Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV®.

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du Bac Général Maths + SVT, veuillez visiter :
bac-maths-svt.fr/annales-sujets-et-corriges

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL • CORRIGÉ DÉTAILLÉ

Sciences de la vie et de la Terre

Session 2021 • Métropole • Jour 1

Code sujet **21SVTJ1ME2** 3 h 30

Proposition de corrigé pédagogique • FormaV

Se repérer dans le corrigé

Exercice 1 — Diversification des génomes au cours de l’évolution
1 réponses • sujet p. 2–2

Exercice 1 — Réflexe et mouvement
1 réponses • sujet p. 3–3

Exercice 2 — Vitesse de raccourcissement des cellules musculaires
1 réponses • sujet p. 4–7

Exercice 2 — Les mycorhizes : une association symbiotique
1 réponses • sujet p. 8–12

Les numéros, parties et pages renvoient au sujet original. Chaque réponse rappelle la consigne, explique la démarche et donne le résultat.

Exercice 1

7 points

Diversification des génomes au cours de l’évolution

Question Question

Sujet p. 2

> Expliquer les mécanismes qui permettent d’enrichir le génome des eucaryotes. Vous rédigerez un texte argumenté. On attend des expériences, des observations, des exemples pour appuyer votre exposé et argumenter votre propos.

Le génome des eucaryotes peut s’enrichir par l’ajout de séquences d’ADN ou par la duplication de séquences déjà présentes. Ces mécanismes augmentent le nombre de gènes ou de copies de gènes, tandis que les mutations ultérieures peuvent faire diverger ces copies. Les génomes comparés entre espèces fournissent des indices de ces transformations.

Un mécanisme important est la **duplication de gènes**. Par exemple, lors d’un crossing-over inégal entre chromosomes homologues mal appariés en méiose, un chromosome peut recevoir une copie supplémentaire d’un gène, tandis que l’autre perd la séquence correspondante. Une duplication peut aussi résulter d’erreurs de réplication. Les deux copies peuvent ensuite accumuler des mutations indépendamment : l’une peut conserver la fonction initiale et l’autre acquérir une fonction nouvelle, ou les copies peuvent se répartir des fonctions auparavant assurées par un seul gène. Certaines copies peuvent aussi devenir non fonctionnelles et former des pseudogènes. La présence, dans les génomes, de familles de gènes aux séquences apparentées est un indice de duplications suivies de divergence. La famille des globines en est un exemple : ses gènes présentent des ressemblances de séquence et certains s’expriment à des stades différents du développement.

La duplication peut concerner un chromosome entier ou l’ensemble du génome : c’est la **polyploïdisation**. Elle peut notamment suivre la formation de gamètes non réduits ou un doublement chromosomique après hybridation entre espèces. Les plantes en fournissent des exemples. Le blé tendre est une espèce polyploïde dont le génome réunit des jeux chromosomiques issus de lignées ancestrales différentes. La polyploïdisation augmente donc le nombre de copies de nombreux gènes et peut participer à l’apparition de nouvelles espèces.

Des séquences peuvent aussi être acquises par **transfert de gènes entre organismes**. L’endosymbiose est un événement majeur de l’histoire des eucaryotes : les mitochondries et les chloroplastes dérivent d’anciennes bactéries intégrées dans une cellule ancestrale. Leur ADN propre, ainsi que plusieurs caractéristiques de type bactérien, étayent cette origine. Au cours de l’évolution, une partie des gènes des bactéries ancestrales a été transférée au génome nucléaire de la cellule hôte. Des séquences d’origine virale peuvent également s’intégrer au génome et être transmises si l’intégration a lieu dans une lignée donnant naissance aux cellules reproductrices. Certaines ont ensuite été recrutées pour une fonction de l’organisme : chez les mammifères, la syncytine, impliquée dans la fusion de cellules du placenta, dérive d’un ancien gène d’enveloppe de rétrovirus.

