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 • 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 E1-A-Q1

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 des métabolites, c'est-à-dire des molécules issues de leur activité métabolique. La photosynthèse fabrique des sucres à partir de dioxyde de carbone et d'eau grâce à l'énergie lumineuse. Ces molécules organiques fournissent à la plante de la matière et de l'énergie, et servent de précurseurs à la synthèse d'autres molécules. Les métabolites primaires participent notamment au fonctionnement et à la croissance de la plante ; des métabolites spécialisés, produits à partir de ces précurseurs, peuvent intervenir dans les interactions avec les animaux.

Certains métabolites favorisent une interaction utile à la plante : la pollinisation par les animaux. Le document 1 montre une abeille en train de butiner une fleur. Les fleurs peuvent produire des molécules odorantes et des pigments qui contribuent à attirer des pollinisateurs, ainsi que du nectar riche en sucres et du pollen qui constituent des ressources nutritives. En visitant les fleurs, l'abeille peut se couvrir de pollen et le transporter vers une autre fleur : cela favorise la pollinisation et, potentiellement, la reproduction de la plante. La photographie atteste le butinage, mais ne permet pas à elle seule d'identifier les molécules qui attirent l'abeille ni de démontrer le transport du pollen.

D'autres métabolites limitent la consommation de la plante par 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. Un précipité est visible dans le tube 3, où tanins et salive sont réunis, mais pas de précipité comparable dans les deux témoins. Cette comparaison indique que les tanins interagissent avec des molécules de la salive et forment des complexes insolubles. D'après les connaissances, les tanins peuvent notamment se lier à des protéines, dont des enzymes digestives, et en diminuer l'activité. La digestion des tissus végétaux peut alors être moins efficace, ce qui contribue à rendre la plante moins consommable. D'autres métabolites spécialisés, comme certains alcaloïdes, peuvent également dissuader ou intoxiquer des herbivores.

Ainsi, des métabolites végétaux issus du métabolisme de la plante peuvent favoriser l'attraction des animaux pollinisateurs et leur fournir une récompense, tandis que d'autres participent à la défense contre les animaux consommateurs. Ces rôles différents influencent les interactions entre plantes et animaux et peuvent contribuer, au fil des générations, à la sélection de caractères favorables à la reproduction ou à la défense de la plante.

RÉPONSE À RETENIR

Les métabolites végétaux sont fabriqués par la plante à partir de matière organique produite notamment par photosynthèse ; les sucres formés servent aussi de précurseurs à d'autres molécules. Les odeurs, pigments et récompenses nutritives des fleurs favorisent la visite des pollinisateurs : le document 1 montre une abeille en train de butiner, et celle-ci peut transporter du pollen. À l'inverse, le document 2 montre un précipité lorsque tanins et salive sont réunis, ce qui indique une interaction entre les tanins et des molécules salivaires. En se liant notamment à des protéines, les tanins peuvent limiter la digestion des tissus végétaux et contribuer à la défense contre les herbivores. Les métabolites peuvent donc favoriser des interactions utiles à la plante ou réduire les effets d'interactions avec des animaux consommateurs.

Exercice 1 deuxième proposition

7 points

Reproduction sexuée et diversité génétique

Question E1-B-Q1

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. L'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.

Choix d'un exemple. Les génotypes des parents ne sont pas précisés dans l'énoncé. Pour montrer les mécanismes et les combinaisons possibles, considérons deux parents hétérozygotes pour les deux gènes : *AaBb* × *AaBb*. Les gènes *A* et *B* sont situés sur deux paires différentes de chromosomes homologues. Les proportions indiquées ci-dessous sont des proportions théoriques, en supposant que les gamètes sont produits en proportions égales et que leur rencontre est aléatoire.

