

Corrigé du bac 2017 : SVT obligatoire Série S – Métropole (remplacement)

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2017

SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE

SÉRIE S

Durée de l'épreuve : 3H30

Coefficient : 6

ENSEIGNEMENT OBLIGATOIRE

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

Partie I

Génétique et évolution : Synthèse (5 points)

La biodiversité du vivant est en partie décrite comme une diversité des espèces existant aujourd'hui dans tous les milieux. Une espèce est un ensemble de populations d'individus pouvant se reproduire entre eux, et donc se transmettre leurs caractéristiques. La diversité actuelle est le résultat de la transformation des populations au cours du temps des populations.

Comment la diversité des populations évolue-t-elle au cours du temps ?

Nous verrons dans un premier temps comment le hasard intervient dans cette évolution, puis comment les conditions environnementales et la concurrence entre les êtres vivants sont d'autres facteurs d'évolution des populations.

1. L'évolution des populations sous l'effet du hasard

Au sein d'une population d'individus d'une même espèce, il existe une diversité phénotypique et comportementale liée à une grande diversité allélique. Or les allèles sont des caractéristiques génétiques qui se transmettent d'une génération à la suivante de façon aléatoire lors de la méiose à l'origine des gamètes et lors de la fécondation, c'est-à-dire la rencontre des gamètes à l'origine d'un nouvel individu. Ces deux mécanismes de la reproduction sexuée induisent une variation aléatoire de la fréquence des allèles au cours des générations.

La diversité allélique est elle aussi due au hasard, car elle résulte de mutations, c'est à dire d'erreurs aléatoires au cours de la réplication de l'ADN. De nombreuses séquences d'ADN n'ont aucune influence sur la reproduction des individus ou sur leur survie.

Ce rôle du hasard est accentué lors de migrations de populations, et ce d'autant plus que la population migrante sera d'un faible effectif. En effet, les migrants emportent un échantillon aléatoire des allèles de la population parentale.

Par exemple chez l'Homme, il existe une maladie génétique, la porphyrie, qui affecte les porteurs de l'allèle responsable (quelques symptômes) mais n'affecte pas leur durée de vie ni leur fécondité. Ces individus se reproduisent et donc transmettent leurs allèles de façon aléatoire comme tous les individus de l'espèce humaine.

Or 800 individus des Pays-Bas ont migré en Afrique du Sud au cours du 17ème siècle. Un couple de migrants étaient porteurs de l'allèle responsable de la porphyrie.

La fréquence de l'allèle dans la population initiale était de 1/100 000.

Or la fréquence de l'allèle dans la population migrante est de 2/800 (2 personnes sur 800 migrants) soit beaucoup plus que dans la population initiale. Cette population migrante est isolée de la population initiale. Il n'y a donc plus d'échanges d'allèles entre individus de ces 2 populations.

La fréquence de l'allèle dans la population actuelle des Pays Bas est toujours de 1/100 000. Par contre, la fréquence dans la population blanche d'Afrique du Sud originaire des Pays Bas est aujourd'hui de 1/100, soit 1 000 fois plus grande que dans la population initiale. Et tous les individus sont des descendants du couple de migrants porteurs de l'allèle.

Ainsi, la fréquence des allèles dont la présence est sans conséquence sur la fertilité et la survie des individus varie d'une génération à la suivante sous le seul effet du hasard. C'est ce que l'on appelle la dérive génétique. Cette forme particulière de dérive génétique est appelée « effet fondation ».

Mais certains allèles affectent le taux de survie ou la fécondité des porteurs et ce différemment selon les milieux de vie. Comment évolue alors la diversité des individus ?

2. L'évolution des populations sous l'effet de l'environnement

Il existe une espèce de papillon, la phalène du bouleau qui vit sur les troncs du bouleau, de couleur claire. La population initiale a un corps de couleur claire qui se confond avec la couleur du tronc des arbres. Ainsi, ils sont peu visibles des oiseaux prédateurs.

Or apparaît une forme sombre par mutation. Ce nouveau phénotype réduit la durée de vie des individus porteurs de l'allèle dans les régions non polluées où les troncs de bouleaux restent clairs.

