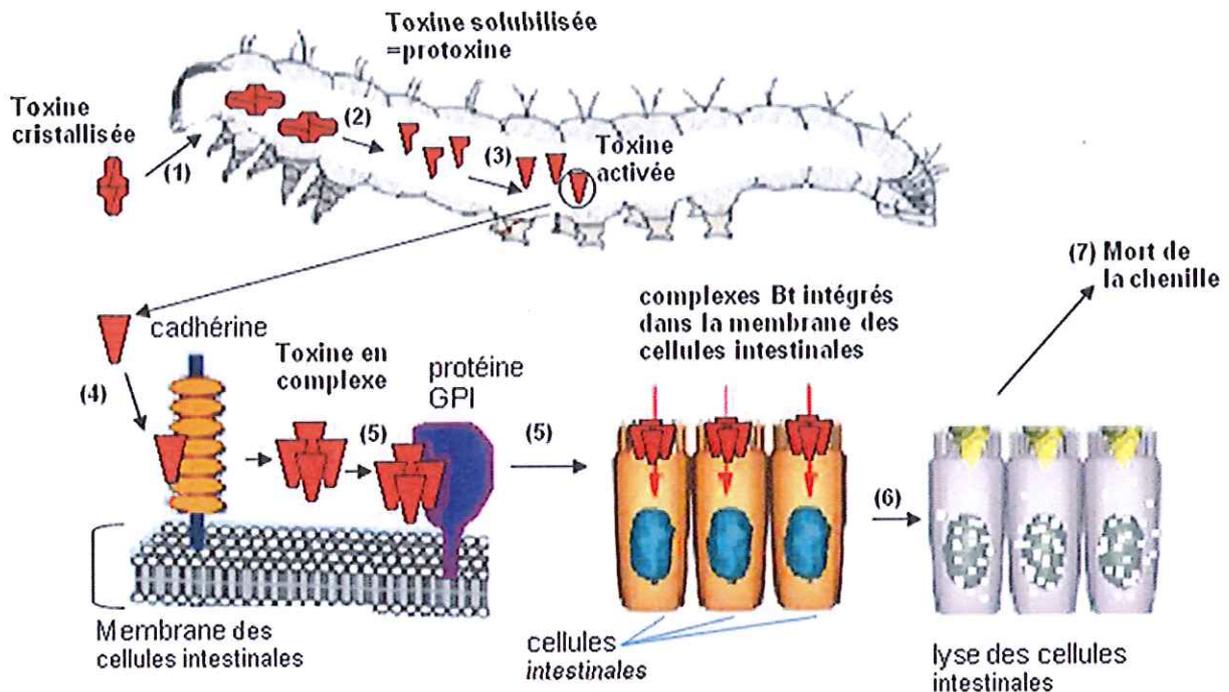
A l'aide des documents 2A et 2B, répondez aux questions suivantes :

Question 6a : Faites une étude de la survie des descendants des différents croisements nourris par du maïs NBt comparativement à celle de ceux nourris sur du maïs Bt et concluez sur la résistance des différents descendants au maïs Bt.

Question 6b : Quelle hypothèse pouvez-vous faire quant au mode de transmission de la résistance à la protéine Bt ? Justifiez votre réponse.

Partie 3 : Mode d'action de la protéine Bt sur les insectes cibles

Document 3 : Plusieurs étapes sont nécessaires pour aboutir à la toxicité de la protéine.
Ci-dessous schématisation d'un modèle possible d'action.



- (1) La protéine Bt, sous forme cristallisée, est ingérée par la chenille.
- (2) Au pH basique intestinal, elle est solubilisée en protoxine.
- (3) Une digestion partielle par une protéine intestinale de l'insecte la transforme en toxine activée.
- (4) La toxine Bt activée se lie alors, de manière spécifique, à une protéine de la membrane des cellules intestinales des insectes, la cadhérine. Cette cadhérine permet l'organisation des protéines Bt en un complexe Bt.
- (5) Le complexe Bt est alors reconnu par une protéine ancrée dans la membrane qui va permettre son insertion dans la membrane.
- (6) L'accumulation des complexes Bt dans la membrane provoque la lyse des cellules intestinales puis
- (7) la mort de l'insecte par septicémie.