La méiose diversifie les gamètes. À la première division de méiose, les chromosomes homologues de chaque paire se séparent. L'orientation de chaque paire par rapport aux autres étant indépendante, un chromosome portant *A* peut être transmis avec un chromosome portant *B* ou avec un chromosome portant *b*. De même, un chromosome portant *a* peut être transmis avec *B* ou avec *b*. Chaque parent *AaBb* peut donc produire quatre types de gamètes : *AB*, *Ab*, *aB* et *ab*, attendus chacun à la fréquence $1/4$. Cette répartition indépendante des chromosomes de paires différentes est le brassage interchromosomique.

La fécondation associe les gamètes. La fusion aléatoire d'un gamète de chaque parent combine les allèles et forme de nombreux génotypes descendants possibles. Par exemple, un gamète *AB* fécondé par un gamète *ab* donne un descendant *AaBb*, tandis qu'un gamète *Ab* fécondé par *ab* donne *Aabb*. Le tableau détaille les seize associations possibles pour le croisement retenu. Les génotypes descendants ne sont pas tous différents, mais ils sont produits avec des combinaisons et des fréquences différentes.

Si *A* domine *a* et *B* domine *b*, avec dominance complète et sans interaction entre les gènes, le croisement *AaBb* × *AaBb* donne théoriquement quatre classes phénotypiques dans les proportions $9 : 3 : 3 : 1$. Cette conclusion sur les phénotypes dépend de ces hypothèses de dominance ; la diversité des génotypes, elle, découle des gamètes et de leur rencontre.

Appui expérimental. Dans ses croisements de pois portant sur deux caractères, Mendel a observé en première génération des hybrides présentant les caractères dominants, puis en deuxième génération la réapparition des caractères récessifs et de nouvelles associations de caractères. Pour deux gènes qui s'assortissent indépendamment et avec dominance complète, les proportions observées sont compatibles avec le modèle $9 : 3 : 3 : 1$. Un croisement-test entre un individu *AaBb* et un individu *aabb* permet aussi d'identifier les gamètes produits par le premier : les quatre génotypes attendus chez les descendants sont *AaBb*, *Aabb*, *aaBb* et *aabb*, en proportions théoriques $1 : 1 : 1 : 1$. Des effectifs expérimentaux peuvent s'écarter de ces proportions par hasard.

Conclusion. La méiose, par la séparation et l'assortiment indépendant des chromosomes homologues, produit des gamètes génétiquement différents. La fécondation combine ensuite au hasard les gamètes de deux parents. Ces deux étapes expliquent la diversité génétique des descendants pour les deux gènes considérés.

Combinaisons génotypiques possibles pour AaBb × AaBb

Gamète d'un parent	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb
Ab	AABb	AAbb	AaBb	Aabb
aB	AaBB	AaBb	aaBB	aaBb
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb

Chaque parent AaBb forme théoriquement les quatre gamètes en proportions égales. Les seize associations sont équiprobables dans le modèle retenu ; certaines conduisent au même génotype.

RÉPONSE À RETENIR

Dans l'exemple *AaBb* × *AaBb*, les gènes étant sur deux paires différentes de chromosomes, chaque parent peut former les gamètes *AB*, *Ab*, *aB* et *ab* par brassage interchromosomique. Leur rencontre aléatoire lors de la fécondation produit des descendants aux génotypes variés. Un croisement-test *AaBb* × *aabb* met en évidence les quatre types de gamètes, attendus en proportions $1:1:1:1$ si les gènes s'assortissent indépendamment.

Exercice 2 première proposition

8 points

Rôle du microbiote dans la sensibilité au stress

Question E2-A-Q1

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.

Comparaison expérimentale. Le document 1 compare des rats de même lignée, les uns conventionnels, donc porteurs d'un microbiote intestinal diversifié, les autres axéniques, donc dépourvus de microbiote. Leur examen neurologique fonctionnel n'a révélé aucune différence à l'adolescence ni à l'âge adulte. Les résultats sont des moyennes obtenues sur des lots de rats ; les astérisques signalent des différences statistiquement significatives.