Les **éléments transposables** contribuent eux aussi à l’évolution et parfois à l’augmentation de la quantité d’ADN. Certains se déplacent dans le génome ; d’autres se copient avant de s’insérer à un nouvel endroit. Leur insertion peut modifier l’organisation du génome ou l’expression de gènes voisins. Des recombinaisons entre éléments transposables peuvent également contribuer à des réarrangements ou à des duplications. Ces effets ne sont pas nécessairement avantageux : une insertion peut être neutre ou perturber un gène.

Enfin, les mutations fournissent les variations sur lesquelles la sélection naturelle peut agir : elles ne sont pas provoquées parce qu’un organisme en aurait besoin. Après une duplication ou une insertion, les mutations peuvent différencier les séquences ; selon leurs effets et l’environnement, certaines variantes sont

conservées et peuvent contribuer à de nouvelles fonctions. Les mutations ponctuelles seules modifient une séquence sans augmenter nécessairement la quantité d'ADN. De même, l'épissage alternatif diversifie les ARN et les protéines produits à partir d'un gène, mais n'ajoute pas en lui-même de séquence au génome.

RÉPONSE À RETENIR

Les génomes eucaryotes peuvent donc s'enrichir par duplication de gènes ou de génomes, par transfert de séquences entre organismes — notamment lors des endosymbioses — et par l'insertion ou la copie d'éléments transposables. Les mutations font ensuite évoluer les séquences ; certaines copies acquièrent ou se répartissent des fonctions, d'autres restent neutres ou deviennent non fonctionnelles. La sélection naturelle peut favoriser certaines variantes, sans être à l'origine des mutations.

Exercice 1

7 points

Réflexe et mouvement

Question Question

Sujet p. 3

> Expliquer comment, suite à la percussion d'un tendon, la sollicitation de structures nerveuses et musculaires aboutit à un mouvement. Vous rédigerez un texte argumenté. Vous appuierez votre exposé et argumenterez votre propos à partir d'expériences, d'observations et/ou d'exemples judicieusement choisis.

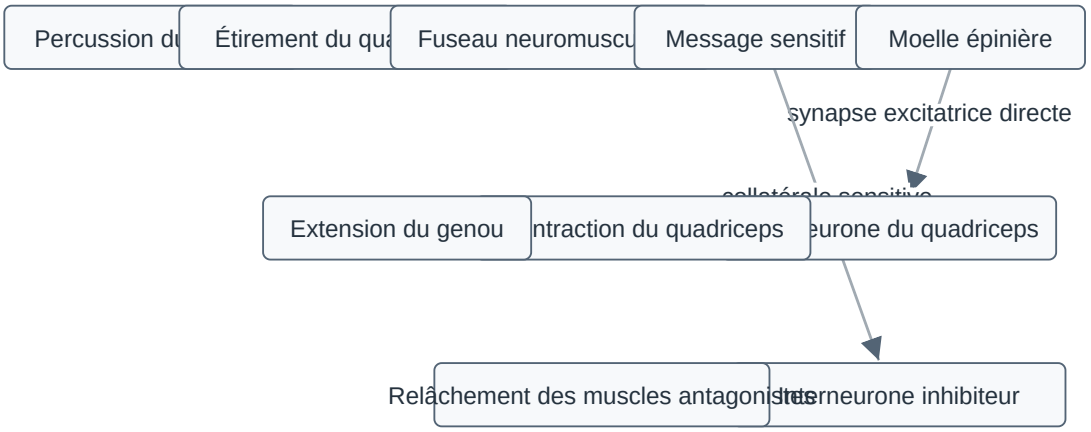
La percussion du tendon rotulien provoque un bref étirement du quadriceps, auquel le tendon est relié. Le tendon transmet la traction : il ne se contracte pas. Les fuseaux neuromusculaires, récepteurs sensoriels situés dans le muscle, détectent cet étirement et produisent un message nerveux sensitif qui gagne la moelle épinière par un neurone afférent.

