



Diploma Programme
Programme du diplôme
Programa del Diploma

© International Baccalaureate Organization 2022

All rights reserved. No part of this product may be reproduced in any form or by any electronic or mechanical means, including information storage and retrieval systems, without the prior written permission from the IB. Additionally, the license tied with this product prohibits use of any selected files or extracts from this product. Use by third parties, including but not limited to publishers, private teachers, tutoring or study services, preparatory schools, vendors operating curriculum mapping services or teacher resource digital platforms and app developers, whether fee-covered or not, is prohibited and is a criminal offense.

More information on how to request written permission in the form of a license can be obtained from <https://ibo.org/become-an-ib-school/ib-publishing/licensing/applying-for-a-license/>.

© Organisation du Baccalauréat International 2022

Tous droits réservés. Aucune partie de ce produit ne peut être reproduite sous quelque forme ni par quelque moyen que ce soit, électronique ou mécanique, y compris des systèmes de stockage et de récupération d'informations, sans l'autorisation écrite préalable de l'IB. De plus, la licence associée à ce produit interdit toute utilisation de tout fichier ou extrait sélectionné dans ce produit. L'utilisation par des tiers, y compris, sans toutefois s'y limiter, des éditeurs, des professeurs particuliers, des services de tutorat ou d'aide aux études, des établissements de préparation à l'enseignement supérieur, des fournisseurs de services de planification des programmes d'études, des gestionnaires de plateformes pédagogiques en ligne, et des développeurs d'applications, moyennant paiement ou non, est interdite et constitue une infraction pénale.

Pour plus d'informations sur la procédure à suivre pour obtenir une autorisation écrite sous la forme d'une licence, rendez-vous à l'adresse <https://ibo.org/become-an-ib-school/ib-publishing/licensing/applying-for-a-license/>.

© Organización del Bachillerato Internacional, 2022

Todos los derechos reservados. No se podrá reproducir ninguna parte de este producto de ninguna forma ni por ningún medio electrónico o mecánico, incluidos los sistemas de almacenamiento y recuperación de información, sin la previa autorización por escrito del IB. Además, la licencia vinculada a este producto prohíbe el uso de todo archivo o fragmento seleccionado de este producto. El uso por parte de terceros —lo que incluye, a título enunciativo, editoriales, profesores particulares, servicios de apoyo académico o ayuda para el estudio, colegios preparatorios, desarrolladores de aplicaciones y entidades que presten servicios de planificación curricular u ofrezcan recursos para docentes mediante plataformas digitales—, ya sea incluido en tasas o no, está prohibido y constituye un delito.

En este enlace encontrará más información sobre cómo solicitar una autorización por escrito en forma de licencia: <https://ibo.org/become-an-ib-school/ib-publishing/licensing/applying-for-a-license/>.



International Baccalaureate®
Baccalauréat International
Bachillerato Internacional

Biologie

Niveau supérieur

Épreuve 1

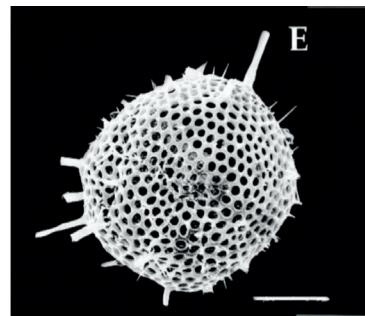
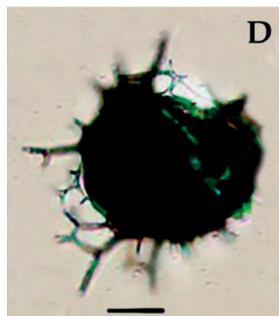
Mercredi 11 mai 2022 (après-midi)

1 heure

Instructions destinées aux candidats

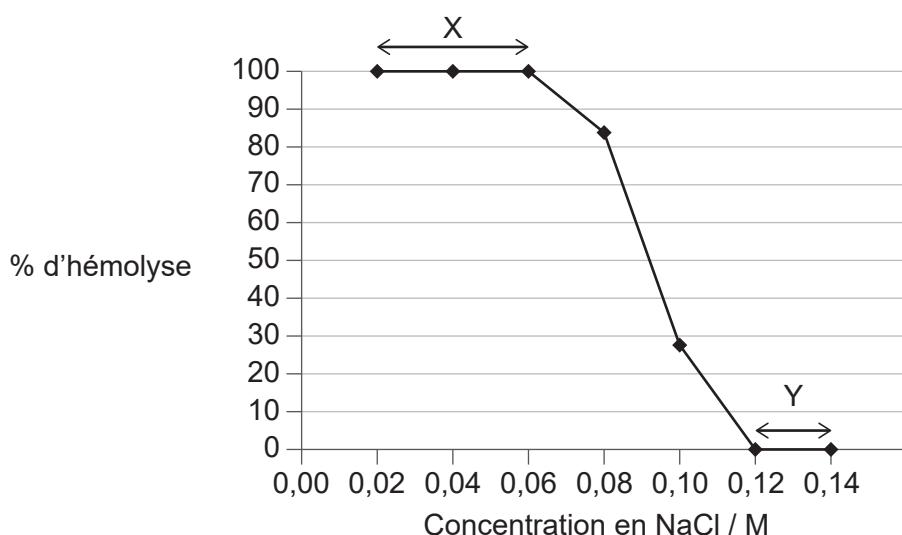
- N'ouvrez pas cette épreuve avant d'y être autorisé(e).
- Répondez à toutes les questions.
- Choisissez pour chaque question la réponse que vous estimez la meilleure et indiquez votre choix sur la feuille de réponses qui vous est fournie.
- Le nombre maximum de points pour cette épreuve d'examen est de **[40 points]**.

1. Les images du radiolaire, un organisme marin unicellulaire, ont été obtenues à l'aide d'un microscope optique (à gauche) et d'un microscope électronique à balayage (à droite).



