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 • Centres étrangers • Jour 1

Code sujet **21-SVTJ1G11** 3 h 30

Proposition de corrigé pédagogique • FormaV

Se repérer dans le corrigé

Exercice 1 première proposition — La plante productrice de matière organique
1 réponses • sujet p. 2–2

Exercice 1 deuxième proposition — Reproduction sexuée et diversité génétique
1 réponses • sujet p. 3–3

Exercice 2 première proposition — Rôle du microbiote dans la sensibilité au stress
1 réponses • sujet p. 4–7

Exercice 2 deuxième proposition — Reconstitution climatique d’une période récente
1 réponses • sujet p. 8–13

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

Exercice 1 première proposition

7 points

La plante productrice de matière organique

Question Consigne

Sujet p. 2

> Expliquer l'origine et le rôle des métabolites des plantes impliqués dans leurs interactions avec des espèces animales. Rédiger un texte argumenté étayé par des expériences, des observations et des exemples.

Les plantes produisent de nombreuses molécules, appelées métabolites, grâce à leur métabolisme. La photosynthèse fixe le dioxyde de carbone et fabrique des molécules organiques, notamment des sucres, qui fournissent du carbone et de l'énergie pour la synthèse d'autres molécules. Des éléments minéraux prélevés dans le milieu sont également utilisés. Certains métabolites sont nécessaires au fonctionnement et à la croissance de la plante ; d'autres, souvent qualifiés de métabolites secondaires, contribuent notamment à ses interactions avec les animaux.

Les fleurs peuvent attirer des animaux pollinisateurs grâce à leurs couleurs et à des molécules odorantes. Elles produisent aussi du nectar, riche en sucres issus de la matière organique fabriquée par la plante, qui constitue une ressource alimentaire. Le document 1 montre une abeille en train de butiner une fleur. Cette observation atteste une visite de l'insecte, mais ne montre pas à elle seule le transfert de pollen. Lorsqu'une abeille visite successivement plusieurs fleurs, le pollen peut s'accrocher à son corps et être transporté vers une autre fleur : la pollinisation favorise alors la reproduction de la plante, tandis que l'abeille se nourrit. Les molécules attractives et le nectar participent ainsi à une interaction favorable aux deux partenaires.

D'autres métabolites végétaux contribuent à la défense contre les animaux herbivores. Le document 2 compare trois tubes : le tube 1 contient de l'eau et des tanins, le tube 2 de la salive et de l'eau, et le tube 3 de l'eau, de la salive et des tanins. L'aspect trouble et le précipité sont observés dans le tube 3, alors que les deux témoins ne présentent pas le même précipité. La formation de celui-ci est donc associée à la présence simultanée de tanins et de salive. Cela s'interprète par une liaison des tanins à des molécules de la salive, notamment des protéines, qui s'assemblent alors en précipité. Chez un herbivore, les tanins peuvent aussi se lier à des protéines des aliments ou à des enzymes digestives ; ils peuvent ainsi réduire la digestibilité et rendre les tissus végétaux moins intéressants à consommer. Certains autres métabolites, tels que des alcaloïdes, peuvent également avoir des effets dissuasifs ou toxiques.

Les métabolites végétaux ont donc des origines liées au métabolisme de la plante, notamment à la matière organique produite par photosynthèse, et des rôles variés dans ses relations avec les animaux. Les odeurs, les pigments et les sucres du nectar peuvent attirer ou nourrir des pollinisateurs et contribuer à la reproduction de la plante ; les tanins et d'autres molécules de défense peuvent au contraire limiter la consommation de ses tissus.

RÉPONSE À RETENIR

Les métabolites sont synthétisés par la plante à partir de matière et d'énergie issues de son métabolisme, notamment des sucres produits par photosynthèse. Certains, comme les molécules odorantes, les pigments et les sucres du nectar, attirent ou nourrissent les pollinisateurs : le document 1 montre une abeille au butinage, activité susceptible de permettre le transport du pollen. D'autres, comme les tanins, contribuent à la défense contre les herbivores. Dans le document 2, le précipité apparaît dans le tube réunissant salive et tanins, et non dans les témoins : cela indique une interaction entre les tanins et des molécules salivaires, notamment des protéines. Les métabolites peuvent ainsi favoriser la pollinisation ou limiter la consommation des plantes.