Dans la moelle, le neurone sensitif établit une synapse excitatrice directe avec un motoneurone du quadriceps. Le message moteur repart vers le muscle par un neurone efférent. À la jonction neuromusculaire, il provoque la libération d'acétylcholine, qui déclenche un potentiel d'action dans les fibres musculaires. Celui-ci entraîne la libération de calcium ; en présence d'ATP, l'interaction entre actine et myosine raccourcit les sarcomères et contracte le quadriceps. La force est transmise par les tendons aux os : le genou s'étend et la jambe est projetée vers l'avant.

En parallèle, une collatérale du message sensitif active dans la moelle un interneurone inhibiteur. Celui-ci diminue l'activité des motoneurones des muscles antagonistes, notamment les ischio-jambiers, qui fléchissent le genou. Cette inhibition réciproque limite leur opposition à l'extension.

La réponse observée à la percussion — l'extension de la jambe — est rapide et involontaire : c'est le réflexe myotatique rotulien, organisé par un arc réflexe spinal. La voie principale entre le neurone sensitif et le motoneurone du quadriceps est monosynaptique. Les observations expérimentales classiques concordent avec ce trajet : l'interruption de la voie sensitive empêche le déclenchement du réflexe, tandis qu'une atteinte de la voie motrice empêche la commande d'atteindre le muscle. Le cerveau peut moduler ce réflexe, mais la réponse n'exige pas une décision consciente.

Arc réflexe du réflexe rotulien



La voie principale vers le quadriceps est monosynaptique ; une voie passant par un interneurone assure l'inhibition réciproque des muscles antagonistes.

> **RÉPONSE À RETENIR**
>
> La percussion du tendon rotulien étire brièvement le quadriceps. Les fuseaux neuromusculaires détectent cet étirement et envoient un message sensitif à la moelle épinière. Celui-ci active directement les motoneurones du quadriceps : le message moteur déclenche sa contraction. En parallèle, un interneurone inhibe les muscles antagonistes. La traction exercée sur les os étend alors le genou et projette la jambe vers l'avant : c'est le réflexe myotatique rotulien, rapide et involontaire.

Exercice 2

8 points

Vitesse de raccourcissement des cellules musculaires

Question Question

Sujet p. 4, 5, 6, 7

> À partir de l'exploitation de l'ensemble des documents et de l'apport des connaissances nécessaires, proposer une hypothèse expliquant les vitesses de raccourcissement différentes des cellules musculaires. Vous organiserez votre réponse selon une démarche de votre choix intégrant des données des documents et les connaissances utiles.

Démarche et exploitation des documents

Le document 2 représente le glissement des filaments d'actine par rapport aux filaments de myosine lors du raccourcissement d'une cellule musculaire. Les filaments ne se raccourcissent pas eux-mêmes : les têtes de myosine s'attachent à l'actine, exercent une traction, puis se détachent et peuvent recommencer un cycle. Le document indique que plus les cycles sont nombreux pendant une période donnée, plus le raccourcissement est important. Ainsi, un nombre plus élevé de cycles par unité de temps peut expliquer une vitesse de raccourcissement plus grande.

Le document 1 compare les chaînes lourdes de myosine (MHC) extraites de cellules musculaires de rat. Les pistes a, b, d, e et f correspondent chacune à une cellule isolée ; la piste c est un mélange de cellules. Les bandes des pistes individuelles ne migrent pas toutes à la même hauteur : elles permettent de distinguer différentes formes de MHC. En les comparant aux repères indiqués, on observe notamment une bande de type MHC-IIA en a, MHC-IIX en b, MHC-IIB en d et e, et MHC-I en f. La piste c révèle plusieurs bandes, correspondant aux formes présentes dans le mélange. Les cellules musculaires peuvent donc différer par la forme de chaîne lourde de myosine qu'elles contiennent.