Qu'est-ce qui est une raison expliquant la différence de qualité entre ces deux images ?

- A. La lumière ne peut pas traverser le spécimen.
 - B. Un grossissement plus grand peut être obtenu avec le microscope électronique.
 - C. La résolution du microscope électronique est plus élevée.
 - D. Lorsqu'ils sont observés au microscope optique, les échantillons sont colorés au bleu de méthylène.
2. Des globules rouges d'un petit mammifère ont été immergés dans des solutions de NaCl (chlorure de sodium) de différentes concentrations pendant 2 heures. Le graphique montre le pourcentage de globules rouges hémolysés (rompus) à chaque concentration.

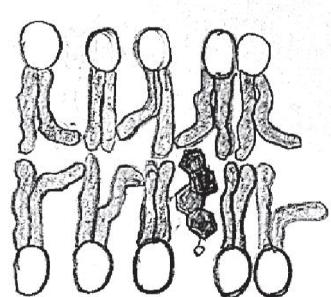


Que peut-on déduire de ce graphique ?

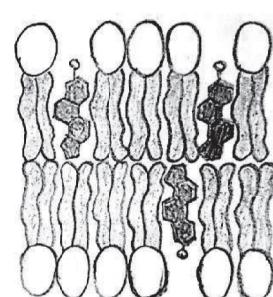
- A. À Y, le mouvement net des ions Na entre les globules rouges et les solutions de NaCl est nul.
- B. À X, les ions Na et Cl perturbent la structure des membranes cellulaires.
- C. À Y, les solutions hypertoniques de NaCl diffusent dans les globules rouges.
- D. À X, l'eau est passée par osmose dans les globules rouges.

3. Quelle est la membrane plasmique la moins fluide à des températures élevées ?

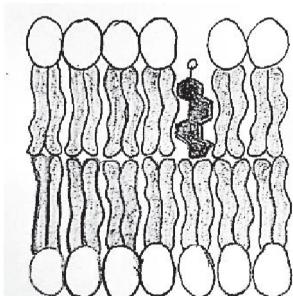
A.



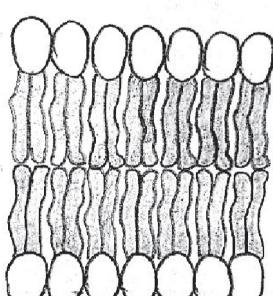
B.



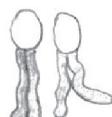
C.



D.



Légende :



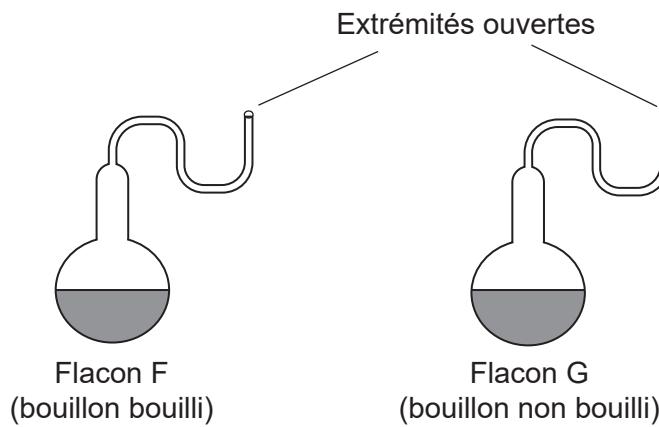
Phospholipides



Cholestérol

Tournez la page

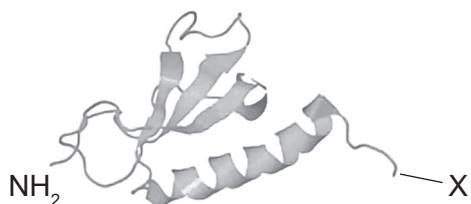
4. Pasteur a utilisé des flacons à col de cygne et un bouillon nutritif pour démontrer que la génération spontanée d'organismes ne se produit pas sur la Terre. Des élèves ont réalisé une expérience similaire en utilisant deux flacons à col de cygne, l'un contenant du bouillon préalablement bouilli et l'autre du bouillon non bouilli.



Les flacons ont été laissés dans le laboratoire de l'école et observés après une semaine. Quelle est la preuve contre la théorie de la génération spontanée ?

- A. Les micro-organismes sont morts dans le flacon F en raison des températures élevées.
 - B. Aucun micro-organisme ne s'est développé dans les deux flacons.
 - C. Des micro-organismes se sont développés dans le flacon G.
 - D. Aucun micro-organisme ne s'est développé dans le flacon F mais beaucoup se sont développés dans le flacon G.
5. Quelle ou quelles caractéristiques permettent le transport du glucose dans le plasma sanguin ?
- I. Il est hydrophobe.
 - II. Il est polaire.
 - III. Sa solubilité est faible à 37 °C.
- A. I uniquement
 - B. II uniquement
 - C. I et II uniquement
 - D. II et III uniquement

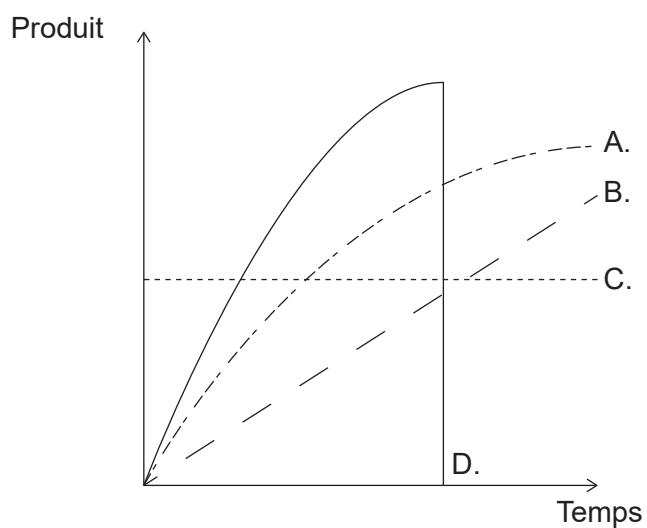
6. Le diagramme montre la structure de la protéine CXCL12.