Exercice 1 deuxième proposition

7 points

Reproduction sexuée et diversité génétique

Question Consigne

Sujet p. 3

> Expliquer comment la reproduction sexuée produit une diversité génétique en prenant le cas de la transmission de deux gènes localisés sur deux paires différentes de chromosomes. Votre explication s'appuiera sur la transmission d'un gène A (ayant deux allèles, A et a) et d'un gène B (ayant deux allèles B et b) d'un couple de parents à sa descendance. Le cas des chromosomes sexuels est hors sujet. Rédiger un texte argumenté étayé par des expériences, des observations et des exemples.

Texte argumenté. La reproduction sexuée produit de la diversité génétique à deux étapes : la méiose forme des gamètes aux combinaisons d'allèles variées, puis la fécondation associe au hasard un gamète de chacun des deux parents. Les génotypes des parents n'étant pas précisés dans l'énoncé, on illustre ces mécanismes en considérant deux parents hétérozygotes pour les deux gènes : $AaBb \times AaBb$.

Les gènes A et B étant situés sur deux paires différentes de chromosomes, les chromosomes homologues portant les allèles A et a se répartissent indépendamment de ceux portant B et b au cours de la première division de méiose. Leur orientation aléatoire en métaphase I, puis leur séparation en anaphase I, constituent le **brassage interchromosomique**. Chaque gamète reçoit un seul allèle de chaque gène. Un parent $AaBb$ peut donc produire quatre types de gamètes : AB, Ab, aB et ab, théoriquement équiprobables, chacun avec une fréquence de $1/4$.

Lors de la fécondation, un gamète de chaque parent s'unit au hasard. Dans l'exemple choisi, les 16 combinaisons de gamètes sont théoriquement équiprobables :

Gamète du parent 1 \ Gamète du parent 2	**AB**	**Ab**	**aB**	**ab**
AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb
Ab	AABb	AAbb	AaBb	Aabb
aB	AaBB	AaBb	aaBB	aaBb
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb

Ce croisement peut ainsi produire neuf génotypes différents : $AABB$, $AABb$, $AAbb$, $AaBB$, $AaBb$, $Aabb$, $aaBB$, $aaBb$ et $aabb$. La descendance présente donc des combinaisons d'allèles différentes. Si l'on suppose en outre une dominance complète de A sur a et de B sur b, ainsi qu'une viabilité identique des descendants, les phénotypes se répartissent selon le rapport théorique $9 : 3 : 3 : 1$. Ce rapport dépend de ces hypothèses ; la diversité des génotypes, elle, résulte de la diversité des gamètes et de leur rencontre aléatoire.

Les croisements dih ybrides de Mendel chez le pois ont donné des répartitions de descendants compatibles avec la transmission indépendante de caractères. On peut également mettre en évidence cette indépendance par un croisement-test entre un individu $AaBb$ et un individu $aabb$. Si les deux gènes sont indépendants, l'individu $AaBb$ produit les gamètes AB, Ab, aB et ab en proportions théoriquement égales. On attend alors quatre catégories de descendants en proportion $1 : 1 : 1 : 1$, ce qui est compatible avec un brassage interchromosomique.

Ainsi, la méiose renouvelle les combinaisons d'allèles transmises par chaque parent et la fécondation les associe au hasard : ces deux mécanismes expliquent la diversité génétique des descendants.

RÉPONSE À RETENIR

Pour deux gènes situés sur deux paires différentes de chromosomes, le brassage interchromosomique permet à un parent $AaBb$ de produire les quatre types de gamètes AB, Ab, aB et ab. Leur association aléatoire lors de la fécondation crée des combinaisons d'allèles variées chez les descendants. La méiose et la fécondation produisent ainsi une diversité génétique.