Le document 3 met en relation cette forme de MHC et la vitesse maximale de raccourcissement chez le chien. La vitesse est d'environ 0,7 unité de longueur par seconde pour MHC-I, 1,9 pour MHC-IIA, 2,4 pour MHC-IIX et 2,7 pour MHC-IIB. Elle est donc nettement plus faible pour MHC-I que pour les formes II. Le document précise que les différences entre fibres sont statistiquement significatives, sauf entre MHC-IIX et MHC-IIB : il ne permet donc pas d'affirmer que ces deux dernières formes donnent des vitesses différentes de manière significative.

Le document 4 présente, pour des muscles de plusieurs espèces de mammifères, une relation globalement positive entre la vitesse d'hydrolyse de l'ATP par la myosine et la vitesse de raccourcissement de la cellule. Par exemple, les points associés aux vitesses d'hydrolyse les plus élevées se situent généralement aussi aux vitesses de raccourcissement les plus élevées. La dispersion des points indique toutefois que cette relation est une association observée et ne suffit pas, à elle seule, à établir un lien causal.

Les connaissances sur le cycle actine-myosine apportent un mécanisme explicatif : la fixation de l'ATP sur la tête de myosine permet son détachement de l'actine ; l'hydrolyse de l'ATP fournit l'énergie qui place la tête dans un état propice à un nouveau cycle. La tête se rattache ensuite à l'actine et contribue à la traction qui fait glisser les filaments. Si les étapes du cycle se déroulent plus rapidement, les têtes peuvent effectuer davantage de tractions par unité de temps, ce qui accélère le raccourcissement.

Le document 5 précise comment les différences entre MHC pourraient intervenir. La boucle 1 participe directement à la fixation et à l'hydrolyse de l'ATP, mais son fonctionnement varie peu entre les chaînes lourdes étudiées. En revanche, les séquences d'acides aminés de la boucle 2, située au niveau du site de fixation à l'actine, diffèrent entre formes de MHC. Le remplacement expérimental de la boucle 2 d'une myosine par celle d'une autre forme modifie la vitesse d'hydrolyse de l'ATP. Les chercheurs proposent que

la boucle 2 influence la durée de l'attachement entre actine et myosine et, indirectement, la durée du cycle. Ces résultats appuient donc l'hypothèse d'un rôle de la boucle 2, sans démontrer à eux seuls tous les liens de causalité entre sa séquence et la vitesse de raccourcissement.

RÉPONSE À RETENIR

Hypothèse : les vitesses de raccourcissement diffèrent parce que les cellules musculaires peuvent contenir des formes différentes de chaîne lourde de myosine. Les observations associent les formes de MHC à des vitesses de raccourcissement différentes ; elles montrent aussi une relation positive entre vitesse d'hydrolyse de l'ATP et vitesse de raccourcissement. Les différences de séquence de la boucle 2 pourraient modifier la durée de l'interaction actine-myosine et la cinétique du cycle. Une myosine réalisant davantage de cycles et de tractions par unité de temps permettrait donc un raccourcissement plus rapide. Le document 3 ne montre toutefois pas de différence statistiquement significative entre MHC-IIX et MHC-IIB.

Exercice 2

8 points

Les mycorhizes : une association symbiotique

Question Question

Sujet p. 8, 9, 10, 11, 12

> Montrer que l'association mycorhizienne entre un champignon et un végétal chlorophyllien profite aux deux partenaires. Vous organiserez votre réponse selon une démarche de votre choix intégrant des données des documents et les connaissances utiles.

Une mycorhize est une association entre les racines d'un végétal et les filaments mycéliens d'un champignon. Les documents montrent des bénéfices pour la plante, mais aussi un transfert de carbone vers le champignon : l'association est donc réciproque.

Le végétal bénéficie de l'association. Le document 1 montre que les filaments du champignon forment un manteau autour des racines. Ils peuvent aussi explorer le sol au-delà de la surface racinaire et faciliter l'accès de la plante à l'eau et aux éléments minéraux.