Quel groupe chimique trouve-t-on à X ?

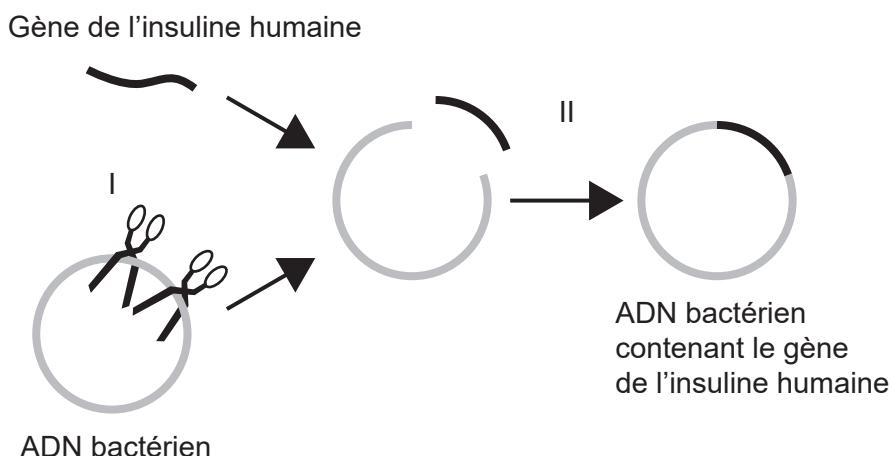
- A. NH_2
 - B. NOH
 - C. COH
 - D. COOH
7. Que montre un spectre d'action pour la photosynthèse ?
- A. La plage de conditions dans lesquelles la photosynthèse peut se produire dans une plante
 - B. Le pourcentage de lumière absorbée à chaque longueur d'onde par les pigments photosynthétiques
 - C. Le pourcentage de lumière absorbée à chaque niveau d'énergie par une plante
 - D. La quantité relative de photosynthèse pour chaque longueur d'onde de la lumière
8. Le métabolisme cellulaire comprend des réactions anaboliques et cataboliques. Quel processus implique directement l'anabolisme ?
- A. Transport actif des ions
 - B. Libération de l'énergie du glucose
 - C. Production d'enzymes intracellulaires
 - D. Destruction des organites cellulaires abîmés par les lysosomes

9. Quelle courbe montre la concentration du produit au cours d'une réaction catalysée par une enzyme ?



10. Où peut-on trouver le génome complet d'un organisme ?
- A. Dans l'ADN présent dans les plasmides d'une cellule bactérienne
 - B. Dans l'ADN présent dans le noyau d'une cellule eucaryote
 - C. Dans l'ADN présent dans le noyau et les chloroplastes d'une cellule végétale
 - D. Dans l'ADN présent dans le noyau et les mitochondries d'une cellule animale

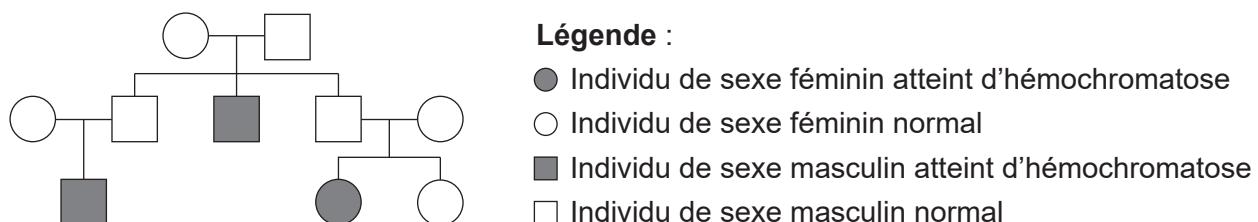
11. Les bactéries peuvent être génétiquement modifiées pour produire de l'insuline humaine. Le diagramme montre comment le gène de l'insuline humaine est transféré à l'ADN bactérien. Des enzymes sont nécessaires pendant ce processus.



Quelles enzymes sont utilisées dans les étapes I et II ?

	Étape I	Étape II
A.	ligase	ADN polymérase
B.	ligase	ARN polymérase
C.	endonucléase de restriction	ligase
D.	endonucléase de restriction	hélicase