Exercice 2 première proposition

8 points

Rôle du microbiote dans la sensibilité au stress

Question Consigne

Sujet p. 4, 5, 6, 7

> À partir de l'exploitation des documents et de vos connaissances, préciser si l'hypothèse d'une action du microbiote sur la sensibilité à des agents stresseurs peut être validée. Un schéma fonctionnel est attendu en guise de bilan. Organiser la réponse selon une démarche de votre choix intégrant des données issues des documents et les connaissances complémentaires nécessaires.

Démarche. On compare des rats conventionnels, qui possèdent un microbiote intestinal diversifié, et des rats axéniques, qui en sont dépourvus. On examine leurs réponses hormonales aux agents stresseurs, puis l'expérience de transfert de microbiote. Les autres documents permettent de proposer des mécanismes de modulation de l'axe hypothalamo-hypophyso-corticosurrénalien (axe du stress), sans confondre mécanisme suggéré et mécanisme démontré.

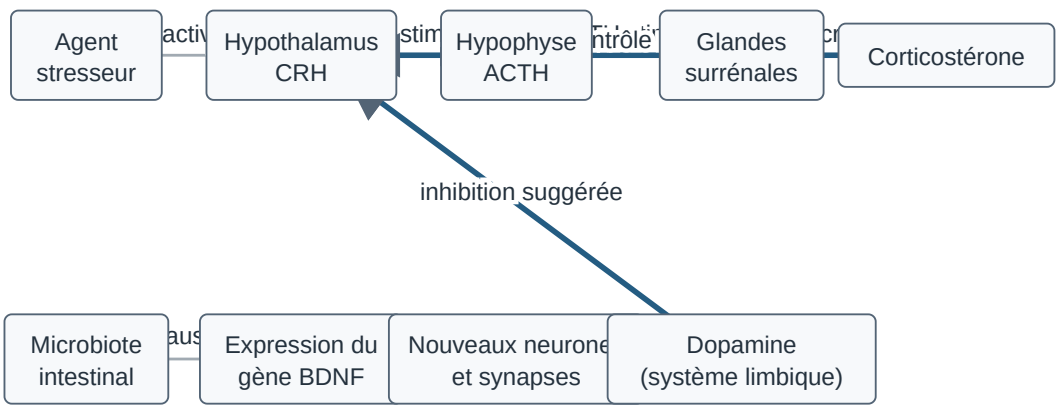
1. **En l'absence de microbiote, la réponse hormonale au stress est plus forte.** Le document 1a présente la corticostéronémie, la corticostérone étant l'équivalent du cortisol chez l'humain. Sans agent stresseur, les valeurs des deux groupes sont basses et voisines, de l'ordre de 40 à 50 ng/mL de plasma. Après exposition aux agents stresseurs, elles augmentent : environ 210 ng/mL chez les rats conventionnels et 565 ng/mL chez les rats axéniques. La différence entre les rats stressés conventionnels et axéniques est indiquée comme très significative (***, $p<0,001$). Le document 1b montre que, chez les rats soumis aux agents stresseurs, l'expression du gène codant la CRH dans l'hypothalamus est également plus élevée chez les axéniques (environ 3,0 unités) que chez les conventionnels (environ 2,2 unités), avec une différence significative (** , $p<0,01$). Ces observations indiquent une réponse hormonale accrue en l'absence de microbiote dans les conditions étudiées. Elles ne démontrent pas à elles seules une différence générale de comportement face au stress : l'examen neurologique fonctionnel rapporté au document 1 n'a révélé aucune différence entre rats conventionnels et axéniques à l'adolescence et à l'âge adulte.
2. **Le transfert de microbiote renforce l'hypothèse d'une action du microbiote.** D'après le document 2, des rats axéniques âgés de 6 semaines, soumis à des agents stresseurs et transplantés avec le microbiote de rats conventionnels, présentent un taux de corticostérone semblable à celui des rats conventionnels. La restauration d'un microbiote s'accompagne donc d'une réponse hormonale comparable à celle des rats qui en possèdent un. Cette expérience étaye un rôle du microbiote dans la modulation de la réponse hormonale au stress.
3. **La dopamine constitue une piste de mécanisme.** Le tableau du document 3a indique que des microorganismes intestinaux, notamment *Bacillus* et *Serratia*, sont associés à la production de dopamine. Le document précise qu'en l'absence de microbiote intestinal, la production de dopamine dans le cerveau diminue. Il ne permet pas de conclure que la dopamine produite dans l'intestin rejoint directement le cerveau. Par ailleurs, le document 3b rapporte que la destruction de terminaisons nerveuses libérant de la dopamine dans le système limbique accroît le stress chez le rat ; cela suggère que la dopamine exerce un contrôle négatif sur l'axe hypothalamo-hypophyso-corticosurrénalien. Ainsi, la diminution de dopamine cérébrale observée en l'absence de microbiote pourrait réduire cette inhibition et contribuer à l'augmentation de la réponse hormonale.