Inspiré de Adang *et al.* *Advances in Insect Physiology*, Vol. 47, Oxford: Academic Press, 2014, pp. 39-87

Question 7 : En vous aidant du mécanisme d'action proposé, imaginez quelles évolutions au niveau du tube digestif des insectes sensibles pourraient aboutir à une résistance à la protéine Bt.

Partie 4 : La culture du cotonnier Bt en Chine

Document 4A : Le cotonnier : *Gossypium hirsutum*



1- rameau en fleurs, 2 - fleur (en coupe), 3- fruit, 4-fruit ouvert

Document 4B : En Chine, à partir des années 1970, des insecticides chimiques à large spectre (CBW) sont massivement utilisés pour lutter contre les ravageurs des cultures comme les pucerons mais principalement contre la noctuelle *Helicoverpa armigera*. En effet, les chenilles de ce papillon se développent au détriment de nombreuses cultures, soja, maïs, arachides, légumes divers... mais, en se nourrissant des inflorescences du coton, conduisent à d'importantes pertes qualitatives et quantitatives, et donc économiques, sur la récolte du coton. Avec la résistance croissante du ravageur, une machine infernale se met en place : épandage d'insecticides de plus en plus puissants et pollution des champs voisins de plantes alimentaires. En Chine, en effet, il existe un très grand nombre de petits agriculteurs qui possèdent, chacun, des champs de cultures diverses (cotonnier mais aussi soja, maïs, arachides, légumes divers, etc...).

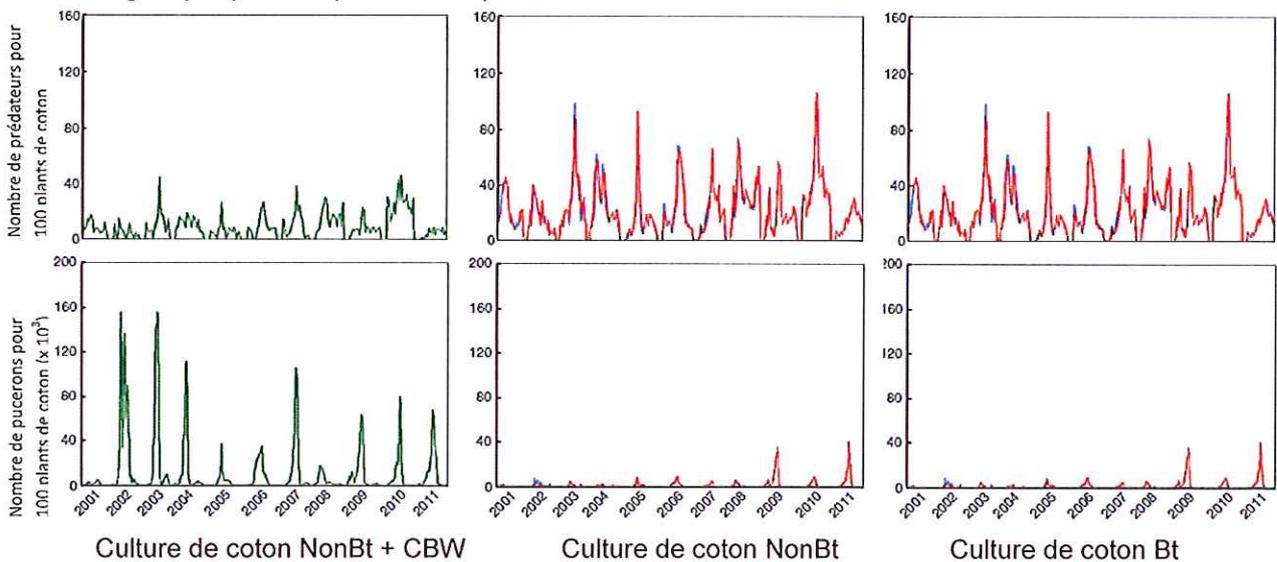
En 1997, le gouvernement chinois décide de se tourner vers le coton Bt. Peu à peu, les agriculteurs plantent des semences Bt, développées en Chine, avec plusieurs centaines de variétés Bt, adaptées aux différents climats locaux et produisant une ou plusieurs toxines bactériennes. Le recours aux semences transgéniques Bt pour le coton est massif.

Etant donné l'impact économique de la culture du coton, des études à grande échelle sur la culture du coton et celle des champs voisins ont été entreprises depuis les années 1990. Actuellement, dans de nombreuses provinces, près de 95% des cultures de coton est transgénique et on n'observe pas de résistances notables de la noctuelle.

