



MINISTÈRE DES ARMÉES

idePac

ÉPREUVES D'ADMISSIBILITÉ DU CONCOURS 2019 D'ADMISSION A L'ÉCOLE DE SANTÉ DES ARMÉES

Catégorie : Baccalauréat - Sections : Médecine et Pharmacie

Vendredi 12 Avril 2019

ÉPREUVE DE SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE

19-DEC4-07251

Durée : 1 heure 30 minutes

Coefficient 3

Avertissements

- *L'utilisation d'encre rouge, de téléphone portable, de calculatrice, de règle à calculs, de formulaires, de papier millimétré est interdite.*
- *Vérifiez que ce fascicule comporte 14 pages numérotées de 1 à 14, 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 réponses 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 réponses 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 – 13,5 points

« Un regard sur l'évolution de l'Homme » REPONSES ATTENDUES SUR VOTRE COPIE

Partie 1 :

Document 1 : Généralités sur la datation par le carbone 14 (d'après Wikipedia).

La datation par le carbone 14, dite également datation par le radiocarbone ou datation par comptage du carbone 14 résiduel, est une méthode de datation radiométrique. Elle est fondée sur la mesure de l'activité radiologique du carbone 14 (^{14}C) contenu dans la matière organique dont on souhaite connaître l'âge absolu, c'est-à-dire le temps écoulé depuis la mort de l'organisme (animal ou végétal) qu'elle constitue. On peut considérer que tant qu'une plante ou un animal est vivant, son organisme échange du carbone avec son environnement si bien que le carbone qu'il contient aura la même proportion de ^{14}C que celle de la biosphère. La datation par le carbone 14 se fonde ainsi sur la présence, dans tout organisme, de radiocarbone en infime proportion (de l'ordre de 10^{-12} pour le rapport $^{14}\text{C}/\text{C}_{\text{total}}$).

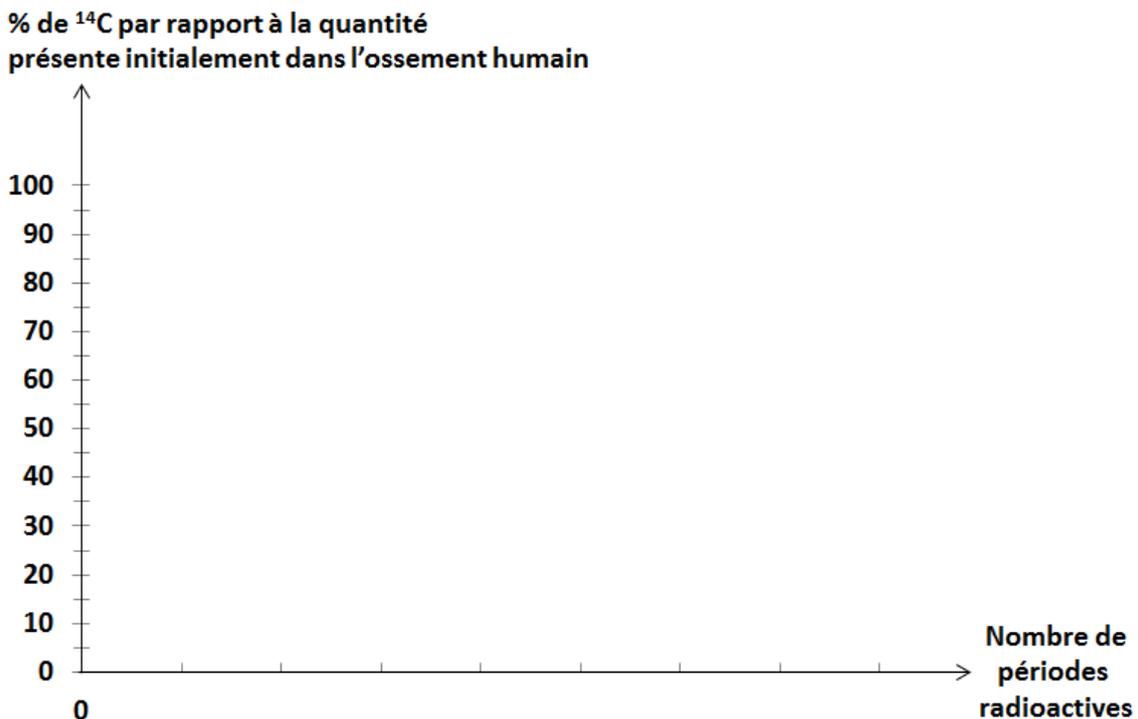
Lorsque l'organisme meurt, il n'incorpore plus de ^{14}C . Celui qu'il contient initialement reste piégé et va se désintégrer peu à peu. La quantité de ^{14}C décroît exponentiellement selon le processus de la décroissance radioactive, ce qui permet de savoir depuis combien de temps l'organisme est mort. Un échantillon de matière organique issu de cet organisme peut donc être daté en mesurant soit le rapport $^{14}\text{C}/\text{C}_{\text{total}}$ avec un spectromètre de masse, soit son activité radiologique X années après la mort de l'organisme, sous réserve que la quantité de ^{14}C ne soit pas inférieure aux limites de détection des appareils de mesure (rapport $^{14}\text{C}/\text{C}_{\text{total}}$ supérieur à 10^{-14}).

L'application de cette méthode à des événements anciens, tout particulièrement lorsque leur âge dépasse 6 000 ans, a permis de les dater beaucoup plus précisément qu'auparavant. Elle a ainsi apporté un progrès significatif en archéologie et en paléanthropologie.

