

Corrigé du bac 2019 : SVT spécialité Série S – Polynésie

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2019

SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE

Série S

ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ

Durée de l'épreuve : 3h30

Coefficient : 8

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

Partie I - Synthèse

Génétique et évolution (5 points)

Les êtres vivants sont divers et c'est le résultat de l'histoire de l'espèce. En effet, au cours du temps, les génomes évoluent par mutations et ainsi les gènes sont présents sous plusieurs formes alléliques. La reproduction sexuée avec la méiose et la fécondation assurent un brassage génétique. Mais dans le génome, il existe des gènes qui semblent apparentés et qui forment des familles multigéniques. Ces familles multigéniques sont dues à des anomalies qui ont lieu au cours de la méiose.

Comment des anomalies de la méiose peuvent-elles être à l'origine de ces familles multigéniques ?

I) La duplication génique

Au cours de la prophase de première division de méiose, les chromosomes homologues s'apparent sur toute leur longueur, et ils peuvent échanger des portions de chromatides entre chromosomes homologues au niveau de chiasma. Il s'agit de crossing-over à l'origine de chromatides recombinées. Ainsi, les 2 chromatides d'un chromosome initialement identiques génétiquement ne le sont plus à l'issue du crossing-over. Ce mécanisme est un des mécanismes de la méiose, source de brassage génétique et donc source de diversité entre les individus.

Mais parfois le crossing-over peut être inégal. Le transfert de gènes entre les 2 chromosomes homologues n'est pas équilibré :

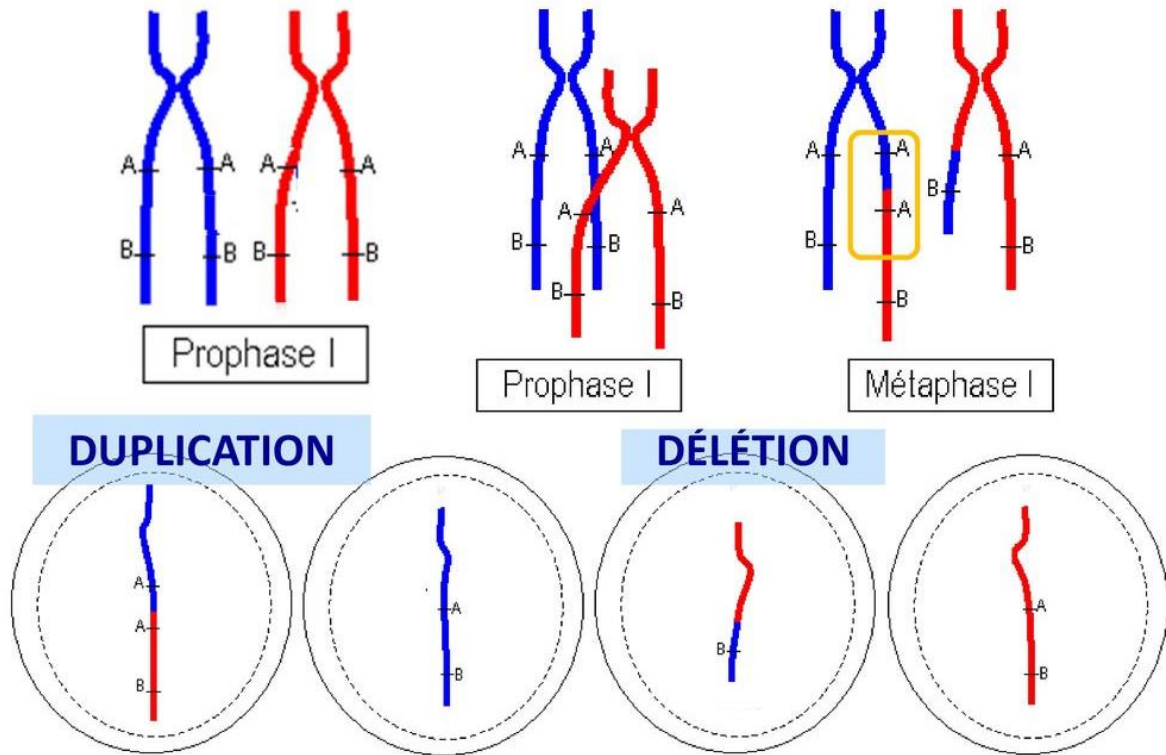
- Une des chromatides se retrouve avec un ou plusieurs gènes supplémentaires (ex AAB au lieu de AB) : le gène A est dupliqué.
- L'autre chromatide a un nombre de gènes incomplet (B au lieu de AB si le crossing-over avait été égal) : il y a eu délétion du gène A.