Question 8 : Quelle fonction assure le coton pour le cotonnier?

Question 9 : En vous aidant de l'ensemble des documents de ce sujet, quelle(s) hypothèse(s) pouvez-vous faire quant au non-développement de résistances importantes de la noctuelle malgré la forte proportion de coton Bt cultivées dans le pays ?

Document 4C : En parallèle, des études ont été réalisées sur l'impact de ces cultures transgéniques sur les populations de pucerons. La densité de pucerons et des prédateurs généralistes naturels (coccinelles, araignées, chrysopes) dans différents champs de coton a été évaluée : champs de coton non transgénique traités par du CBW, champs de coton non transgénique (coton NonBt) non traités par du CBW, champs de coton transgénique (coton Bt) non traités par du CBW.



A l'aide du document 4C, répondez aux questions suivantes

Question 10a : Les prédateurs des ravageurs des cultures sont-ils sensibles aux toxines Bt ? Justifiez votre réponse par une phrase.

Question 10b : Comment expliquez-vous l'absence de pucerons dans les cultures de coton Bt ? Justifiez votre réponse.

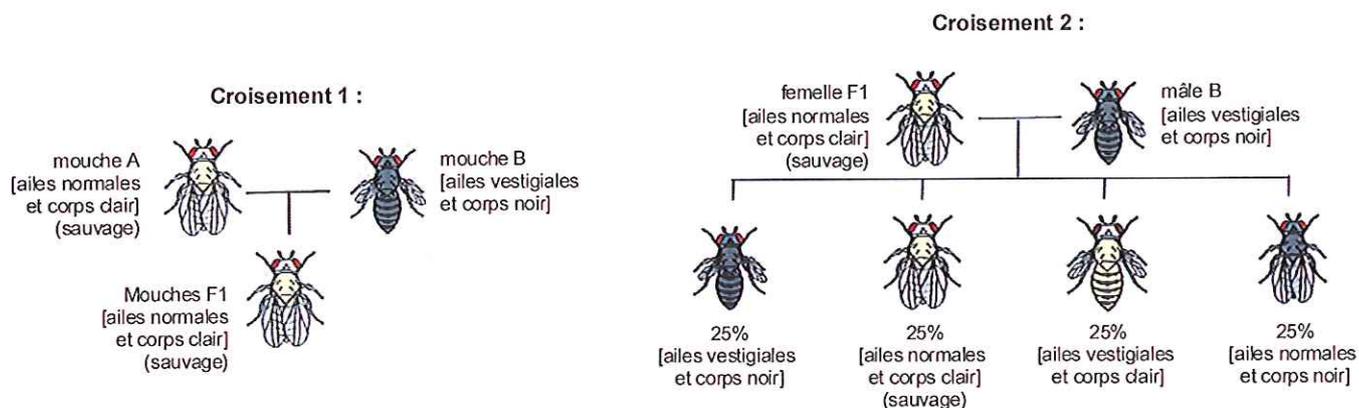
EXERCICE 2 – QCM de cours – 7 points

Répondre sur la grille de réponses jointe en respectant le numéro du QCM. Pour chaque question, il y a au minimum 1 bonne réponse. Plusieurs bonnes réponses sont parfois attendues.

QCM 1 : Au cours de la méiose, on peut dire que :

- A. Il y a production de 4 cellules à n chromosomes à partir d'une cellule à $2n$ chromosomes.
- B. Des crossing-over se produisent entre chromosomes de paires différentes.
- C. Le brassage interchromosomique est le résultat de crossing-over.
- D. Des crossing-over inégaux peuvent aboutir à la duplication d'un gène.
- E. La première division aboutit à la réduction du nombre de chromosomes dans chaque cellule fille.

QCM 2 : À partir du document 1 ci-dessous (résultats de croisements entre mouches), vous pouvez dire que :



Document 1 : Résultats de croisements entre mouches

- A. L'allèle responsable des ailes vestigiales est récessif par rapport à l'allèle responsable de la couleur noire du corps.
 - B. L'allèle responsable des ailes normales est dominant par rapport à l'allèle responsable des ailes vestigiales.
 - C. Ces croisements illustrent un brassage intrachromosomique.
 - D. Ces croisements illustrent un brassage interchromosomique.
- Les gènes codant pour la couleur du corps et la longueur des ailes sont liés.