Le ^{14}C est un isotope radioactif du carbone dont la période radioactive (ou demi-vie) est égale à $5\,734 \pm 40$ ans. Cela signifie qu'en une demi-vie, la proportion de ^{14}C diminue de moitié. Cependant, pour le calcul des datations, on emploie par convention la valeur évaluée en 1951 à partir d'une série de mesures, c'est-à-dire 5 568 ans.

Question 1 :

En vous aidant du modèle ci-dessous, dessiner sur votre copie la courbe de décroissance radioactive du ^{14}C présent dans un ossement humain fossilisé, en fonction de son âge exprimé en nombre de périodes radioactives.



Question 2 :

A partir de la courbe des données précédentes, déterminer la limite de datation par le carbone 14 des ossements humains fossilisés. Justifier votre réponse.

Question 3 :

D'après vos connaissances et les données précédentes, peut-on réaliser une datation au carbone 14 sur des ossements fossilisés d'australopithèques ? Justifier votre réponse.

Document 2 : Différentes techniques de préparation d'ossements humains datant du paléolithique pour la datation au carbone 14.

La technique de préparation de référence consiste à extraire le collagène sur les ossements, déterminer la quantité de ^{14}C restante dans ce collagène total et d'en déduire la date à laquelle l'individu est mort. Un critère est cependant à prendre en compte afin de s'assurer de la pureté de l'échantillon : à partir de la formule biochimique du collagène, il a été déterminé qu'il faut que le ratio Carbone/Azote (C/N) soit compris entre 2,9 et 3,5. En deçà ou au-delà de ces valeurs, l'échantillon de collagène total présente des traces de contamination par du carbone exogène pouvant fausser la datation au ^{14}C .

Une autre technique est également réalisable. Elle consiste à extraire par chromatographie liquide haute performance (HPLC) préparative, l'acide aminé hydroxyproline présent dans le collagène et de réaliser la datation au ^{14}C uniquement à partir de cet acide aminé purifié. A partir de la formule biochimique de l'hydroxyproline, il a été déterminé que la pureté de cet acide aminé est considérée comme fiable lorsque le ratio C/N est voisin ou équivalent à 5.

Document 3 : Ratio C/N et datation au carbone 14 de plusieurs extraits de collagène issus d'un fragment de tibia provenant du squelette humain « Markina Gora (Kostenki-14) » découvert dans une grotte en Russie (d'après Marom et al, PNAS (2012), vol 109, N°18, 6878-6881).

| Extrait analysé | Rapport C/N | Datation au carbone 14 |
|--------------------------------|-------------|------------------------|
| Collagène total, échantillon 1 | 3,7 | 4 750 ans |
| Collagène total, échantillon 2 | Inconnu | 3 730 ans |
| Collagène total, échantillon 3 | Inconnu | 13 610 ans |
| Collagène total, échantillon 4 | 4,1 | Non déterminée |
| Fraction Hydroxyproline | 5,1 | 33 250 ans |

Question 4 :

Quel(s) extrait(s) vous permet(tent) d'avoir la meilleure estimation de l'âge du fragment de tibia analysé ? Justifier brièvement votre réponse et donner l'âge retenu.

Question 5 :

Quand un échantillon est contaminé par du carbone exogène actuel, comment évolue

- A - le rapport C/N de l'échantillon ? Justifier brièvement votre réponse.
- B - la datation au carbone 14 de l'échantillon ? Justifier votre réponse.

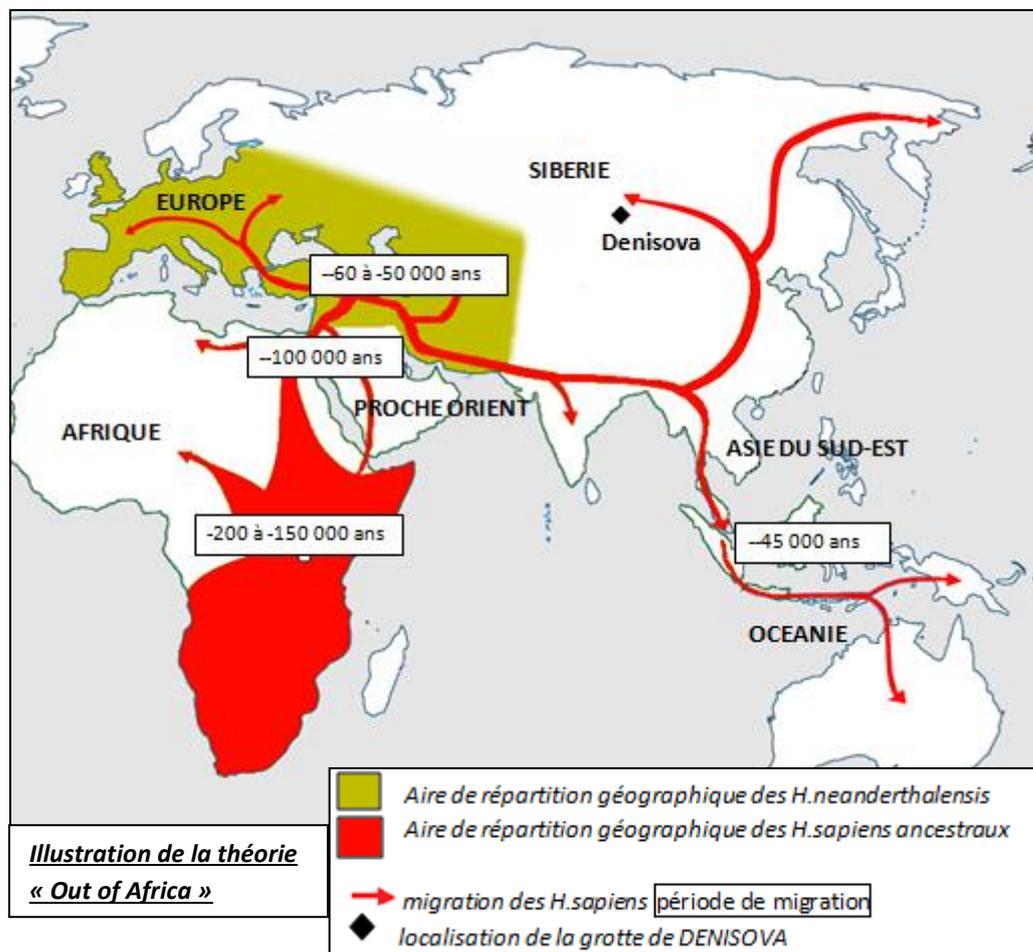
Partie 2 :