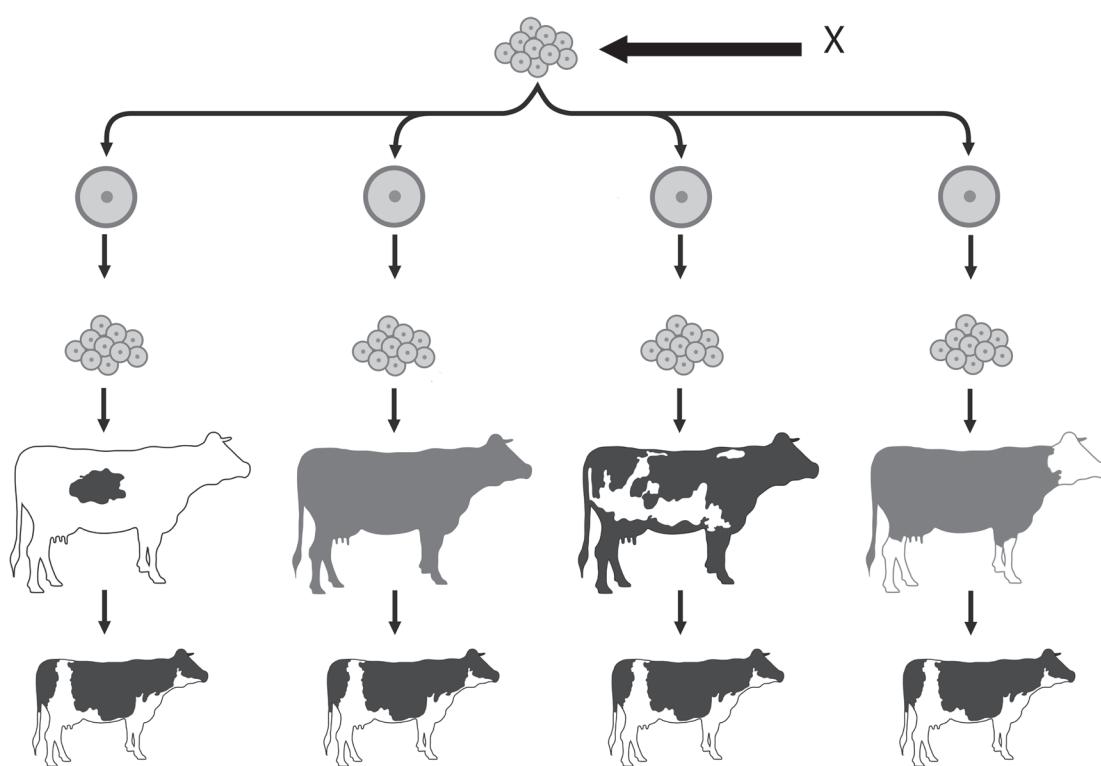
12. L'arbre généalogique montre l'hérédité de l'hémochromatose, une maladie génétique qui provoque une accumulation excessive de fer dans l'organisme.



Que peut-on déduire de cette maladie génétique à partir de l'arbre généalogique ?

- A. Elle est liée au sexe.
- B. Elle est autosomique dominante.
- C. Elle est autosomique codominante.
- D. Elle est autosomique récessive.

13. Une méthode de clonage utilisée pour le bétail implique la fécondation in vitro (FIV) avec des gamètes mâles et femelles sélectionnés. Le diagramme montre les étapes consécutives à une fécondation in vitro.



Que représente X ?

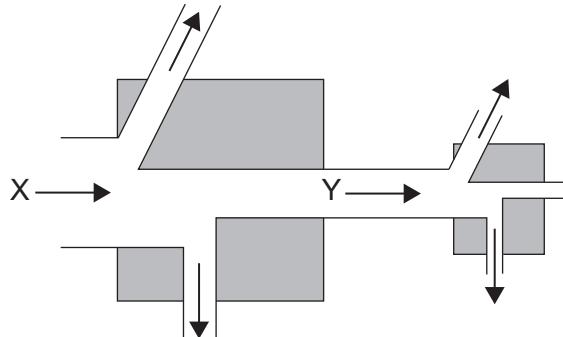
- A. Un groupe d'œufs
 - B. Un embryon
 - C. Un follicule
 - D. Un groupe de zygotes
14. Quel processus contribue à la formation du calcaire ?
- A. Décomposition partielle de la biomasse dans des sols engorgés d'eau
 - B. Fossilisation de la biomasse en conditions anaérobies dans des sols engorgés d'eau
 - C. Décomposition des tissus mous des animaux marins dans les fonds marins
 - D. Fossilisation des parties dures d'animaux marins dans les fonds marins

15. Le tableau présente les caractéristiques des gaz à effet de serre présents dans l'atmosphère.

Gaz à effet de serre	Concentration / ppm	Durée de vie moyenne / années
Dioxyde de carbone	397,00	50–200
Méthane	1,79	12
Protoxyde d'azote	0,30	114
CFC	0,00	100

Selon les données présentées dans le tableau, quel est le gaz à effet de serre qui contribue le plus au changement climatique ?

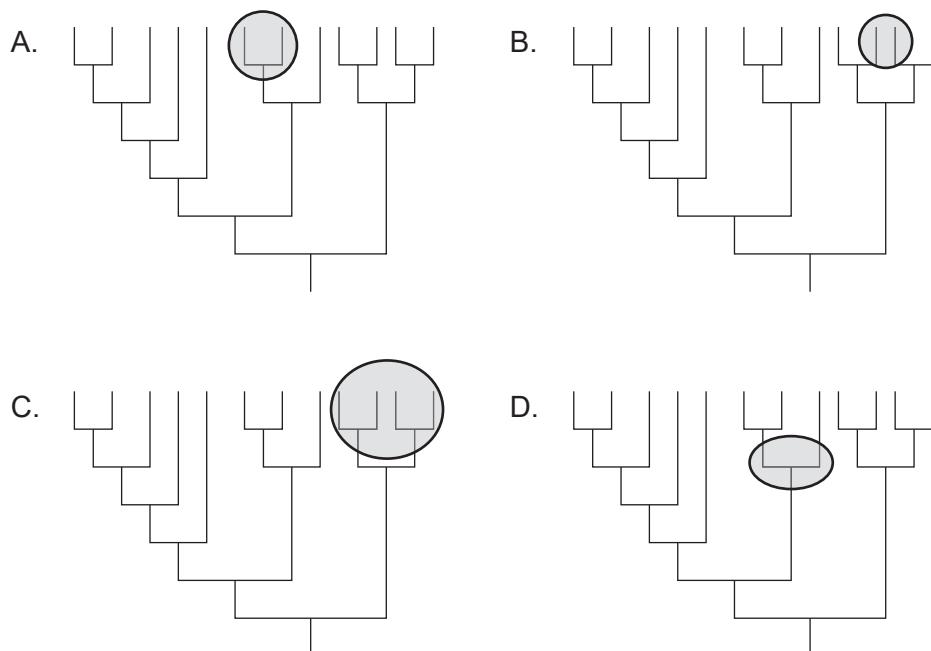
- A. Le dioxyde de carbone, car c'est le gaz à effet de serre le plus abondant
 - B. Le méthane, car il a la durée de vie la plus courte
 - C. Le protoxyde d'azote, car il absorbe la plus grande quantité de rayonnement à ondes courtes
 - D. Les CFC, car ils détruisent la couche d'ozone
16. Le diagramme montre une partie d'une chaîne alimentaire. La case de gauche représente les producteurs et la case de droite les consommateurs primaires. Les flèches indiquent les flux d'énergie.