QCM 3 : Parmi les évènements suivants, cochez celui (ou ceux) qui peut (ou peuvent) être impliqué(s) dans le mécanisme de polyploïdisation :

- A. Transfert horizontal de gènes par voie virale.
- B. Défaut de réplication de l'ADN.
- C. Hybridation entre deux individus de même espèce.
- D. Hybridation entre deux individus d'espèces différentes.
- E. Duplication d'un chromosome par crossing-over.

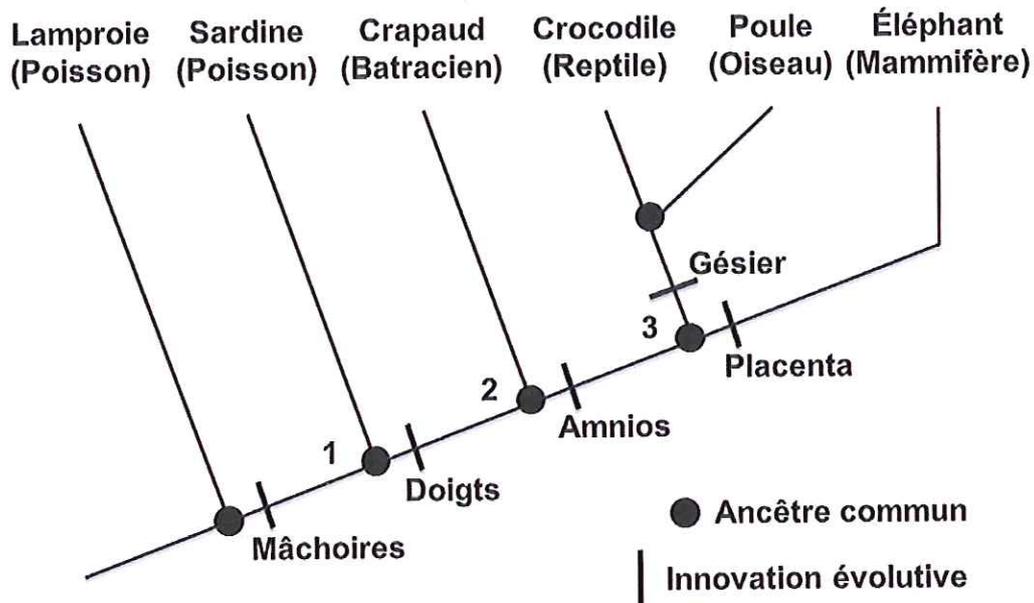
QCM 4 : Parmi les propositions suivantes, cochez celle (ou celles) qui est (ou sont) vraie(s) :

- A. La dérive génétique entraîne une augmentation ou une diminution de la fréquence de certains allèles.
- B. La dérive génétique permet la création de nouveaux allèles.
- C. Plus une population considérée est grande, plus la dérive génétique au sein de cette population sera importante.
- D. La dérive génétique est due au hasard.
- E. La dérive génétique aboutit, en général, à un appauvrissement de la diversité génétique au sein de la population.

QCM 5 : Parmi les propositions suivantes, cochez celle (ou celles) qui est (ou sont) vraie(s) :

- A. La spéciation nécessite un isolement reproductif au sein d'une population.
- B. Une spéciation peut apparaître en l'absence de toute séparation géographique.
- C. Une espèce n'existe que pendant une durée de temps finie.
- D. La spéciation est à l'origine de la dérive génétique.
- E. La spéciation est à l'origine de la sélection naturelle.

QCM 6 : À partir du document 2 ci-dessous (arbre phylogénétique de quelques vertébrés), vous pouvez dire que :



Document 2 : Arbre phylogénétique de quelques vertébrés

- A. L'ancêtre commun n°3 a comme caractères : placenta, amnios, doigts et mâchoires.
- B. Les deux espèces présentant les liens de parenté les plus étroits sont le crocodile et la poule.
- C. L'ancêtre commun au crocodile, à la poule et à l'éléphant est le crapaud.
- D. Le caractère « Doigts » pour l'éléphant est un caractère à l'état dérivé qu'il partage avec la poule.
- E. La sardine est plus proche du crapaud que de la lamproie.