Le document 3a mesure l'incorporation d'azote 15 par des plantules d'Eucalyptus nourries pendant une semaine avec une solution contenant du $^{15}NH_4^+$. À sept jours, les plantules non mycorhizées en ont incorporé environ 12 µg par gramme de matière fraîche, contre environ 23 à 28 µg chez les plantules associées aux champignons testés. L'incorporation d'azote est donc plus importante chez les plants mycorhizés, même si son niveau dépend du champignon associé. Or l'azote est un élément nutritif nécessaire à la plante.

Le document 2 compare des plants de Rhododendron mycorhizés (lot 2) et non mycorhizés (lot 1). À 120 jours, les plants mycorhizés présentent environ 24 mm de longueur racinaire, contre 10 mm pour les plants non mycorhizés ; ils ont environ 21 feuilles contre 12, et environ 12 racines contre 5. Ces valeurs sont des lectures approximatives des graphiques, qui signalent une variabilité des mesures. Elles montrent néanmoins une croissance plus importante dans le lot mycorhizé.

Les documents 4a et 4b indiquent également un effet protecteur. Douze semaines après contamination par *Phytophthora cinnamomi*, le taux de mortalité des pins est d'environ 12 % chez les plants mycorhizés, contre 80 % chez les plants non mycorhizés (document 4a). Le document 4b montre que l'infection des racines dépend du développement du manteau mycélien : après trois jours, elle atteint 0 % avec un manteau complet, 25 % avec un manteau partiel et 100 % sans mycorhize ; après dix jours, les valeurs sont respectivement de 6 %, 43 % et 100 %. L'observation indique que le manteau limite l'infection et constitue une protection, sans empêcher totalement celle-ci lorsqu'il est complet.

Le champignon bénéficie lui aussi de l'association. Dans le document 3b, les parties aériennes d'un pin mycorhizé reçoivent du CO_2 marqué au ^{14}C. Après 48 heures, l'autoradiographie montre du carbone radioactif dans les racines et les filaments mycéliens ; les zones les plus sombres en contiennent davantage. Le carbone atmosphérique fixé par photosynthèse dans les parties aériennes a donc été transporté vers les racines et transféré au champignon. Celui-ci reçoit ainsi des composés carbonés organiques qui lui fournissent matière et énergie.

Les documents établissent donc un échange réciproque : le végétal fournit au champignon du carbone organique issu de la photosynthèse ; en retour, le champignon favorise l'acquisition d'éléments minéraux, la croissance et la protection du végétal.

RÉPONSE À RETENIR

La mycorhize profite aux deux partenaires. Le végétal fournit au champignon du carbone organique produit par photosynthèse, comme le montre la présence de ^{14}C dans les filaments mycéliens 48 heures après le marquage du pin. En retour, le champignon favorise la nutrition de la plante : les Eucalyptus mycorhizés incorporent davantage de ^{15}N que les témoins non mycorhizés. Les Rhododendrons mycorhizés présentent aussi, à 120 jours, davantage de racines et de feuilles, ainsi qu'une plus grande longueur racinaire. Enfin, la mycorhization est associée à une meilleure protection contre *Phytophthora cinnamomi* : la mortalité des pins est d'environ 12 % avec mycorhizes contre 80 % sans elles, et l'infection des racines diminue lorsque le manteau mycélien est plus développé. L'association repose donc sur un échange réciproque bénéfique au champignon comme au végétal.

Sujet : https://svt.ac-besancon.fr/wp-content/uploads/sites/104/2021/06/sujet_spe_SVT_bac_candidats_libres_2021_Metropole.pdf
© FormaV EI • Proposition de correction, distincte d'un corrigé officiel.

Copyright © 2027 FormaV®. Tous droits réservés.

FormaV® est une marque déposée auprès de l'INPI sous le numéro 5227897.

Ce document a été élaboré par FormaV® avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV®, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV® se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.