Document 4 : L'origine des Homo sapiens modernes.

Une question qui a été l'objet de débats passionnés durant les dernières décennies est celle de l'origine des Homo sapiens modernes. Deux grandes théories se sont opposées : la théorie multirégionale et celle dénommée généralement : « Out of Africa ».

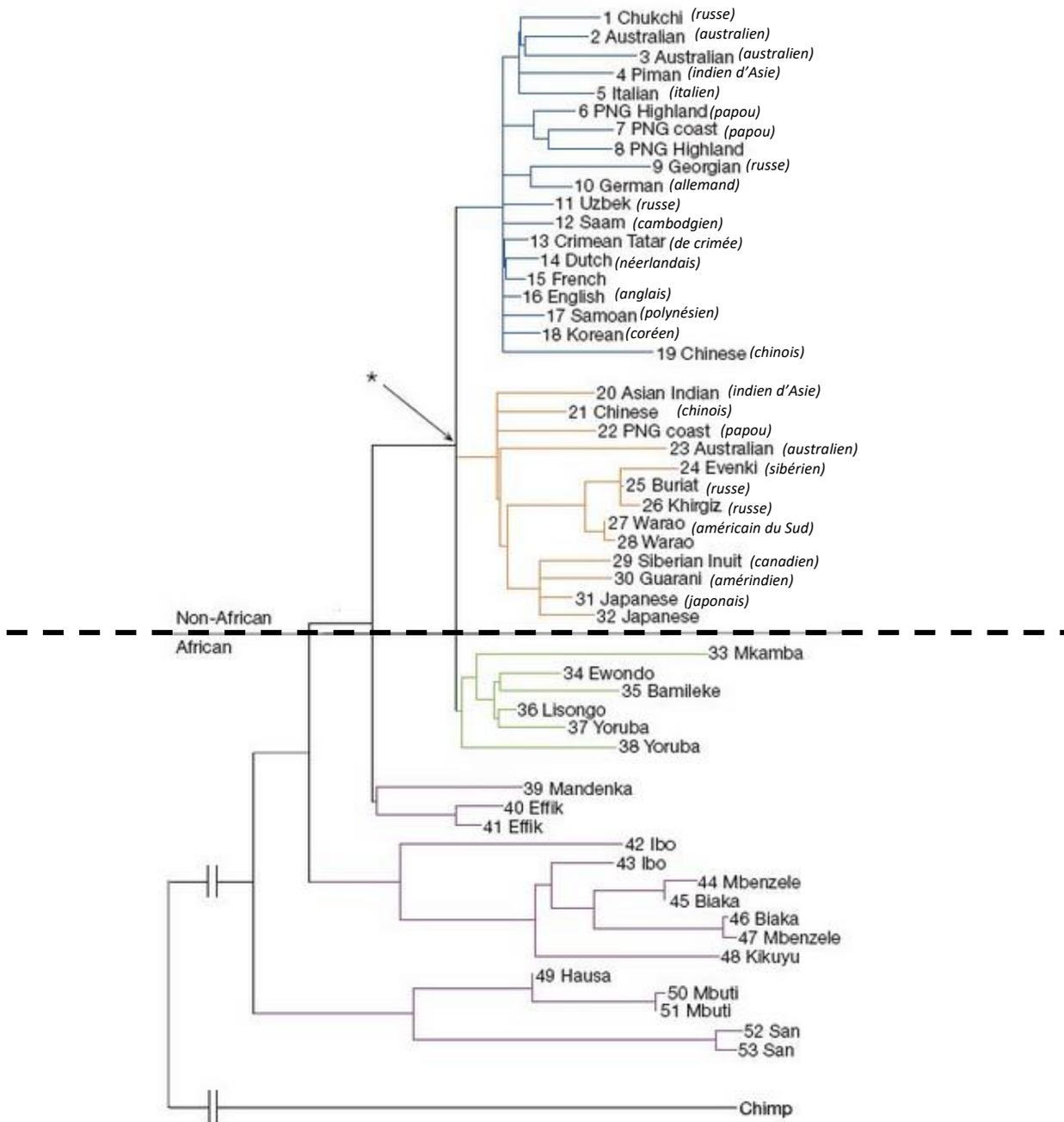
- **La théorie multirégionale**, formulée en premier à partir de données paléontologiques, est basée sur la migration des Homo erectus hors d'Afrique à partir de -2 millions d'années environ. Elle propose que les populations ancestrales d'Homo erectus répandues à travers le monde aient graduellement et indépendamment évolué pour donner, localement, d'abord des Homo sapiens archaïques puis les Homo sapiens modernes. Ce modèle envisage donc l'apparition des Homo sapiens en de multiples endroits de la planète. Dans cette perspective, les néandertaliens, qui ont été présents en Europe de -430 000 à environ -30 000 ans, sont considérés comme la version européenne des Homo sapiens archaïques. Ces évolutions parallèles de différentes populations d'Homo sapiens archaïques dans des territoires éloignés expliqueraient les différences de morphologie entre les différentes populations d'Hommes modernes.
- **La théorie « Out of Africa »** admet une origine unique de tous les Hommes modernes, leur apparition en un lieu précis, suivie d'une migration dans toutes les régions du monde. En accord avec les données paléontologiques qui localisent les plus anciens fossiles d'Homo sapiens en Ethiopie vers -160 000 ans, cette théorie situe l'origine des Homo sapiens en Afrique entre -200 000 et -150 000 ans. Des groupes d'Homo sapiens se seraient alors dispersés en Afrique, avec aussi une migration au Proche Orient vers -100 000 ans. Entre -60 000 et -50 000 ans, des groupes issus de certaines de ces populations africaines ont quitté l'Afrique et se sont dispersés à travers le monde en remplaçant les autres Homo déjà présents. Ainsi dans toute l'Europe, les Hommes modernes ont fini par prendre la place des néandertaliens après quelques dizaines de milliers d'années de cohabitation.