QCM 7 : En ce qui concerne le genre *Homo*, on peut dire que :

- A. Il possède un ancêtre commun avec le Chimpanzé.
- B. Il possède un ancêtre commun avec les Australopithèques.
- C. Il possède un ancêtre commun avec les poissons.
- D. Il est représenté aujourd'hui uniquement par l'espèce *Homo sapiens sapiens*.
- E. Il se distingue des Chimpanzés par le caractère dérivé « pouce opposable ».

QCM 8 : Parmi les propositions suivantes, cochez celle (ou celles) qui caractérise(nt) l'appareil végétatif d'une plante :

- A. Le système racinaire.
- B. Le système reproducteur.
- C. Le système conducteur.
- D. Le système immunitaire.
- E. Le système foliaire.

QCM 9 : Parmi les propositions suivantes, cochez celle (ou celles) qui est (sont) vraie(s) :

- A. La sève élaborée contient principalement de l'eau et des sucres.
- B. Le xylème transporte la sève élaborée des racines jusqu'au feuilles.
- C. Sur un diagramme floral, les sépales sont toujours en nombre pair.
- D. Sur un diagramme floral, on ne représente jamais l'appareil reproducteur.
- E. En l'absence d'animaux, la dispersion du pollen des fleurs ne peut avoir lieu.

QCM 10 : Parmi les propositions suivantes, cochez celle (ou celles) qui caractérise(nt) l'immunité innée :

- A. Elle induit la formation de complexes immuns.
- B. Elle est transmise génétiquement par les parents.
- C. Elle est spécifique du micro-organisme rencontré.
- D. Elle se met en place progressivement au cours de l'enfance.
- E. Elle implique des médiateurs chimiques de l'inflammation.

QCM 11 : Parmi les propositions suivantes, cochez celle (ou celles) qui caractérise(nt) l'immunité adaptative :

- A. Elle implique la différenciation des lymphocytes T CD4 en plasmocytes.
- B. Elle fait intervenir des cellules dendritiques sécrétrices d'anticorps.
- C. Elle n'est active que sur des agents pathogènes étrangers à l'organisme.
- D. Elle implique des lymphocytes T activés par une cellule présentatrice d'antigène (CPA).
- E. Elle n'existe que chez les vertébrés et se modifie au cours de la vie.

QCM 12 : Parmi les propositions suivantes, cochez celle (ou celles) qui est (sont) vraie(s) :

- A. Grâce à la variabilité des chaînes lourdes et légères des anticorps, un lymphocyte donné peut synthétiser différents types d'anticorps.
- B. La phagocytose est l'un des mécanismes qui permet l'élimination des complexes immuns.
- C. En l'absence de molécules du complexe majeur d'histocompatibilité (CMH), un anticorps ne peut pas reconnaître son antigène.
- D. Au cours de la vaccination, une piqûre de rappel est nécessaire pour l'obtention de lymphocytes mémoire.
- E. La réponse immune à médiation humorale est mise en place lors d'une infection grippale.

QCM 13 : Parmi les propositions suivantes, cochez celle (ou celles) qui est (sont) vraie(s) :

- A. Dans la moelle épinière, les corps cellulaires des neurones ne sont présents que dans la substance grise de la corne ventrale.
- B. Un potentiel d'action a une amplitude variable mais une fréquence constante en fonction de l'intensité de la stimulation.
- C. Au cours du réflexe myotatique, le circuit neuronique est dit monosynaptique car le neurone moteur et le neurone sensitif sont connectés directement par une synapse unique.
- D. L'axone du motoneurone rejoint la fibre musculaire via la racine dorsale du nerf rachidien.
- E. La libération d'acétylcholine dans la fente synaptique déclenche la production d'un potentiel de repos membranaire post-synaptique.