La présence du microbiote est associée à une réponse hormonale au stress moins forte. Dans le document 1a, sans agent stresseur, la corticostérone plasmatique est faible dans les deux groupes, autour de 40 ng/mL chez les conventionnels et de 50 ng/mL chez les axéniques. Après exposition à des agents stresseurs, elle augmente chez les deux groupes, mais atteint environ 210 ng/mL chez les conventionnels contre 560 ng/mL chez les axéniques. Le graphique indique des différences significatives (***) pour les comparaisons signalées, avec $p<0,001$. L'absence de microbiote est donc associée à une réponse hormonale beaucoup plus importante dans ces conditions. Chez les rongeurs, la corticostérone est l'équivalent du cortisol chez l'humain.

Le document 1b apporte un indice sur le mécanisme : chez des rats soumis à des agents stresseurs, l'expression du gène codant la CRH dans l'hypothalamus est d'environ 2,2 unités chez les conventionnels et de 3,0 chez les axéniques. La différence est significative (** : $p<0,01$). L'absence de microbiote est donc associée à une expression plus élevée de la CRH sous stress.

Le transfert de microbiote étaye son rôle. Selon le document 2, des rats axéniques de 6 semaines, soumis à des agents stresseurs puis transplantés avec le microbiote intestinal de rats conventionnels, présentent un taux de corticostérone semblable à celui des rats conventionnels. Le fait que le transfert modifie la réponse hormonale soutient l'intervention du microbiote ; il renforce l'interprétation causale par rapport à la seule comparaison entre groupes.

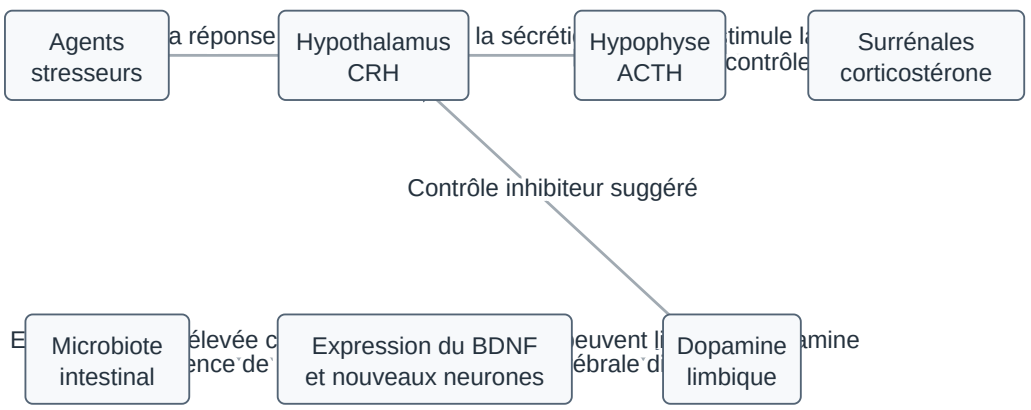
Des pistes de mécanisme impliquent le système limbique. Le document 3a indique que certaines bactéries intestinales, notamment *Bacillus* et *Serratia*, sont associées à la production de dopamine. Il précise aussi qu'en l'absence de microbiote intestinal, la production de dopamine dans le cerveau diminue. Le document 3b rapporte que la destruction locale 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 inhibiteur sur l'axe hypothalamo-hypophyso-corticosurrénalien. Ces observations sont compatibles avec une contribution du microbiote à ce frein dopaminergique. Elles ne démontrent toutefois pas que la dopamine produite dans l'intestin passe directement dans le cerveau.

Le document 4 montre, chez des rats non soumis à des agents stresseurs, une expression du gène BDNF d'environ 220 unités arbitraires chez les conventionnels et de 175 chez les axéniques ; la différence est signalée comme significative (* : $p<0,05$). Le BDNF intervient dans la croissance et la différenciation de nouveaux neurones ainsi que dans la formation de synapses. Le document précise que ces nouveaux neurones peuvent libérer de la dopamine. Cela suggère une voie possible entre microbiote, BDNF et dopamine, mais ne démontre pas à lui seul toute cette chaîne mécanistique.