   Le document 4 apporte un élément compatible avec cette piste : chez les rats non soumis à des agents stresseurs, l'expression du gène BDNF est plus forte chez les conventionnels (environ 220 unités arbitraires) que chez les axéniques (environ 175 unités), différence indiquée comme significative (*,

p<0,05). Le BDNF favorise la croissance et la différenciation de nouveaux neurones ainsi que la formation de synapses ; ces nouveaux neurones peuvent libérer de la dopamine. Les données relient donc le statut microbiotique à une différence d'expression du gène BDNF et rendent plausible une modulation des circuits dopaminergiques. Elles ne démontrent toutefois pas que le microbiote agit directement sur le BDNF ni que cette voie explique à elle seule les différences de réponse au stress.

4. **L'axe hormonal et son rétrocontrôle expliquent le sens des mesures.** Un agent stresseur active l'hypothalamus, qui sécrète la CRH. La CRH stimule l'hypophyse, qui sécrète l'ACTH ; l'ACTH stimule les glandes surrénales, qui produisent la corticostérone chez le rat. Le document 5 montre qu'après 30 minutes d'exposition aux agents stresseurs, la quantité d'ACTH atteint environ 195 pg chez les rats ayant reçu une solution saline, contre environ 50 pg chez ceux ayant reçu une injection de corticostérone. L'injection de corticostérone réduit donc la réponse en ACTH dans cette expérience, ce qui est compatible avec un rétrocontrôle négatif de la corticostérone sur l'axe. La réponse mesurée dépend ainsi à la fois de l'activation de l'axe et de mécanismes inhibiteurs.

Modulation possible de la réponse hormonale au stress par le microbiote chez le rat



Le document 4 relie le statut microbiotique à une différence d'expression du gène BDNF ; la voie BDNF-neurones-dopamine est une interprétation plausible, non une causalité entièrement démontrée. La dopamine et la corticostérone exercent des effets inhibiteurs sur l'axe selon les documents 3b et 5.

RÉPONSE À RETENIR

Conclusion. Oui, les résultats valident, chez les rats étudiés, l'hypothèse d'une action du microbiote sur la réponse hormonale aux agents stresseurs : en situation de stress, les rats axéniques présentent une corticostéronémie plus élevée et une expression hypothalamique du gène de la CRH plus forte que les rats conventionnels ; après transfert d'un microbiote conventionnel, leur corticostéronémie devient semblable à celle des rats conventionnels. Les documents suggèrent que le microbiote module l'axe du stress, possiblement par des mécanismes impliquant le BDNF et la dopamine, qui exerce un contrôle inhibiteur sur cet axe. Ils ne démontrent ni que cette voie est l'unique mécanisme en jeu, ni une différence comportementale générale face au stress.

Exercice 2 deuxième proposition

8 points

Reconstitution climatique d'une période récente

Question Consigne

Sujet p. 8, 9, 10, 11, 12, 13

> Mettre en évidence les caractéristiques climatiques pendant le Petit Âge glaciaire et présenter les causes possibles de cette période relativement froide. Organiser la réponse selon une démarche de votre choix intégrant des données issues des documents et les connaissances complémentaires nécessaires.