Par contre, au cours du 19^{ème} siècle, le développement industriel a provoqué une forte pollution de certaines régions où les troncs des bouleaux sont devenus sombres, noircis par les suies. Ainsi, dans ces régions, la forme sombre des phalènes est devenue un avantage dans la compétition entre les individus ; leur taux de survie est devenu supérieur à celle des formes claires, car moins visibles des oiseaux. Par voie de conséquence, comme ils vivent plus longtemps, les individus transmettent plus facilement leurs allèles dont celui de la forme sombre.

Au cours du temps, dans les régions non polluées, la forme claire reste dominante. Mais dans les régions polluées la forme sombre devient progressivement majoritaire.

Ainsi, cette différence de survie est à l'origine de l'évolution des populations. Ce principe est celui de la sélection naturelle. Sous la

pression du milieu, les individus les mieux adaptés ont plus de chance de survivre et donc de transmettre leurs allèles.

Les populations évoluent au cours du temps. Les populations initiales sont constituées d'individus avec des caractères phénotypiques variables, ainsi que des allèles dont la fréquence est différente. Cette évolution au cours du temps peut être due au hasard, c'est la dérive génétique, surtout importante lors d'une migration d'une partie de la population qui devient isolée génétiquement. Mais l'évolution de la population peut aussi être due à la sélection naturelle. Celle-ci n'agit que si la variabilité génétique affecte le taux de survie et la fertilité. Sous l'effet de la compétition entre les individus et la pression de l'environnement, certains individus survivent plus longtemps et ont davantage de descendants. Leurs allèles sont donc transmis à la génération suivante préférentiellement.

Ces modifications de la composition génétique des populations au cours du temps sont à l'origine de l'évolution de la biodiversité.

Partie I

Génétique et évolution : QCM (3 points)

Cocher la bonne réponse pour chaque série de propositions.

1. Les crossing-over inégaux sont :

- une anomalie de la méiose qui permet parfois de générer de la diversité génétique,**
- une anomalie de la méiose qui n'a jamais aucune conséquence génétique,
- un processus normal de la méiose qui ne produit aucune anomalie,
- un processus normal de la méiose qui produit de la diversité.

2. De grands changements phénotypiques peuvent apparaître si l'expression des gènes de développement varie :

- en intensité et en chronologie obligatoirement,
- en intensité ou en chronologie,**
- en intensité uniquement et pas en chronologie,
- en chronologie uniquement et pas en intensité.

3. La polyploïdie qui existe chez les plantes :

- peut s'écrire $2n$ si elle fait suite à un doublement du stock de chromosomes,
- peut s'écrire $2n$ et résulte d'une hybridation,
- peut s'écrire $4n$, si elle fait suite à un doublement du stock de chromosomes,**
- peut s'écrire $4n$ et résulte d'une hybridation.

Partie II (Exercice 1)

Le domaine continental et sa dynamique : Les monts Zagros

L'Iran possède une chaîne de montagne à l'ouest du pays. Peut-on reconstituer le scénario de la formation des monts Zagros en observant les affleurements ?

Doc 1 : Les roches observées au monts Zagros

On peut voir une diversité de roches. Sur des roches sédimentaires reposent des péridotites et des gabbros. On peut aussi observer des basaltes en coussins sur d'autres affleurements.

D'après le document l'ensemble péridotite, gabbro et basaltes en coussins correspond à une lithosphère océanique. Or nous savons que cette lithosphère se met en place au niveau d'une dorsale pendant un épisode d'expansion océanique.

Donc cette région a connu une histoire océanique. L'océan a aujourd'hui disparu et des lambeaux de lithosphère océanique se trouvent aujourd'hui sur le continent iranien. L'océan n'a pu disparaître que par un épisode de subduction.

Doc 2 : Géomorphologie dans les monts Zagros

On voit sur l'affleurement un ensemble marno-calcaire daté de 14 millions d'années qui sont plissés et qui repose sur des sédiments datés de 1,5 Ma, donc beaucoup plus jeunes. Ils ont donc subi des contraintes compressives à l'origine des plis.

Par conséquent, le plan de contact est un contact anormal et l'ensemble marno-calcaire a été charrié sur les sédiments de 1,5 Ma. Ce charriage est récent puisqu'il est plus jeune que les sédiments sur lesquels il repose. Donc le charriage a eu lieu depuis moins de 1 Ma.

On voit que la région a connu récemment des épisodes compressifs importants à l'origine des plis et du charriage. Ceci a pu se faire que lors d'un phénomène de collision continentale.