Régulation hormonale du stress. La CRH sécrétée par l'hypothalamus stimule la production d'ACTH par l'hypophyse ; l'ACTH déclenche la production de corticostérone par les glandes surrénales. Le document 5 montre qu'après injection de solution saline, la quantité d'ACTH atteint environ 195 pg après 30 minutes de stress, alors qu'après injection de corticostérone elle reste proche de 50 pg. Ce résultat illustre un rétrocontrôle négatif de la corticostérone sur la réponse hormonale, notamment sur la production d'ACTH. Les valeurs sont des lectures approximatives du graphique.

Dans l'ensemble, les résultats indiquent que le microbiote intestinal intervient dans la régulation de la réponse physiologique aux agents stresseurs chez le rat. En son absence, l'expression hypothalamique de la CRH et la concentration de corticostérone sous stress sont plus élevées ; le transfert d'un microbiote conventionnel est associé à une concentration de corticostérone semblable à celle des rats conventionnels. La modulation du BDNF et de la dopamine constitue une explication possible, mais les documents ne démontrent pas complètement cette chaîne de mécanismes. Ces résultats obtenus chez le rat ne suffisent pas à établir l'ampleur de l'effet chez l'être humain.

Bilan fonctionnel : microbiote et réponse hormonale au stress chez le rat



Le document 4 mesure l'expression du gène BDNF chez des rats non soumis au stress ; le lien microbiote–BDNF–dopamine est une interprétation possible, non une chaîne causale entièrement démontrée. Le document 2 rapporte qu'un transfert de microbiote à des rats axéniques soumis au stress est suivi d'un taux de corticostérone semblable à celui des rats conventionnels.

RÉPONSE À RETENIR

Conclusion : oui, les résultats étayent l'hypothèse d'une action du microbiote sur la réponse aux agents stresseurs chez le rat. Sous stress, les rats axéniques présentent davantage de corticostérone que les rats conventionnels (environ 560 contre 210 ng/mL) et une expression hypothalamique de CRH plus élevée. Après transfert d'un microbiote conventionnel, leur taux de corticostérone devient semblable à celui des rats conventionnels. Les documents suggèrent notamment une régulation impliquant le BDNF et la dopamine du système limbique, sans établir entièrement cette chaîne causale.

Exercice 2 deuxième proposition

8 points

Reconstitution climatique d'une période récente

Question E2-B-Q1

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.

Démarche et exploitation des documents

1. **Établir les caractéristiques climatiques du Petit Âge Glaciaire.** Le document 1a (page 8) reconstitue l'extension du glacier d'Aletsch. La courbe montre une extension importante au cours de plusieurs phases entre le début de la période considérée et le XIX^{e} siècle. Or le document précise qu'un glacier avance lorsque son bilan de masse est favorable, ce qui peut résulter de saisons froides et/ou très enneigées. Cet indicateur atteste donc des conditions favorables à l'extension glaciaire, sans permettre de distinguer à lui seul l'effet de la température de celui des précipitations.

   Le document 1b (page 9) reconstitue les températures estivales de l'hémisphère Nord à partir de la densité du bois. La courbe issue des arbres est généralement sous la référence 1961-1990 pendant une grande partie de la période représentée. Au XVII^{e} siècle, elle atteint environ −0,6 à −0,8 °C d'anomalie lors de ses creux. Les intervalles de confiance figurés en gris invitent toutefois à tenir compte des incertitudes de la reconstitution.

   Le document 2 (page 10), fondé sur les températures mesurées dans des trous de forage en Antarctique, montre que la température reconstituée est inférieure à la moyenne de 1007-2007 pendant une partie importante de la période, avec un minimum vers le XVII^{e} siècle. La courbe remonte ensuite, surtout à partir des siècles suivants. Ces données complètent celles de l'hémisphère Nord : elles sont compatibles avec un refroidissement étendu, tout en portant sur un lieu et un indicateur différents. Il faut donc conclure à une période relativement froide, et non à un refroidissement identique en tout lieu et à toute date.