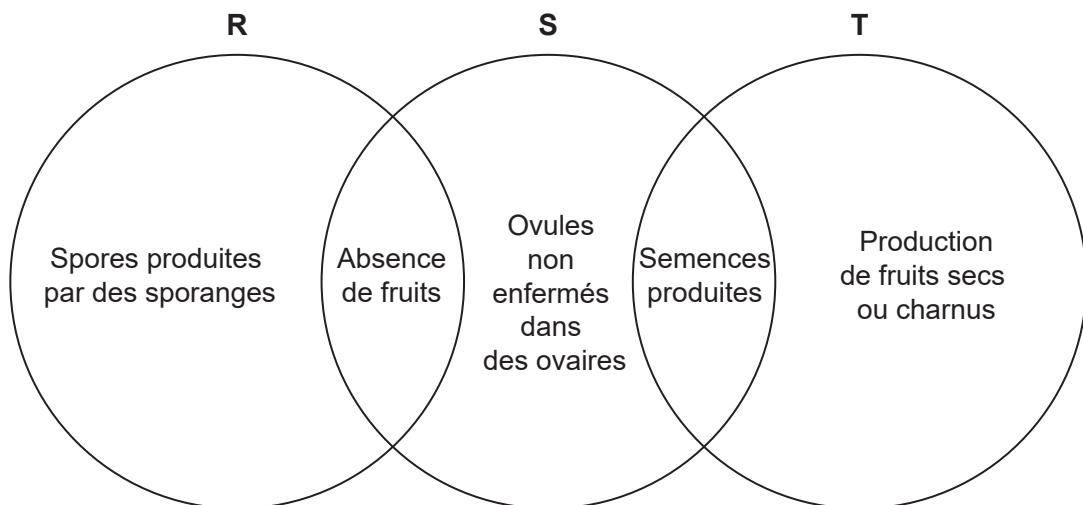
Quelles sont les formes d'énergie représentées par X et Y ?

	X	Y
A.	chaleur	cinétique
B.	chaleur	chimique
C.	lumière	chaleur
D.	lumière	chimique

17. Quelle zone encerclée montre un clade ?



18. Le diagramme montre les caractéristiques de trois embranchements de plantes.



Quels sont les embranchements représentés par R, S et T ?

	R	S	T
A.	filicinophytes	bryophytes	coniférophytes
B.	bryophytes	angiospermophytes	coniférophytes
C.	bryophytes	filicinophytes	angiospermophytes
D.	filicinophytes	coniférophytes	angiospermophytes

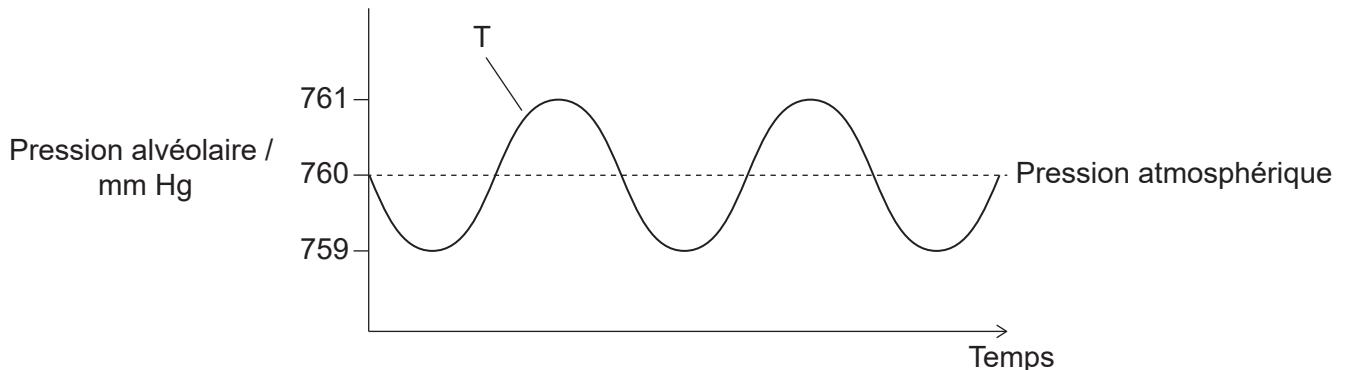
19. Certaines souches de la bactérie pathogène *Staphylococcus aureus* ont développé des mécanismes qui les protègent contre de l'ADN étranger. Quel effet cela a-t-il sur l'évolution de la résistance aux antibiotiques chez ces souches de *S. aureus* ?
- A. Une évolution plus lente, car les bactéries possédant le gène de résistance aux antibiotiques ne se reproduiront pas
 - B. Une évolution plus lente, car le gène de résistance aux antibiotiques d'autres espèces ne sera pas accepté
 - C. Une évolution plus rapide, car les mutations au sein d'une population sont moins susceptibles de se produire
 - D. Une évolution plus rapide, car les gènes de résistance aux antibiotiques ne peuvent être transmis qu'aux individus de la même espèce
20. La photographie prise au microscope optique montre deux vaisseaux sanguins, une artère et une veine, en coupe transversale.



Qu'est-ce qui explique les différentes formes de ces vaisseaux sanguins ?