(D'après <http://acces.ens-lyon.fr/acces/thematiques/evolution/accompagnement-pedagogique/accompagnement-au-lycee/terminale-2012/un-regard-sur-levolution-de-lhomme/Vue-densemble/genetique-et-evolution-humaine>)



Document 5 : Arbre phylogénétique tiré de l'analyse de l'ADN mitochondrial d'individus de diverses origines.

Les progrès des techniques de séquençage ont permis la détermination de la séquence d'ADN mitochondrial de nombreux individus appartenant à diverses populations. En 2000, dans un article publié dans *Nature* (Mitochondrial genome variation and the origin of modern humans), Max Ingman et son équipe proposent un arbre phylogénétique résultant de la comparaison de la séquence complète de 53 ADN mitochondriaux extraits d'individus appartenant à de multiples populations humaines actuelles.

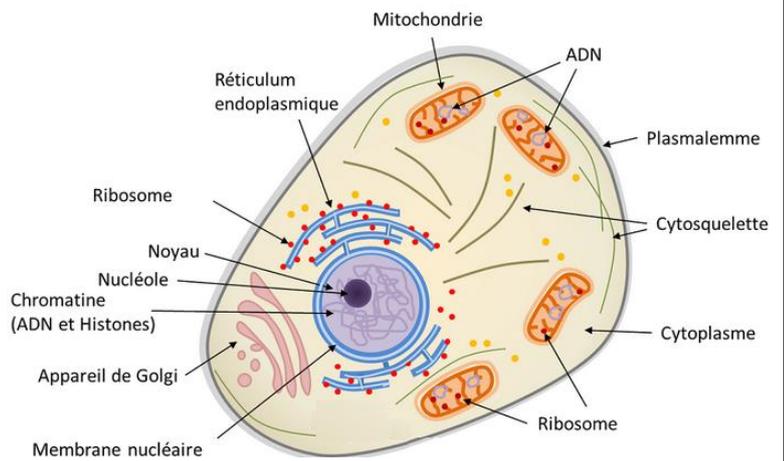


Remarquer la ligne qui sépare les africains des non africains

Document 6 : Mitochondries et ADN mitochondrial.

La mitochondrie est un organelle cellulaire entouré d'une double membrane, présent dans la plupart des cellules eucaryotes. Il y a environ 300 à 2 000 mitochondries par cellule. Leur diamètre varie entre 0,75 à 3 μm . Deux des caractéristiques essentielles des mitochondries sont de jouer un rôle central dans le métabolisme énergétique cellulaire et de posséder leur propre génome. Ce **génom mitochondrial** (ADNmt) est bien distinct de l'ADN contenu dans le noyau. Contrairement à l'ADN nucléaire, l'ADNmt est uniquement transmis par la mère, par le cytoplasme de l'ovocyte, au moment de la fécondation. Le père ne transmet aucune mitochondrie et donc aucun ADNmt à la cellule œuf.

L'ADN mitochondrial humain est un ADN circulaire de 16569 pb (pb = paires de bases) comportant 37 gènes, codant pour une part des protéines (ou ARN) exclusivement mitochondriales. Contrairement à l'ADN nucléaire où chaque gène est présent en 2 copies, l'ADNmt est présent en centaines, voire en milliers de copies par cellule. Le taux de mutation de l'ADNmt est estimé à $0,47 \times 10^{-6}$ substitution par site par an, contre $0,017 \times 10^{-6}$ substitution par site par an pour le génome nucléaire.



Question 6 :

A propos des ADN cellulaires,

- A - A l'aide du document 6, quelle est la caractéristique de l'ADN mitochondrial qui favorise la diversité des espèces ?
- B - D'après vos connaissances, rappelez quels phénomènes permettent l'évolution et la diversité des génomes nucléaires des individus ?