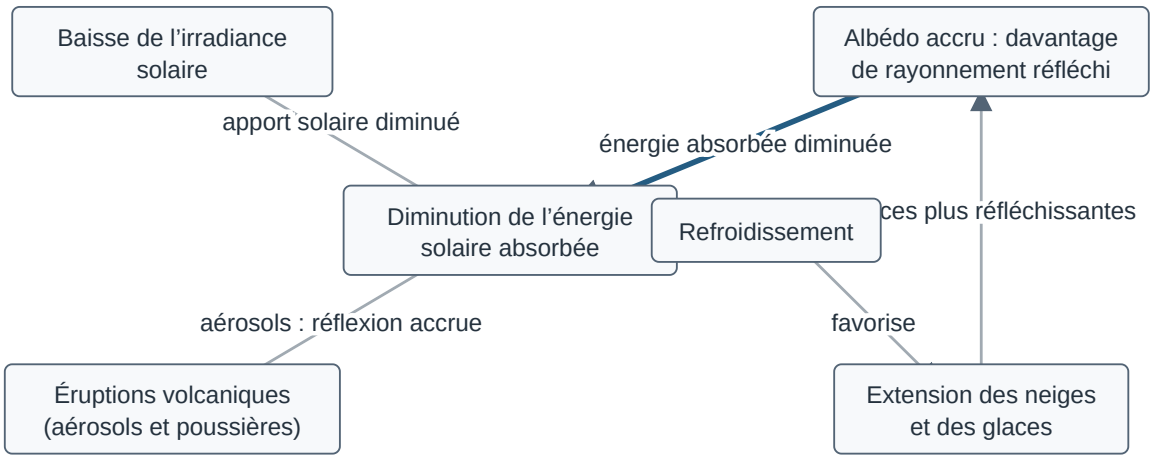
2. **Présenter les causes initiales possibles.** Le document 3 (page 11) montre des fluctuations de l'irradiance solaire. Elle diminue notamment entre le XIV^{e} et le XV^{e} siècle, d'environ 5 W·m^{-2} entre des valeurs hautes et le creux indiqué par le graphique. Selon les modélisations mentionnées dans le sujet, une baisse de 5 W·m^{-2} peut diminuer la température de 0,25 à 0,95 °C : une diminution de l'énergie solaire reçue peut donc contribuer au refroidissement.

   L'activité volcanique constitue l'autre cause initiale possible. Dans le document 4 (page 11), les pics de sulfate dans la glace polaire témoignent du dépôt de produits issus d'éruptions volcaniques soufrées. Les événements repérés comprennent Samalas en 1259, Kuwae en 1452, Tambora en 1815 et Krakatau en 1883. Kuwae et Tambora se situent dans la période approximative du Petit Âge Glaciaire donnée par le sujet ; Samalas est antérieur à son début approximatif. Le document 5a (page 12) montre des baisses temporaires de la température moyenne mondiale après plusieurs grandes éruptions récentes, notamment Krakatau, Santa Maria, Agung, El Chichón et Pinatubo. Selon le document 5b, les poussières et les aérosols sulfatés renvoient une partie du rayonnement solaire vers l'espace ; les particules favorisent aussi la formation de nuages, ce qui accroît l'albédo. L'énergie absorbée par la surface diminue alors. Les particules ne persistent que 1 à 3 ans dans l'atmosphère : le volcanisme peut donc

provoquer des refroidissements temporaires et contribuer à une période froide si des éruptions se répètent, mais ne suffit pas à expliquer à lui seul une période de plusieurs siècles. Les volcans proches de l'équateur peuvent diffuser leurs produits à l'échelle du globe, comme l'indique le document 5b.