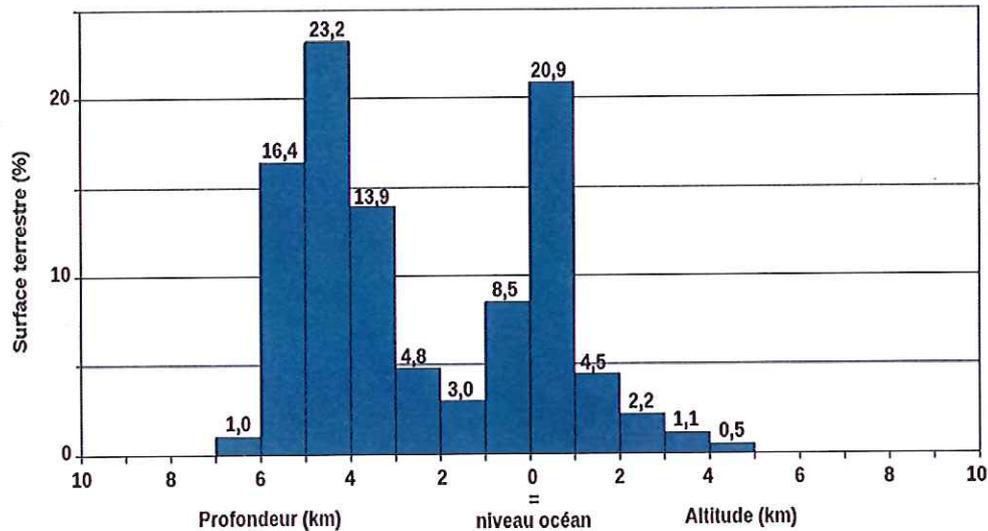
QCM 14 : En ce qui concerne la motricité volontaire et la plasticité cérébrale, on peut dire que :

- A. L'extrémité de l'axone d'un neurone de l'aire motrice est accolée à une fibre musculaire.
- B. Une fibre musculaire ne reçoit le message que d'un seul motoneurone.
- C. La contraction musculaire est dépendante du nombre de synapses excitatrices et inhibitrices que la fibre musculaire intègre.
- D. Les cartes motrices du cortex cérébral sont variables entre les individus et modifiables par l'apprentissage.
- E. Le nombre de connexions synaptiques augmente systématiquement au cours de la plasticité synaptique.

EXERCICE 3 – QCM de géologie – 4 points

Répondre sur la grille de réponses jointe en respectant le numéro du QCM. Pour chaque question, il y a au minimum 1 bonne réponse. Plusieurs bonnes réponses sont parfois attendues.

QCM 15 : Le document 3 ci-dessous montre que :



Document 3 : Comparaison des domaines continental et océanique.

- A. 29,4 % des surfaces terrestres se trouvent entre -1000 m et +1000 m d'altitude.
- B. 23,2 % des surfaces terrestres se trouvent entre 4000 m et 5000 m d'altitude.
- C. Entre 0 et -1000 m de profondeur, on ne trouve que de la croûte océanique.
- D. 53,5 % des surfaces terrestres se trouvent entre -6000 m et -3000 m de profondeur.
- E. Les niveaux les plus élevés représentent 23,2 % de la surface terrestre.

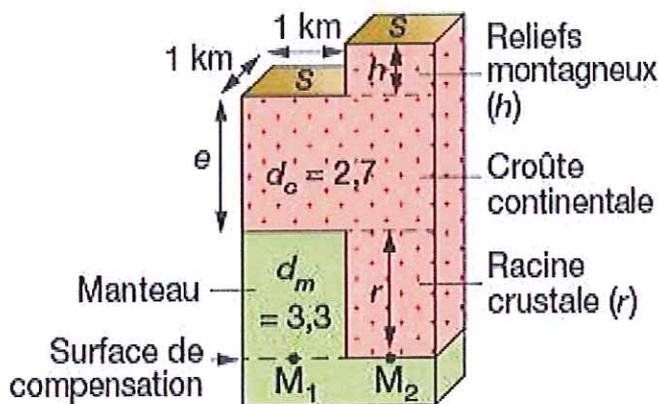
QCM 16 : À l'aide de vos connaissances, vous pouvez dire que :

- A. La lithosphère continentale est moins dense que la lithosphère océanique.
- B. L'épaisseur de la lithosphère océanique est plus importante que celle de la lithosphère continentale.
- C. La croûte océanique subduite entre en fusion et conduit au volcanisme des zones de subduction.
- D. La lithosphère continentale, contrairement à la lithosphère océanique, repose en équilibre isostatique sur l'asthénosphère.
- E. La lithosphère est constituée de la croûte et de l'asthénosphère.

QCM 17 : D'après vos connaissances, vous pouvez dire que :

- A. La croûte continentale est constituée principalement de roches sédimentaires.
- B. La croûte océanique est constituée exclusivement de roches magmatiques volcaniques.
- C. Contrairement à la croûte continentale, la croûte océanique n'est pas recouverte de sédiments.
- D. Plus on s'éloigne de la dorsale, plus la densité de la croûte océanique augmente.
- E. Le gabbro est une roche à texture grenue contenant majoritairement du quartz.