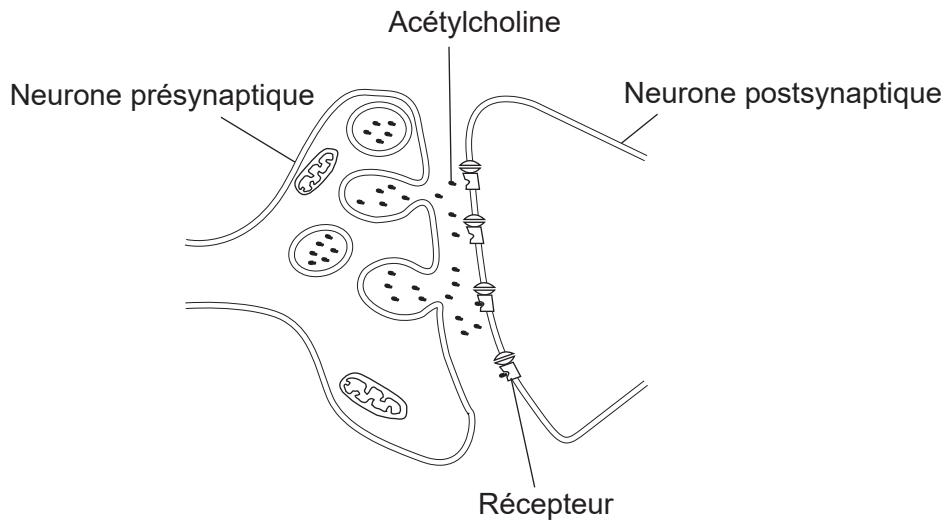
- A. Les artères n'ont pas de valves.
- B. Les cellules musculaires ne sont présentes que dans les parois des veines.
- C. Les artères ont un rapport diamètre de la lumière / épaisseur de la paroi plus grand.
- D. Les parois des veines présentent moins de fibres élastiques.

21. Les changements de pression dans le thorax forcent l'air à entrer et à sortir des alvéoles pulmonaires pendant la ventilation. La pression alvéolaire est corrélée à la pression thoracique. Le diagramme montre les changements de pression dans les alvéoles pulmonaires pendant la ventilation par rapport à la pression atmosphérique normale. Qu'est-ce qui provoque le déplacement forcé de l'air hors des poumons à T ?



A.	les muscles intercostaux externes se contractent	le diaphragme se détend
B.	les muscles intercostaux internes se contractent	les muscles abdominaux se contractent
C.	les muscles intercostaux internes se contractent	le diaphragme se contracte
D.	les muscles intercostaux externes se détendent	les muscles abdominaux se détendent

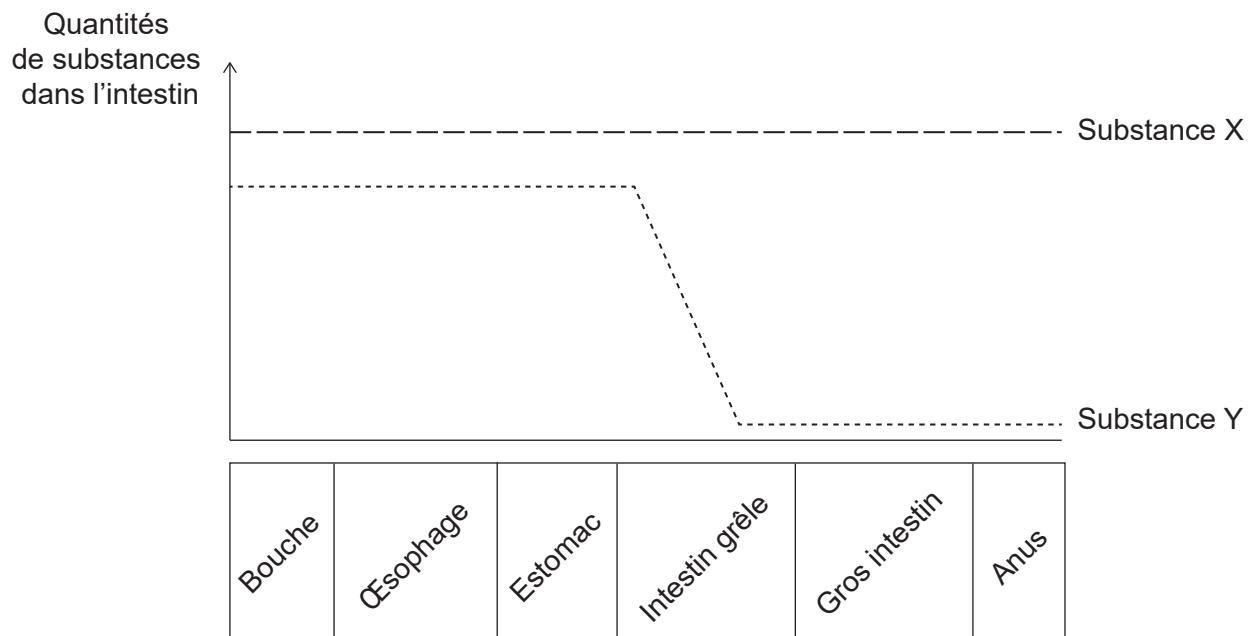
22. Le diagramme montre la transmission synaptique d'influx nerveux par le neurotransmetteur acétylcholine.



Quel est le sort de l'acétylcholine immédiatement après sa liaison au récepteur ?

- A. Elle est pompée dans le neurone postsynaptique.
- B. Elle diffuse dans le neurone présynaptique.
- C. Elle est décomposée dans la fente synaptique.
- D. Elle se lie à un autre récepteur dans le neurone postsynaptique.

- 23.** Le graphique montre les quantités de deux substances présentes dans les aliments ingérés par une personne en bonne santé, au fur et à mesure de leur déplacement dans l'intestin.