Le sujet situe le Petit Âge glaciaire approximativement de 1300-1400 à la fin du XIX^{e} siècle. Il faut d'abord caractériser cette période à partir de plusieurs indicateurs, en tenant compte de leurs limites, puis examiner les causes possibles du refroidissement et la rétroaction positive susceptible de l'amplifier.

Les indicateurs convergent vers un refroidissement relatif, mais variable dans le temps et selon les lieux. Le document 1a reconstitue les phases d'accroissement et de retrait du glacier d'Aletsch. La courbe montre plusieurs phases d'avancée pendant le Petit Âge glaciaire, notamment à partir des environs du XVI^{e} siècle, puis un retrait marqué à partir du XIX^{e} siècle. D'après le document, un glacier avance lorsque son bilan de masse est favorable : l'accumulation de neige est suffisante par rapport aux pertes par fonte. Des saisons froides et/ou fortement enneigées peuvent donc expliquer ces avancées. Toutefois, un glacier n'est pas un thermomètre direct : son évolution dépend aussi des précipitations, et certaines périodes de la reconstitution sont signalées comme incertaines.

Le document 1b reconstitue les variations des températures estivales de l'hémisphère Nord à partir de la densité du bois. La courbe reconstruite pour 1400-1960 est le plus souvent sous la référence correspondant à la moyenne des températures mesurées entre 1961 et 1990 ; elle présente notamment des valeurs basses aux XVII^{e} et XVIII^{e} siècles. Les variations ne sont cependant pas régulières. Les zones grisées, intervalles de confiance à 65 % et à 98 %, indiquent que cette reconstitution comporte des incertitudes.

Le document 2 fournit un indicateur situé dans l'hémisphère Sud : une reconstitution de la température au camp WAIS en Antarctique, obtenue à partir de mesures dans des trous de forage. La courbe moyenne baisse d'environ −29,8 °C vers l'an 1000 jusqu'à environ −30,4 °C autour du XVII^{e} siècle, puis remonte. Cette mesure caractérise le site étudié, et non l'ensemble de l'hémisphère Sud ; l'intervalle de confiance invite également à la prudence. Avec les indicateurs du Nord, elle est compatible avec un refroidissement observé dans plusieurs régions, sans établir que ce refroidissement a eu partout la même intensité.

Une baisse de l'activité solaire a pu contribuer au refroidissement. Le document 3 montre des fluctuations de l'irradiance, avec une baisse marquée autour du milieu du XV^{e} siècle. Une irradiance plus faible signifie que moins d'énergie solaire arrive au sommet de l'atmosphère et contribue à réduire l'énergie reçue par la surface. Le document indique que les modélisations associent une baisse de 5 W·m^{-2} à une diminution de température de 0,25 à 0,95 °C. Cette variation constitue donc une cause possible, mais les données ne permettent pas de lui attribuer à elle seule l'ensemble du refroidissement ni sa durée.