Question 7 :

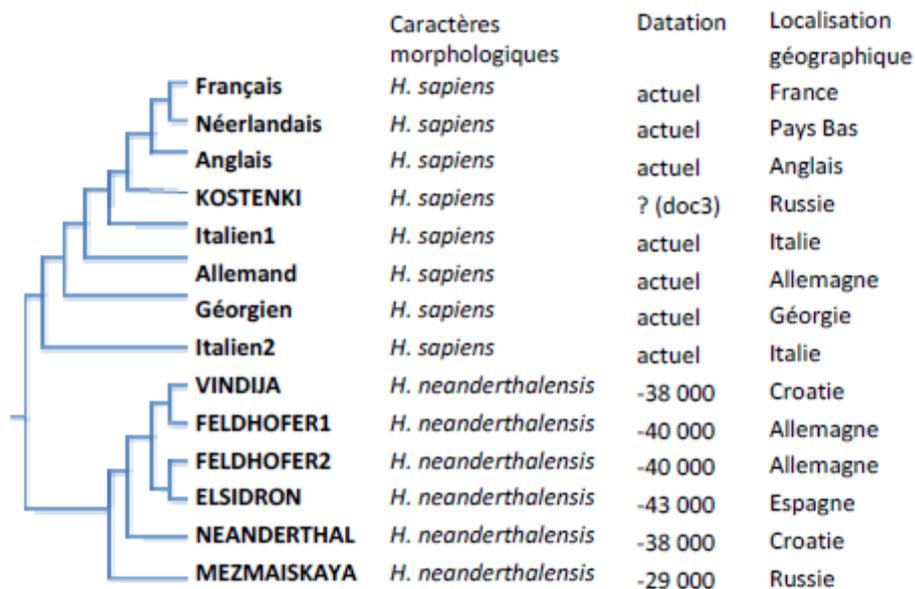
A propos de l'arbre phylogénétique proposé (document 5) et en référence aux théories exposées dans le document 4,

- A - Peut-on dire que certains africains sont génétiquement plus éloignés d'autres africains que d'européens ? Justifier brièvement votre réponse.
- B - Quelle théorie quant à l'origine des hommes modernes semble la plus probable ? Justifier votre réponse.
- C - En ce qui concerne l'astérisque * sur le document 5 :
 - a. À quoi correspond-il ?
 - b. À quelle date peut-on le situer ?

Document 7 : Etude d'ADNmt issus de fossiles d'Homo et comparaison à des ADNmt actuels.

Des ADN mitochondriaux issus de différents fossiles attribués selon des caractères morphologiques à des néandertaliens ou à l'Homo sapiens de Kostenki (document 3) ont été analysés et comparés à des ADN mitochondriaux d'Homo sapiens actuels issus de différentes régions.

L'arbre phylogénétique ci-dessous traduit le résultat de cette comparaison.



Question 8 :

- A - A partir de vos connaissances, citer les critères morphologiques qui caractérisent le genre Homo (4 critères, au moins, sont attendus).
- B - En présence de fossiles non caractéristiques du genre Homo (dents isolées, fragments d'os...), quels indices, sur le lieu de fouille, peuvent quand même permettre d'attribuer ces fossiles à des individus du genre Homo ?
- C - D'après l'arbre phylogénétique (document 7) et votre réponse à la question 4 de la partie 1, préciser, en justifiant brièvement chacune de vos réponses, si les données génétiques issues de l'ADNmt permettent de regrouper ensemble
- les individus selon les ressemblances morphologiques de leur squelette.
 - les individus en fonction de leur datation.
 - les individus géographiquement proches.

Document 8 : L'Homme de Denisova.

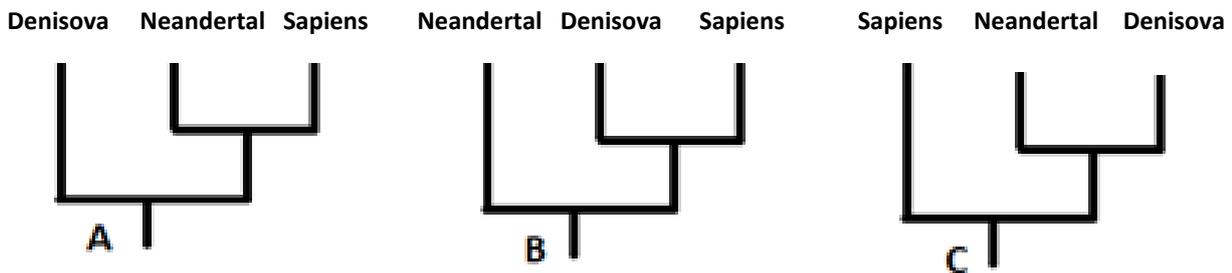
En 2008, au cours de fouilles dans la grotte de Denisova au sud de la Sibérie, grotte située à 150 km d'un site néandertalien, les chercheurs ont découvert dans des sédiments datés entre -30 000 et -50 000 ans, une phalange fossile d'un hominidé.

Les chercheurs ont réussi à en extraire de l'ADNmt et ont comparé sa séquence à celle de 53 humains actuels de diverses origines (document 5) et à celle des 6 néandertaliens de la précédente étude (document 7).

Les ADNmt des humains actuels diffèrent entre eux de moins de 100 pb (pb= paires de base) sur les 16569 pb d'ADNmt, alors qu'ils diffèrent des ADN néandertaliens, en moyenne, de 200 pb. Autour de 400 pb de différences sont détectées entre l'ADNmt de l'Homme de Denisova et les ADNmt humains ou néandertaliens.

Question 9 :

D'après ces données, quel arbre phylogénétique peut-on construire ?



Question 10 :

A partir de sa séquence d'ADNmt, peut-on déterminer si l'Homme de Denisova est une femme ou un homme ? Justifier votre réponse.

EXERCICE 2 – 3 points
QUESTIONS DE COURS
REPONSES ATTENDUES SUR LA GRILLE QCM JOINTE

QCM 1 : Parmi les propositions suivantes, cochez celle(s) qui est (sont) exacte(s) :

- A- L'immunité adaptative est le premier mécanisme de défense de l'organisme.
- B- Les actions de l'immunité adaptative et de l'immunité innée sont complémentaires.
- C- Pour se mettre en place, l'immunité innée nécessite que l'organisme ait été en contact avec des agents pathogènes.
- D- L'immunité adaptative met en jeu différents types cellulaires permettant de répondre à de multiples infections.
- E- La réaction inflammatoire aiguë prépare le déclenchement de l'immunité innée.