QCM 18 : Selon le modèle d'Airy présenté dans le document 4 ci-dessous, vous pouvez dire que :



Nous prendrons une altitude de $h = 4\text{ km}$ (Mont Blanc : 4810 m) ainsi que des colonnes de roches de 1 km^2 de surface au-dessus de deux points : M_1 et M_2 .

On rappelle que l'épaisseur moyenne de la croûte continentale est de 35 Km.

Document 4 : Représentation schématique de l'exemple des Alpes, selon le modèle d'Airy.

- A. La colonne de roche au-dessus de M_1 et celle au-dessus de M_2 ont des masses différentes.
- B. $r = 4 \times d / (d_m - d_c)$
- C. $r = 4 \times d / (d_c - d_m)$
- D. Sous les Alpes, le Moho se situe à 35 km de profondeur.
- E. La densité de la croûte continentale est plus importante sous les reliefs.

QCM 19 : D'après vos connaissances et le document 4 ci-dessus (modèle d'Airy),:

- A. La différence de densité entre croûte continentale et manteau est liée à leur composition minéralogique.
- B. La différence de densité entre croûte continentale et manteau est liée à leur texture.
- C. La croûte continentale repose sur l'asthénosphère.
- D. La racine crustale a la même nature chimique que le relief montagneux.
- E. La surface de compensation se situe toujours au niveau du Moho.

QCM 20 : Au cours de l'érosion du relief montagneux :

- A. La profondeur de la surface de compensation change.
- B. La profondeur du Moho augmente.
- C. La profondeur du Moho diminue.
- D. L'épaisseur de manteau lithosphérique augmente au-dessus de la surface de compensation.
- E. La densité d_c (document 4) diminue.

Pour les QCM 21 et 22 : On étudie 3 échantillons de granite situés dans des régions différentes. On cherche à déterminer leur âge (documents 5a-5b-5c).

Document 5a : Principe de datation d'une roche avec le couple d'éléments rubidium/strontium

On mesure sur différents minéraux de la roche étudiée la quantité de ^{87}Rb , ^{86}Sr , ^{87}Sr .
En reportant sur un graphique en abscisse le rapport $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$, et en ordonnée le rapport $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ pour chaque minéral étudié, on obtient une droite dont l'équation est :

$$y = (e^{\lambda t} - 1)x + b \quad \text{avec } y = ^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} \quad x = ^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$$

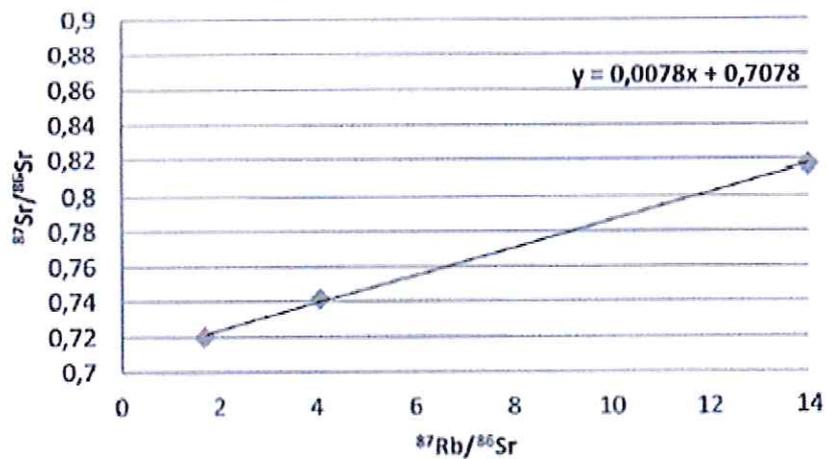
(λ étant la constante de désintégration radioactive spécifique du couple rubidium/strontium. Sa valeur n'est pas donnée car elle n'est pas utile pour l'exercice).