Ainsi on a pu mettre en évidence plusieurs épisodes dans la formation des monts Zagros :

- Un océan en expansion au niveau d'une dorsale
- Une fermeture océanique par subduction.
- Une collision entre 2 croûtes continentales à l'origine des déformations au niveau de la croûte continentale et du charriage de lambeaux de lithosphère océanique sur la lithosphère continentale.
- Une érosion à l'origine de la morphologie actuelle.

Partie II (Exercice 2)

Maintien de l'intégrité de l'organisme : La sclérose en plaques

La sclérose en plaque est une maladie neuro-dégénérative avec une disparition de cellules cérébrales. Il semble que le système immunitaire soit impliqué dans cette disparition des cellules nerveuses. Comment le système immunitaire est-il impliqué ?

Doc 1 : Interaction immunoglobuline et tissu cérébral

Les immunoglobulines sont des anticorps dissouts dans le plasma. Elles sont purifiées à partir du sérum de différentes personnes, puis elles sont mises en contact avec des coupes de cerveau. Un marquage permet de visualiser si ces immunoglobulines IG se sont fixées sur la coupe, c'est-à-dire sur les cellules gliales du cerveau.

Les résultats montrent que les IG se sont fixées sur les cellules gliales du cerveau uniquement chez les personnes atteintes de la sclérose en plaque (58 contre 0). Même chez les personnes atteintes d'une maladie neurologique autre que la sclérose en plaque, ces IG ne se fixent pas sur les cellules gliales.

Les immunoglobulines sont des protéines produites par les cellules du système immunitaire, les lymphocyte B. Elles se fixent sur des protéines membranaires des cellules cibles, ici les cellules gliales.

Doc 2 : Electrophorèse de sérums

Chez une personne atteinte d'une maladie neurologique autre que la sclérose en plaques, on voit sur l'électrophorèse une protéine qui a migré un peu moins haut que la protéine présente dans tous les sérums humains.

Chez la personne atteinte de sclérose en plaques, la protéine de la personne précédente est absente. Par contre, 3 autres protéines sont présentes en plus de la protéine présente chez tous.

Cette personne produit donc des protéines qui semblent être en relation avec sa maladie.

Doc 3 : Test ELISA réalisés sur les sérums étudiés

On réalise un test permettant d'évaluer la quantité d'un anticorps du sérum pouvant se fixer sur la protéine KIR4.1.

Les tests chez les personnes témoins sans maladie et les personnes atteintes d'une autre maladie neurologique sont quasi identiques. Ils sont tous en dessous du seuil de positivité aux anticorps anti-KIR4.1, ce qui signifie que leurs sérums ne contiennent pas d'anticorps anti-KIR4.1.

Alors que chez les personnes atteintes de sclérose en plaques, les tests sont pour beaucoup positifs. Ce qui signifie que les personnes positives ont ces anticorps qui circulent dans le sang, et que ces anticorps sont spécifiques de cette maladie puisqu'ils n'existent que chez ces personnes.

Mise en relation avec le document de référence :

Les cellules gliales sont en relation étroite avec les vaisseaux sanguins via leurs prolongements cytoplasmiques et en contact étroit avec les neurones. Ces cellules apportent aux neurones le dioxygène et les nutriments. Elles expriment à leur surface une protéine KIR4.1.

Ainsi, chez les personnes positives au test ELISA (=ayant les anticorps anti-KIR4.1 dans le sang), ces anticorps circulants vont se fixer sur les protéines membranaires KIR4.1 des cellules gliales du cerveau (doc 1).

Or ces protéines jouent un rôle important dans le contrôle de l'équilibre ionique de l'environnement neuronal. Ainsi, ces cellules gliales ont un fonctionnement perturbé quand les protéines KIR4.1 ne sont plus fonctionnelles, et les neurones se trouvent alors en état de dégénérescence provoquant les troubles de cette maladie.

Synthèse :

Chez certaines des personnes atteintes de la sclérose en plaques, le système immunitaire est impliqué. Certaines cellules du système immunitaire (LB) produisent de façon anormale des immunoglobulines anti-KIR4.1. Ces IG spécifiques se fixent alors sur les cellules gliales du cerveau qui sont les seules cellules à posséder les protéines KIR4.1 sur leurs membranes. La fixation de l'IG sur la protéine bloque le bon fonctionnement des cellules gliales.

Ainsi l'équilibre ionique de cette région du cerveau est perturbé, et les neurones dégénèrent provoquant des troubles qui s'accroissent au cours du temps.