QCM 2 : Parmi les propositions suivantes, cochez celle(s) qui est (sont) exacte(s) :

- A- La sélection, l'amplification et la différenciation clonale sont des mécanismes spécifiques des cellules de l'immunité innée.
- B- Les lymphocytes B permettent, en se différenciant, la synthèse d'anticorps.
- C- La vaccination consiste en l'injection d'un anticorps afin d'être immunisé contre une pathologie définie.
- D- Une même cellule peut participer à l'immunité innée et à l'immunité adaptative.
- E- Les lymphocytes T peuvent être auxiliaires ou cytotoxiques.

QCM 3 : Parmi les propositions suivantes, cochez celle(s) qui est (sont) exacte(s) :

- A- Le phénotype immunitaire d'un individu est prédéfini à sa naissance et n'évoluera pas.
- B- La mémoire immunitaire permet une réponse immunitaire plus rapide.
- C- La vaccination permet de moduler le phénotype immunitaire d'un individu.
- D- L'adjuvant vaccinal n'a aucun effet sur la réponse immunitaire.
- E- Au cours de la vie, le nombre de lymphocytes mémoire diminue, rendant ainsi les individus vulnérables.

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

- A- Le génotype, c'est le bagage génétique d'un individu.
- B- Une famille multigénique correspond aux différents phénotypes associés à un même gène.
- C- La trisomie 21 est due à la présence en triple exemplaire d'un gène sur le chromosome 21.
- D- La mauvaise répartition des chromatides au cours de la seconde division de méiose peut être à l'origine d'un descendant dont le phénotype sera différent de celui des parents.
- E- Lors de la seconde division de méiose, une mauvaise répartition des chromatides peut engendrer des gamètes ne possédant qu'un seul chromosome sexuel.

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

- A- Un allèle est une des formes possibles d'un gène.
- B- Les différents allèles d'un gène correspondent à un même phénotype.
- C- L'expression d'un caractère gouverné par un gène dépend de l'expression d'un seul allèle.
- D- Les allèles d'un même gène diffèrent par leur séquence nucléotidique.
- E- Par définition, un allèle code toujours pour une protéine mutée.

QCM 6 : A propos des mécanismes de la Méiose, cochez la(les) proposition(s) qui est (sont) exacte(s) :

- A- Il y a une seule duplication (= réplication) de l'ADN avant les deux divisions de la méiose.
- B- Au cours de la première division de méiose, il y a séparation des deux chromatides sœurs de chaque chromosome.
- C- Au cours de la deuxième division de méiose, les chromatides sœurs restent attachées au niveau du centromère.
- D- Les allèles portés par les chromatides sœurs ne sont jamais disjoints lors de la première division de méiose.
- E- A l'issue de la méiose, le nombre de chromosomes est réduit de moitié dans les cellules filles par rapport à la cellule mère.

EXERCICE 3 – 3,5 points
ANALYSE DE DOCUMENTS
REPONSES ATTENDUES SUR LA GRILLE QCM JOINTE

Document 1 : La maladie du sirop d'érable

Dans des familles, des parents sains ont donné naissance à des enfants atteints de la maladie dite « du sirop d'érable » (nom donné à cette maladie à cause de l'odeur de l'urine de ces enfants).

Cette maladie touche aussi bien les garçons que les filles. Elle résulte de l'incapacité de cataboliser trois acides aminés : valine, leucine et isoleucine.

Le premier stade de catabolisme de ces acides aminés est une transamination donnant des acides cétoniques. Ces acides cétoniques doivent être ensuite décarboxylés grâce à trois enzymes E1, E2 et E3. Chez les malades, cette décarboxylation ne se fait pas.

Document 2 : Etude de l'enzyme E1

L'enzyme E1 est formée de deux chaînes polypeptidiques E1 α et E1 β présentant respectivement 400 et 392 acides aminés.

Dans des lignées cellulaires provenant de malades déficients pour E1, issus de familles différentes, on a mesuré l'activité enzymatique correspondante. On a étudié les sous-unités E1 α et E1 β présentes dans les cellules et séquencé les gènes codant pour ces sous unités E1 α et E1 β . Chez les parents de ces malades, on met en évidence des sous-unités E1 α et E1 β normales.

| Malades | Activité de E1 | Sous unités protéiques | | Séquence des gènes E1 |
|----------|-----------------|------------------------|-----------|--|
| Malade 1 | Aucune activité | E1 α | Anormales | Présence d'une mutation provoquant le changement d'un acide aminé par un autre |
| | | E1 β | Normales | Gène E1 β normal |
| Malade 2 | Aucune activité | E1 α | Normales | Gène E1 α normal |
| | | E1 β | Anormales | Présence d'une délétion de 11 paires de bases |

QCM 7 : D'après vos connaissances et les documents 1 et 2, vous pouvez affirmer que :

- A- Les malades étudiés sont homozygotes pour la mutation qu'ils portent.
- B- La maladie est transmise selon le mode récessif autosomal.
- C- Si les malades 1 et 2 ont des enfants ensemble, leurs enfants seront malades.
- D- L'activité de E1 nécessite la présence des deux sous-unités protéiques normales.
- E- Les enfants issus de l'union des malades 1 et 2 présenteront pour chacun des gènes, E1 α et E1 β , un allèle muté et un allèle normal.

Document 3 : Le phénotype Splotch

Dans un élevage de souris grises, des souris « Splotch » [Sp] sont spontanément apparues. Ces souris [Sp] présentent des caractères particuliers, notamment des taches blanches sur l'abdomen et la queue. Les souris grises normales ont un pelage uniformément gris.