Document 5b : Détermination de t à partir de ($e^{\lambda t} - 1$)

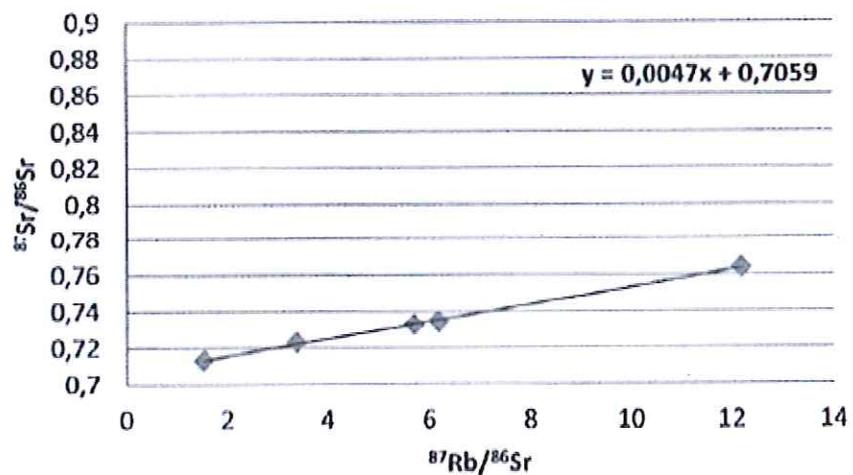
Valeurs de ($e^{\lambda t} - 1$)	Âge approximatif en millions d'années (t)	Valeurs de ($e^{\lambda t} - 1$)	Âge approximatif en millions d'années (t)
0,0020	140	0,0151	1050
0,0030	210	0,0161	1120
0,0040	280	0,0171	1200
0,0050	350	0,0182	1270
0,0060	420	0,0192	1340
0,0070	490	0,0202	1400
0,0080	560	0,0212	1480
0,0090	630	0,0222	1550
0,0101	700	0,0233	1620
0,0111	770	0,0243	1690
0,0121	840	0,0253	1760
0,0131	910	0,0263	1830
0,0141	980	0,0274	1900

Document 5c : Droites isochrones correspondant aux 3 échantillons

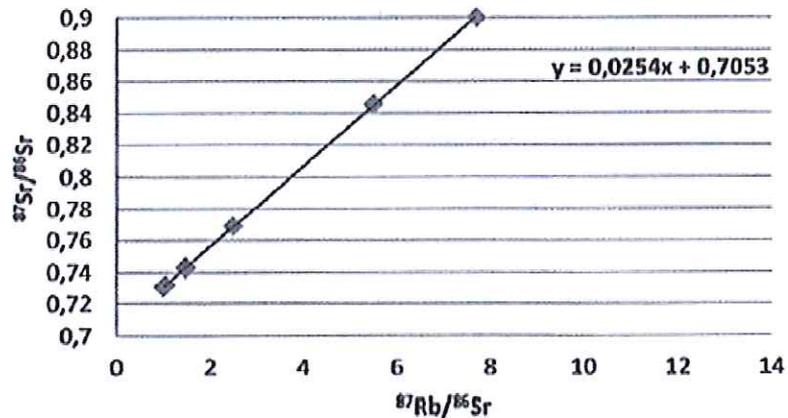
Isochrone de l'échantillon A



Isochrone de l'échantillon B



Isochrone de l'échantillon C



D'après http://ansatte.uit.no/webgeology/webgeology_files/english/rbsr.html
et "Comprendre et enseigner la planète Terre" OPHRYS Edition

QCM 21 : D'après l'étude des trois documents ci-dessus (documents 5a-5b-5c) et de vos connaissances, vous pouvez dire que :

- A. Dans le couple $^{87}\text{Rb}/^{87}\text{Sr}$, l'élément père est le ^{87}Sr .
- B. La désintégration du ^{87}Rb au cours du temps obéit à une loi exponentielle.
- C. Les éléments issus de la désintégration peuvent s'échapper du minéral.
- D. Pour dater une roche de plus de 100 millions d'années, on va utiliser le couple $^{87}\text{Rb}/^{87}\text{Sr}$ car sa période est de $5\,730 \pm 40$ ans.
- E. Le couple $^{87}\text{Rb}/^{87}\text{Sr}$ peut servir à dater les ossements humains.

QCM 22 : D'après l'étude des trois documents ci-dessus et de vos connaissances, vous pouvez dire que :

- A. Les 3 droites représentées sont appelées droites isochrones car elles correspondent à des échantillons de même âge.
- B. Sur une même droite, les points représentés correspondent à l'étude de minéraux correspondant à la même roche.
- C. Les points sur une même courbe correspondent à des minéraux d'âge différent.
- D. L'échantillon C est plus vieux que A et A plus vieux que B.
- E. L'âge de la roche B est compris entre 910 et 980 millions d'années.