Par conséquent, à l'issue de la méiose, les gamètes ne contiennent pas tous le même nombre de gènes.

Ainsi, à l'issue de la fécondation, certaines cellules œuf (et donc certains individus) auront un ou plusieurs gènes dupliqués si le gamète possédant la duplication (AAB) a participé à la fécondation et a donné un individu viable.

Si le mécanisme de duplication a lieu plusieurs fois au cours du temps, impliquant les mêmes gènes, on aura une famille multigénique.

Schéma du crossing-over inégal et des gamètes issus de cette méiose :



Ici, on a 2 gamètes normaux (AB) et 2 gamètes anormaux (AAB) et (B).

II) L'évolution des gènes dupliqués

Des mutations affectent les gènes, mais celle-ci sont aléatoires et seront donc différentes pour les copies du gène. Ainsi, au cours du gène, ces copies évoluent différemment et forment une famille avec des gènes dont la séquence de nucléotides a une forte ressemblance, mais qui ont pu évoluer vers des fonctions différentes. Cette famille multigénique confère alors aux espèces successives des caractères nouveaux.

Pour conclure, une anomalie au cours de la première division de méiose est à l'origine d'une duplication de gènes. Si le mécanisme se reproduit plusieurs fois, on aura une famille de gènes, comme par exemple la famille de gènes des globines issus d'un gène ancestral. Ces gènes se sont différenciés au cours du temps par des mutations aléatoires. Ainsi, deux mécanismes sont à l'origine de la famille multigénique : des duplications successives avec des mutations. Par ailleurs, les gènes peuvent occuper différents loci chromosomiques.

Partie I - QCM

Génétique et évolution (3 points)

Répondre aux questions du QCM en écrivant sur la copie, le numéro de la question et la lettre correspondant à l'unique bonne réponse.

1. Les brassages génétiques : réponse c).

- a) correspondent à la succession de la fécondation et de la méiose.
- b) permettent la stabilité du caryotype lors de la méiose.
- c) sont à l'origine de nouvelles combinaisons d'allèles chez les descendants.**
- d) impliquent toujours un crossing-over.

2. En considérant deux gènes liés subissant un crossing-over, le croisement test (ou test-cross) de deux individus donne parmi les descendants : réponse c).

- a) quatre phénotypes d'égales proportions.
- b) deux phénotypes d'égales proportions.
- c) des phénotypes parentaux supérieurs en nombre aux phénotypes recombinés.**
- d) des phénotypes parentaux inférieurs en nombre aux phénotypes recombinés.

3. Une diversification génétique du vivant résulte systématiquement : réponse a)

- a) d'une modification du génome d'un être vivant.**
- b) d'une association symbiotique entre deux espèces différentes.
- c) de l'apprentissage d'un comportement nouveau dans une population.
- d) d'une mutation d'un gène.

Partie II – Exercice 1

Le domaine continental et sa dynamique (3 points)

Le Queyras est une région des Alpes. Des roches témoignent de son histoire géologique ainsi que le Massif du Chenaillet. Il y avait auparavant un océan alpin qui a disparu par subduction, avant que la collision soit à l'origine des reliefs que l'on voit aujourd'hui. Les roches du Queyras ou du Chenaillet témoignent-elles de cet épisode de l'histoire géologique ?