Quelles pourraient être les substances X et Y ?

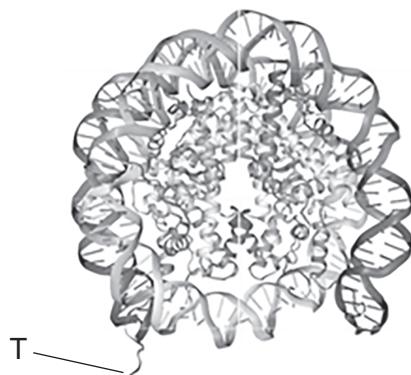
	Substance X	Substance Y
A.	amylose	glucose
B.	glucose	cellulose
C.	eau	amylose
D.	cellulose	vitamine C

- 24.** Qu'est-ce qui est un exemple de rétroaction négative dans le cycle menstruel ?
- A. Des niveaux élevés d'œstrogène inhibent la sécrétion de FSH.
 - B. Des niveaux élevés de LH arrêtent la sécrétion de progestérone.
 - C. Des niveaux élevés de FSH retardent l'ovulation.
 - D. Des niveaux élevés de progestérone rendent les follicules moins réceptifs à la FSH.

25. De nombreux insectes suceurs de sang injectent un anticoagulant dans leur hôte afin d'empêcher le sang de coaguler. Les moustiques femelles du genre *Anopheles* injectent l'anophéline, un anticoagulant qui inhibe l'action de l'enzyme thrombine. Lequel de ces énoncés explique comment l'anophéline empêche la coagulation du sang ?

- A. Les plaquettes ne sont plus produites.
- B. Les plaquettes ne peuvent pas produire de fibrine.
- C. Le fibrinogène n'est pas converti en fibrine.
- D. La prothrombine n'est pas convertie en thrombine.

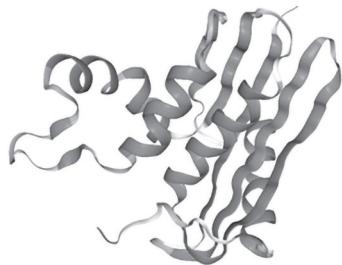
26. Le diagramme montre la structure d'un nucléosome.



Quelle est la structure annotée T ?

- A. Extrémité 5' de l'ARN
 - B. Extrémité 5' de l'ADN non enroulé
 - C. Extrémité N-terminale d'un brin d'ADN
 - D. Extrémité N-terminale d'une histone
- 27.** Les promoteurs sont des régions non codantes de l'ADN. Quel est le rôle d'un promoteur ?
- A. Il commence la traduction.
 - B. Il commence l'épissage de l'ARNm.
 - C. Il s'agit d'un site de liaison pour l'ADN polymérase pendant la réPLICATION de l'ADN.
 - D. Il s'agit d'un site de liaison pour l'ARN polymérase pendant la transcription.

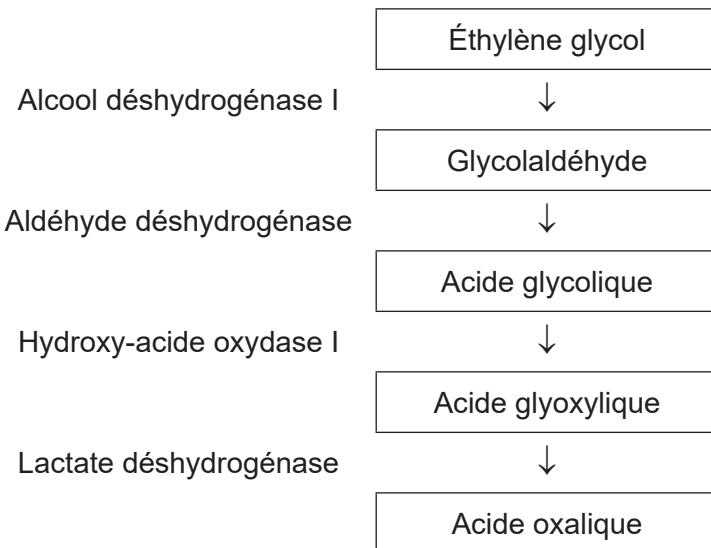
28. Le diagramme montre la structure de la ribonucléase HI d'*E. coli*, une protéine bactérienne constituée d'**une** chaîne polypeptidique.



Quel ou quels niveaux de structure protéique sont représentés ?

- A. Hélice alpha uniquement
- B. Quaternaire uniquement
- C. Primaire et secondaire
- D. Secondaire et tertiaire