Le croisement des souris [Sp] avec des souris grises de souche pure donne une F1 comportant 50% de souris [Sp] et 50% de souris grises.

Le croisement des souris F1 grises entre elles donne une F2 ne comportant que des souris grises.

Les portées issues du croisement des souris F1 [Sp] entre elles (croisement F2bis) présentent un nombre réduit de descendants et parmi eux, on observe 2/3 de souris [Sp] et 1/3 de souris grises.

QCM 8 : D'après vos connaissances et le document 3, vous pouvez affirmer que :

- A- Ces résultats peuvent s'expliquer en considérant deux gènes présents sur deux paires de chromosomes différents, un gène Splotch « Sp » et un gène « pelage gris uniforme ».
- B- Ces résultats peuvent s'expliquer en considérant un couple d'allèles gérant la couleur du pelage des souris, l'allèle « gris » étant dominant.
- C- Les résultats du croisement F2bis sont conformes aux résultats théoriques attendus dans un tableau de croisement.
- D- Il est probable que le génotype « Sp » homozygote confère une létalité fœtale.
- E- Les souris F1 [Sp] sont homozygotes pour l'allèle « Sp ».

Document 4 : Les éléphants du parc de Gorongosa.

Les plus vieux éléphants qui flânent dans le parc national de Gorongosa au Mozambique portent les traces indélébiles des 15 années de guerre civile qu'a connue le pays : la plupart n'ont pas de défenses. Ils sont les seuls survivants du conflit, au cours duquel environ 90 % de ces animaux menacés furent tués pour nourrir les combattants, mais aussi pour acheter des armes grâce à la vente de l'ivoire.

Joyce Poole, spécialiste du comportement des éléphants et exploratrice National Geographic qui étudie ces animaux dans le parc, révèle que sur les 200 femelles adultes connues du parc, 51 % de celles qui ont survécu à la guerre, et donc âgées de 25 ans minimum, sont dépourvues de défenses, tout comme 32 % des femelles nées après la fin de la guerre en 1992. Normalement, cette caractéristique ne touche que 2 à 4 % des éléphantesses d'Afrique.

QCM 9 : D'après vos connaissances et le document 4, vous pouvez affirmer que :

- A- Les tueries organisées par les braconniers chasseurs d'ivoire peuvent contribuer à la raréfaction des naissances des éléphants dotés de défenses.
- B- Les éléphantesses qui naissent sans défense sont le fruit de l'évolution.
- C- Après 1992, une mutation affectant les gènes responsables de la présence des défenses est apparue.
- D- Les femelles survivantes, sans défenses, ont donné naissance à des jeunes sans défenses.
- E- L'absence de défense chez les éléphants adultes est un avantage phénotypique sous l'effet de la pression environnementale.

Document 5 : Le corbeau Alala

Des chercheurs viennent de prouver que le corbeau hawaïen, alias *Corvus Hawaiiensis* ou Alala en hawaïen, sait utiliser des outils. Dans une étude publiée dans *Nature*, les scientifiques expliquent que ces volatiles utilisent notamment des brindilles pour aller chercher de la nourriture cachée dans des petits trous.

Sur les 104 oiseaux observés par les scientifiques, 78% utilisent des outils spontanément. Le chiffre monte même à 93% chez les adultes.

Pour les plus jeunes, ils ne sont que 47% à utiliser des outils, mais les chercheurs ont vu des cas de jeunes oiseaux utilisant des outils alors qu'aucun adulte ne leur avait montré comment faire.

Ces deux éléments font dire aux chercheurs que l'utilisation d'outils chez les corbeaux hawaïens est une caractéristique propre à l'espèce et non un apprentissage lié à leurs conditions de vie.

QCM 10 : D'après vos connaissances et le document 5, vous pouvez affirmer que :

- A- Généralement chez les Vertébrés, les comportements nouveaux comme l'utilisation d'outils sont transmis par voie génétique.
- B- Chez certains Vertébrés, l'utilisation d'outils est contrainte par leur environnement et ce nouveau comportement est transmis aux jeunes par apprentissage.
- C- Le caractère « Utilisation d'outil » est transmis aux jeunes par des parents, dont un est hétérozygote pour l'allèle « outil » et l'autre homozygote « absence d'outil ». C'est pour cela que les jeunes corbeaux Alala ne sont que 47% à utiliser les brindilles.
- D- L'utilisation d'outils dans une population de Vertébrés est aussi une source de diversité des individus.
- E- L'isolement géographique et les contraintes environnementales de ces oiseaux ont pu contribuer à l'apparition de cette espèce caractérisée par l'utilisation d'outil.

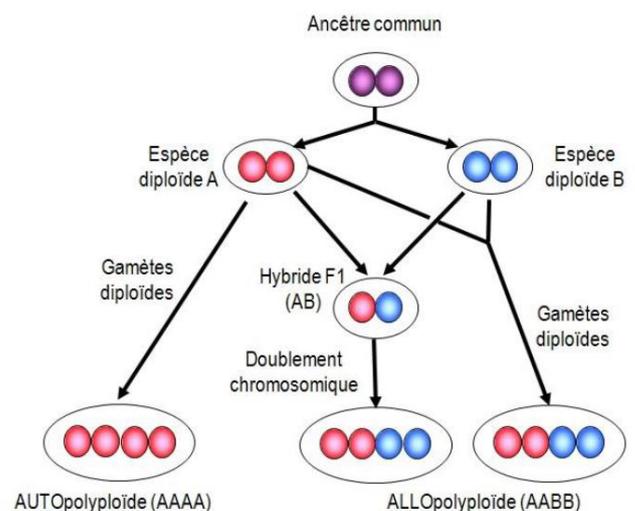
Document 6 : La polyplôidie

La polyplôidie se définit par la présence de plus de deux lots de chromosomes homologues ou apparentés dans une cellule.