Document 1 : Tableau présentant les roches du Queyras et du Chenaillet

Les métagabbros du Chenaillet sont composés de pyroxène résiduel et de plagioclases, mais contiennent aussi un mélange de chlorite, épidote et actinote (minéraux verts).

Alors que les métagabbros du Queyras contiennent aussi des pyroxènes et des plagioclases, mais ne contiennent pas de minéraux verts, mais une auréole de glaucophane existe autour des pyroxènes.

Document 2 : Diagramme pression-température et champs de stabilité des minéraux de la croûte océanique

Les gabbros sont des roches grenues qui se mettent en place dans la croûte océanique au niveau de la dorsale. Ils sont composés initialement de plagioclase et pyroxène.

Mais au cours de l'expansion océanique, ces roches se refroidissent et subissent des transformations métamorphiques.

Entre 400 et 0°C de nouveaux minéraux apparaissent : chlorite, actinote et épidote. Ces minéraux ne sont stables qu'à faible profondeur, inférieure à ~13 km.

Par contre, dans ce même niveau de température, mais à une profondeur plus importante, un nouveau minéral se forme : le glaucophane, et cela au détriment des minéraux verts qui ont disparu. De plus, la présence de jadéite indique une profondeur supérieure à 25 Km.

Ainsi, les métagabbros du Chenaillet ne se sont pas enfoncés au-delà de 13 km alors que ceux du Queyras sont descendu à plus de 25 km de profondeur.

Pour conclure, les métagabbros du Chenaillet n'ont pas subi de subduction avant d'être charriés sur le continent, alors que ceux du Queyras ont subi une subduction avant de remonter et d'être charriés sur le continent.

C'est donc la présence ou l'absence de glaucophane qui permet de dire s'il y a eu ou non subduction.

Partie II – Exercice 2

Atmosphère, hydrosphère, climats : du passé à l'avenir (5 points)

De par leurs localisations géographiques, les sols des continents arctiques sont en permanence gelés même l'été et cela depuis des milliers d'années. Ces sols sont appelés permafrost ou pergélisols. Cependant, avec les modifications du climat que l'on observe maintenant, certains pergélisols ont commencé à dégeler.

Ce dégel des pergélisols peut-il avoir une conséquence sur le réchauffement climatique en l'amplifiant ?

Document 1a : Répartition actuelle du pergélisol dans l'hémisphère nord

Sur toute la bordure des continents européens, américains et du Groenland autour du Pôle Nord, les sols sont gelés : de façon continue autour du pôle, puis de façon discontinue, puis isolée quand on s'éloigne du pôle vers des latitudes plus basses. Par exemple l'Alaska, ou le nord du Québec, ont des sols gelés discontinus.

Ainsi, les pergélisols représentent 25% des terres émergées dans l'hémisphère nord. Ces sols sont de grands réservoirs de carbone plus que l'atmosphère actuelle.

Document 1b : évolution de la température du pergélisol à 20 m de profondeur en Alaska

Entre 1978 et 2008, soit en 30 ans, la température du sol est passée de -8.5°C à -6.5°C soit un réchauffement de 2°C .

Document 2a : Résultat de la fonte du pergélisol : les mares de thermokarst

La fonte des pergélisols est à l'origine d'affaissements qui se remplissent d'eau et que l'on appelle mare de thermokarst.

Dans la région de Québec, des mares existaient déjà en 2010, mais leur taille a augmenté en 2012 soit en 2 ans seulement. Certaines ont fusionnées, elles sont plus profondes et plus grandes. Donc les pergélisols dégèlent.

Document 2b : Evolution de la fréquence des mares de thermokarst entre 1959 et 2006 au nord du Québec

La taille moyenne des mares est passée de moins de 150 m^2 à plus de 200 m^2 en 47 ans. Il en est de même pour la taille maximale des mares, qui est passée sur cette même période de 920 m^2 à presque $2\ 100\text{ m}^2$, soit plus du double de surface.