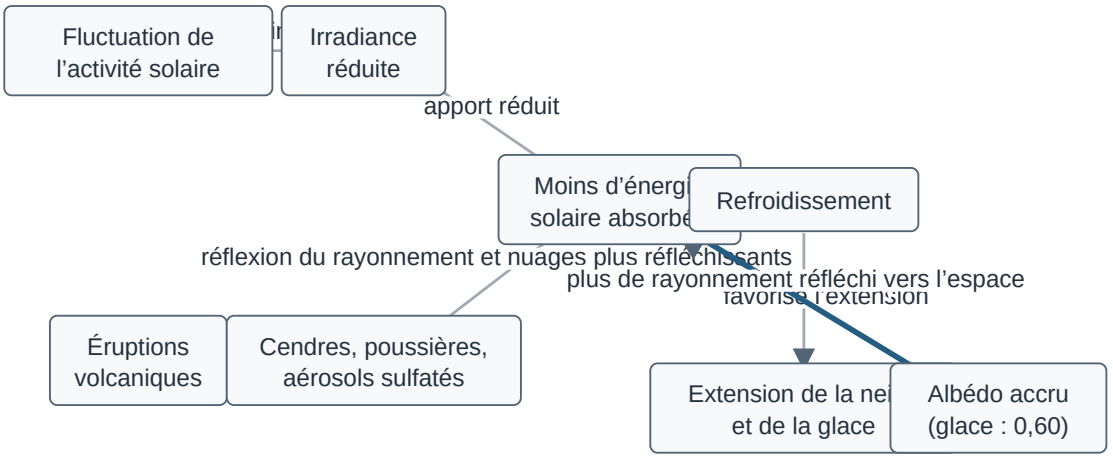
Le volcanisme a également pu provoquer des épisodes de refroidissement. Dans le document 4, les pics de sulfate mesurés dans la glace antarctique témoignent d'émissions volcaniques soufrées transportées dans l'atmosphère puis déposées dans les glaces. Parmi les éruptions indiquées figurent celles du Samalas en 1259, du Kuwae en 1452, du Tambora en 1815 et du Krakatau en 1883. Le document 5a montre qu'après plusieurs grandes éruptions, des baisses de la température moyenne mondiale sont observées. Le document 5b en décrit les mécanismes : les cendres, les poussières et les aérosols sulfatés renvoient une partie du rayonnement solaire vers l'espace ; les particules peuvent aussi favoriser la formation de nuages, ce qui accroît l'albédo. La surface terrestre absorbe alors moins d'énergie et se refroidit. Les éruptions

mentionnées dans le document 4 ont lieu à proximité de l'équateur, où les produits éruptifs peuvent se répartir à l'échelle du globe. Toutefois, les particules ne persistent dans l'atmosphère que de 1 à 3 ans selon l'importance de l'éruption. Le volcanisme peut donc contribuer à des épisodes froids, mais ses effets directs ne suffisent pas à expliquer seuls une période de plusieurs siècles.

L'extension des surfaces enneigées et glacées a pu amplifier le refroidissement par rétroaction positive. Un refroidissement peut favoriser l'extension de la neige et de la glace. Or le document 6 indique que l'albédo d'une étendue de glace est de 0,60, contre 0,26 pour les océans : une surface glacée réfléchit donc une plus grande fraction du rayonnement solaire. La surface absorbe moins d'énergie, ce qui renforce le refroidissement et peut favoriser une nouvelle extension des glaces. Les avancées du glacier d'Aletsch sont compatibles avec cette évolution, sans constituer à elles seules la preuve de la rétroaction. Cette boucle amplifie un refroidissement initial ; elle n'en détermine pas la cause première.

Bilan. Les données du glacier d'Aletsch, des bois de l'hémisphère Nord et des forages antarctiques indiquent un refroidissement relatif et fluctuant pendant le Petit Âge glaciaire. Une baisse de l'irradiance solaire et des éruptions volcaniques ont pu contribuer à ce refroidissement. L'extension des surfaces glacées, grâce à leur albédo élevé, a pu l'amplifier par rétroaction positive.

Causes possibles et amplification du refroidissement du Petit Âge glaciaire



La boucle entre refroidissement, extension des glaces et augmentation de l'albédo constitue une rétroaction positive qui amplifie le refroidissement initial. Selon le document 5b, les effets directs des particules volcaniques dans l'atmosphère durent de 1 à 3 ans.

RÉPONSE À RETENIR

Le Petit Âge glaciaire est caractérisé par un refroidissement relatif, mis en évidence par plusieurs indicateurs, mais fluctuant selon les périodes et les régions. Une baisse de l'irradiance solaire et des éruptions volcaniques ont pu contribuer à ce refroidissement. L'extension des surfaces glacées a pu l'amplifier : leur albédo est de 0,60, contre 0,26 pour les océans, si bien qu'elles réfléchissent davantage le rayonnement solaire et en absorbent moins. Les effets directs des particules volcaniques, qui ne persistent que de 1 à 3 ans dans l'atmosphère, ne suffisent toutefois pas à expliquer seuls une période de plusieurs siècles.

Sujet : https://www.sujetdebac.fr/annales-pdf/2021/spe-sciences-vie-terre-2021-centres-etranger-1-sujet-officiel.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.