3. **Expliquer une amplification par rétroaction positive.** Un refroidissement peut favoriser l'extension des neiges et des glaces. Or le document 6 (page 13) donne un albédo moyen de 0,60 pour une étendue de glace, contre 0,26 pour les océans et 0,34 pour les continents. L'extension des surfaces glacées augmente donc la part du rayonnement réfléchie et diminue l'énergie absorbée. Cela accentue le refroidissement, lequel favorise à son tour l'extension des glaces : cette boucle amplifie la variation initiale et constitue une rétroaction positive.

Causes possibles et amplification du refroidissement pendant le Petit Âge Glaciaire



La boucle extension des glaces → albédo accru → énergie absorbée diminuée → refroidissement renforcé est une rétroaction positive. Les effets directs des particules volcaniques sont temporaires, de l'ordre de 1 à 3 ans selon le document 5b.

RÉPONSE À RETENIR

Le Petit Âge Glaciaire, situé approximativement de 1300-1400 à la fin du XIX^{e} siècle d'après le sujet, est une période relativement froide mise en évidence par plusieurs indicateurs. Dans les Alpes, le glacier d'Aletsch connaît plusieurs phases d'extension importante (document 1a, page 8). Le document précise que les saisons froides et/ou fortement enneigées favorisent l'accroissement d'un glacier : ses avancées sont donc compatibles avec des conditions froides et/ou très enneigées, sans que cet indicateur permette de séparer ces deux effets. Pour l'hémisphère Nord, la reconstitution des températures estivales à partir de la densité du bois montre des anomalies généralement négatives pendant une grande partie de la période, avec des creux d'environ −0,6 à −0,8 °C au XVII^{e} siècle par rapport à la référence 1961-1990 (document 1b, page 9). En Antarctique, la reconstitution issue des mesures dans les trous de forage est sous la moyenne de 1007-2007 durant une part importante de la période et présente un minimum vers le XVII^{e} siècle (document 2, page 10). Ces indices concordent avec un refroidissement étendu, même si les variations et les incertitudes régionales interdisent de supposer un refroidissement uniforme.

Deux facteurs initiaux ont pu contribuer à cette période froide. D'une part, l'irradiance solaire fluctue et diminue notamment entre le XIV^{e} et le XV^{e} siècle (document 3, page 11). Le sujet indique qu'une diminution de 5 W·m^{-2} pourrait entraîner une baisse de température de 0,25 à 0,95 °C ; une moindre énergie solaire reçue peut donc contribuer au refroidissement. D'autre part, les pics de sulfate observés dans la glace polaire attestent des dépôts liés à des éruptions volcaniques, notamment celles de Kuwae en 1452 et de Tambora en 1815, survenues pendant la période considérée (document 4, page 11). Après plusieurs grandes éruptions plus récentes, le document 5a (page 12) montre des baisses temporaires de la température mondiale. Les poussières et les aérosols sulfatés renvoient une partie du rayonnement solaire vers l'espace ; les particules favorisent également la formation de nuages plus réfléchissants (document 5b). Elles ne restent toutefois dans l'atmosphère que 1 à 3 ans : le volcanisme peut contribuer à des refroidissements temporaires, notamment lorsque les éruptions se répètent, mais ne suffit pas à expliquer seul une période de plusieurs siècles.

Enfin, ces effets initiaux ont pu être amplifiés par une rétroaction positive. Le refroidissement favorise l'extension des neiges et des glaces ; leur albédo élevé accroît la réflexion du rayonnement et diminue l'énergie absorbée, ce qui renforce le refroidissement. L'albédo moyen de la glace est de 0,60, contre 0,26 pour les océans et 0,34 pour les continents (document 6, page 13). Ainsi, les variations de l'irradiance solaire et le volcanisme sont des causes possibles du Petit Âge Glaciaire, tandis que l'extension des surfaces glacées a pu amplifier le refroidissement.

Sujet : https://svt.ac-besancon.fr/wp-content/uploads/sites/104/2021/06/ZECO_21-SVTJ1G11.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.