En 1959 la majorité (environ 38%) des mares étaient de petite taille : moins de 50 m^2 , alors que seulement 23% des mares ont cette surface en 2006.

Pour les surfaces plus importantes (au-delà de 200 m^2), le nombre de mares en 2006 est plus important qu'en 1959.

Donc la taille des mares a fortement augmenté en presque 50 ans, ce qui signifie que le dégel des sols augmente.

Document 3 : Concentration en CH_4 et CO_2 en fonction de la profondeur de mares de thermokarst à deux stades différents de développement

Ces 2 gaz sont des gaz à effet de serre, c'est-à-dire que leur présence dans l'atmosphère augmente l'effet de serre et donc la température. Les gaz dissous dans l'eau des mares se retrouvent dans l'atmosphère par diffusion.

Document 3a : Concentration en CH₄ et CO₂ en fonction de la profondeur d'une mare de thermokarst en début de développement

La quantité de CH₄ est diminuée par 10 quand la profondeur diminue : le CH₄ a donc diffusé dans l'atmosphère.

Le taux de CO₂ est à peu près constant quel que soit la profondeur.

Document 3b : Concentration en CH₄ et CO₂ en fonction de la profondeur d'une grande mare de thermokarst

Le taux de CH₄ et de CO₂ à 2,5 m de profondeur est 100 fois plus important que dans une petite mare en début de formation. Le dégel du sol a libéré une très grande quantité de ces gaz qui sont alors dissous dans l'eau de la mare à cette profondeur.

Mais la quantité de ces gaz diminue fortement quand la profondeur diminue : ces gaz ont diffusé donc dans l'atmosphère.

Ainsi, le dégel libère des gaz à effet de serre qui se dissolvent dans l'eau des mares dans un premier temps, mais qui peu à peu diffusent dans l'atmosphère.

Document 4 : Modélisation de l'évolution de la dégradation du pergélisol et des émissions de carbone cumulé

Les scientifiques ont fait des modèles avec 4 scénarii différents selon le taux de carbone atmosphérique pour les années à venir : 2040, 2100 et 2300.

On voit que la dégradation des pergélisols augmente au cours des années quel que soit le scénario mais :

- Avec le premier scénario, 25% de la surface actuellement gelée sera dégelée en 2300.
- Avec le scénario le plus catastrophique (à savoir RCP 8.5), 70% de la surface gelée aura dégelé en 2300.

Parallèlement au dégel des pergélisols, les émissions de carbone issus du réservoir des pergélisols augmentent également :

- 150 gigatonnes de gaz à effet de serre en 2300 avec le 1er scénario
- Presque 500 gigatonnes avec le 5ème scénario.

De plus, on voit que la vitesse du phénomène s'amplifie entre 2040 et 2300 pour les scénarii 4 et 5 c'est-à-dire ceux avec un taux de carbone important :

- Pour le scénario 1, les émissions de carbone cumulé passent de 2 gigatonnes à 15 gigatonnes entre 2040 et 2300 soit multipliées par 7.
- Pour le scénario 5, les émissions de carbone passent de 5 à 500 gigatonnes soit multipliées par 100.

Donc plus il y a de carbone émis et plus les pergélisols en émettent amplifiant l'effet de serre.

Conclusion :

Le réchauffement climatique provoque un dégel des pergélisols qui sont normalement gelés toute l'année. Ce dégel provoque la libération de gaz à effet de serre tels le CH₄ et le CO₂ qui étaient stockés dans ces sols. Ces gaz diffusent alors dans l'atmosphère. Ils amplifient le réchauffement climatique par effet de serre et donc le dégel des pergélisols encore gelés.

Ainsi, la fonte des pergélisols pourrait amplifier le réchauffement climatique et cela dans des proportions très importantes dans les siècles à venir.