Lorsque ces jeux de chromosomes proviennent de la même espèce (ces jeux sont alors composés de chromosomes homologues), on parle d'espèces autopolyplôïdes. Plusieurs espèces cultivées sont autopolyplôïdes comme la pomme de terre, la banane, la luzerne.

Les espèces contenant au moins deux jeux de chromosomes provenant d'espèces différentes (on parle alors de jeux de chromosomes homéologues) sont connues sous le nom d'allopolyplôïdes. Parmi les espèces allopolyplôïdes cultivées, on trouve le blé, le coton, le tabac.

D'après la thèse de Paulina Martinez Palacio, il existe plusieurs modes de formation des polyplôïdes (voir figure ci-contre).



QCM 11 : Parmi les propositions suivantes, cochez celle(s) qui est (sont) exacte(s) :

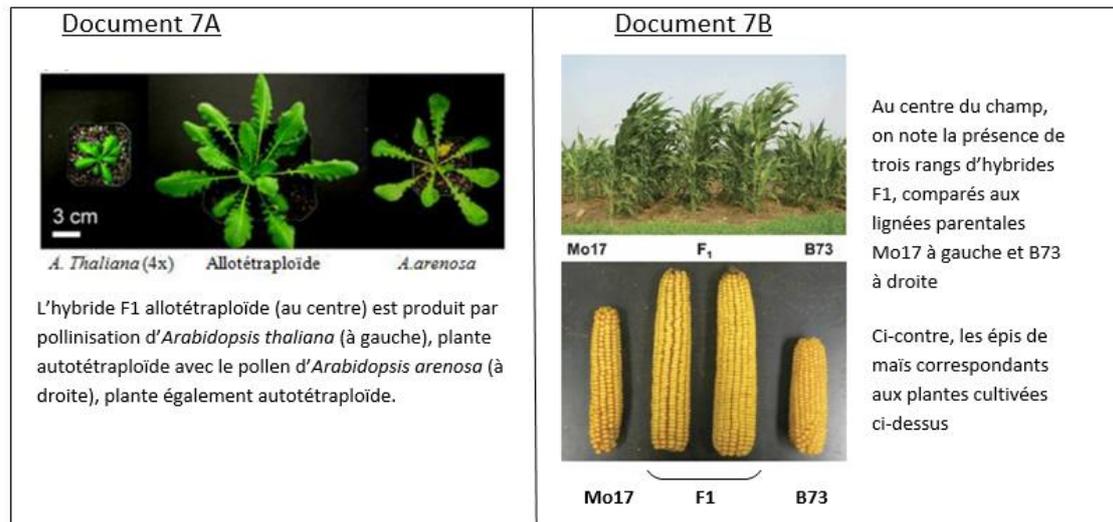
- A- L'obtention des plantes autopolyplôïdes pourrait également résulter de l'union de 2 gamètes diploïdes ayant subi une non-séparation des chromosomes homologues lors de la première division de la méiose.
- B- Les autopolyplôïdes et les allopolyplôïdes présentés ici (document 6) sont des tétraploïdes.
- C- Les allopolyplôïdes présentés ici pourraient aussi être obtenus par l'union de gamètes haploïdes.
- D- Les allopolyplôïdes pourraient aussi être obtenus par l'union de gamètes dont les chromosomes ne se sont pas séparés à la 1^{ère} division de méiose.
- E- Il serait possible, selon le même schéma, d'obtenir des plantes allotriploïdes issues de l'union de gamètes haploïdes d'une espèce et de gamètes diploïdes d'une autre espèce.

Document 7 : Hybridation d'espèces cultivées

L'évolution par hybridation est très courante chez les Eucaryotes mais elle est surtout très répandue chez les espèces végétales.

Dans les documents ci-dessous, on peut observer les résultats de deux croisements différents :

- Dans le document 7A, la F1 allotétraploïde est un hybride obtenu par croisement interspécifique : ***A.thaliana* x *A.arenosa***.
- Dans le document 7B, la F1 est un hybride obtenu par croisement intraspécifique de lignées homozygotes de Maïs : **Mo17 x B73**.



QCM 12 : D'après vos connaissances et les document 6 et 7, vous pouvez affirmer que :

- A- La F1 du document 7A est un hybride d'autopolyploïdes.
- B- Les résultats du croisement chez le Maïs illustrent ici le terme de « vigueur » hybride.
- C- La polypléidisation ne peut pas être considérée comme un mécanisme de diversification des génomes puisqu'il s'agit d'un assemblage de chromosomes préexistants et qu'aucun nouveau gène n'est créé.
- D- La polypléidisation contribue à la biodiversité.
- E- Dans le cas d'*Arabidopsis*, l'hybridation contribue à l'augmentation de la taille des plants de la F1.

QCM 13 : D'après vos connaissances et les documents 6 et 7, vous pouvez affirmer que :

- A- Les hybrides intraspécifiques présentent un intérêt pour l'agriculture.
- B- Les deux variétés de Maïs, étudiées et croisées, ont donné une F1 avantageuse en biomasse.
- C- L'amélioration de la biomasse résulte probablement de l'interaction d'allèles parentaux différents et complémentaires.
- D- Les hybrides F1 intra ou interspécifiques sont stériles.
- E- Un croisement des hybrides F1 de Maïs entre eux permettra d'obtenir des plants tous homogènes et fournissant une forte biomasse.