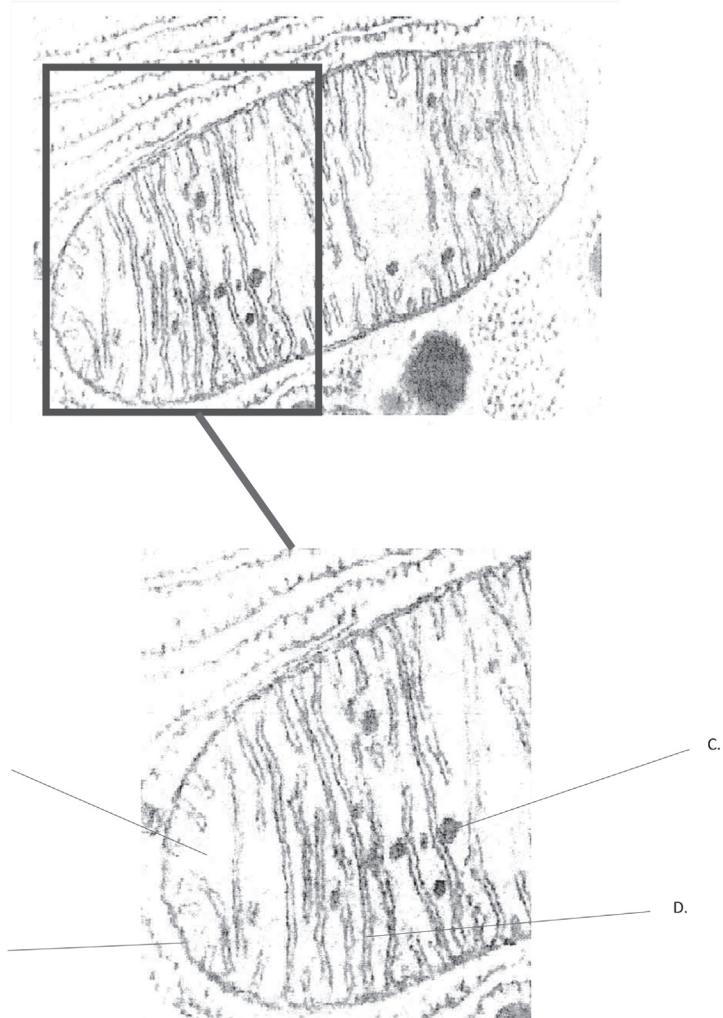
- 29.** L'éthylène glycol est utilisé comme produit chimique antigel. Si une personne en ingère accidentellement, l'éthylène glycol est rapidement transformé dans le foie en acide oxalique, une substance toxique, par une série de réactions catalysées par des enzymes. Le diagramme résume les étapes et les enzymes impliquées dans la conversion de l'éthylène glycol en acide oxalique.



La production d'acide oxalique peut être évitée si la personne boit de l'éthanol, un inhibiteur compétitif de l'enzyme alcool déshydrogénase I. Lequel de ces énoncés explique le mode d'action de l'éthanol sur la réaction ?

- A. Il provoque l'inhibition du produit final.
- B. Il perturbe la forme du site actif en se liant à un autre site sur l'alcool déshydrogénase I.
- C. Il occupe le site actif de l'alcool déshydrogénase I, empêchant l'éthylène glycol de se fixer.
- D. Il se lie à l'éthylène glycol, l'empêchant de s'insérer dans le site actif de l'alcool déshydrogénase I.

- 30.** La mitochondrie dans la photographie prise au microscope électronique présente certaines caractéristiques qui lui permettent d'effectuer sa fonction de façon efficace. Quelle caractéristique annotée permet une augmentation rapide de la concentration de protons pour la chimiosmose ?

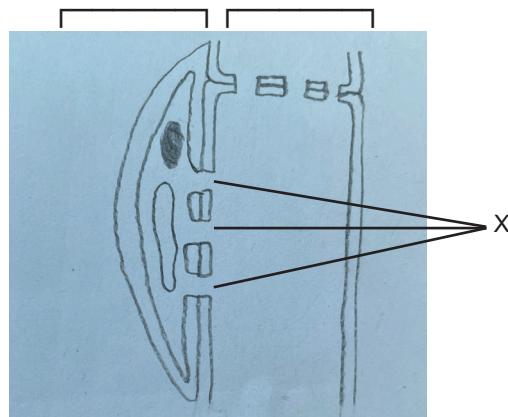


- 31.** La photolyse et la carboxylation du RuBP se produisent pendant la photosynthèse. Où ces réactions se produisent-elles dans le chloroplaste ?

	Photolyse	Carboxylation du RuBP
A.	Membrane externe de l'enveloppe du chloroplaste	Grana
B.	Thylakoïdes	Stroma
C.	Membrane interne de l'enveloppe du chloroplaste	Stroma
D.	Stroma	Grana

32. Le diagramme montre la coupe longitudinale du tissu du phloème à la source d'une plante.

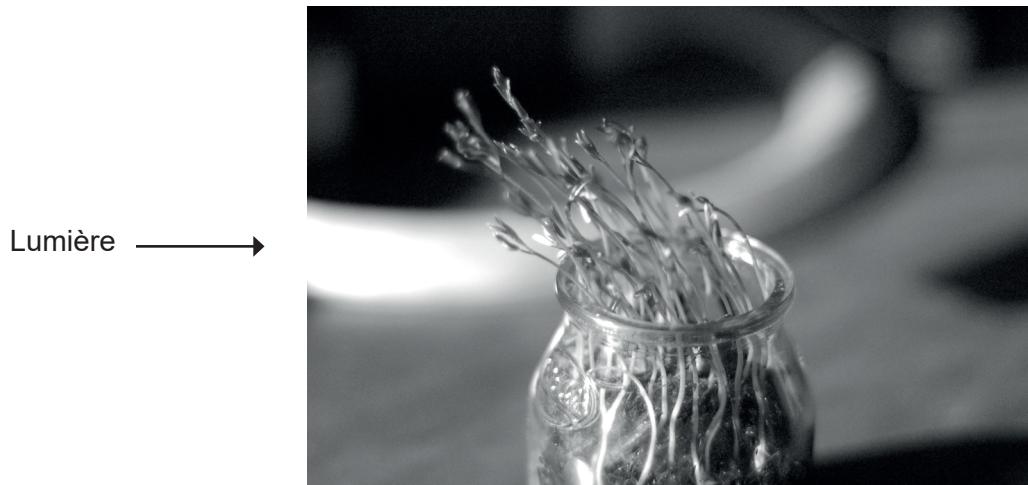
Cellules compagnes Tubes criblés



Qu'est-ce qui est une fonction des structures annotées X ?

- A. Fournir à la cellule compagnie du dioxyde de carbone
- B. Fournir à la cellule compagnie du glucose
- C. Permettre le mouvement du saccharose dans le tube criblé
- D. Permettre le déplacement de l'amidon dans le tube criblé

33. La photo montre des pousses de lentilles qui poussent vers une source de lumière depuis la gauche.



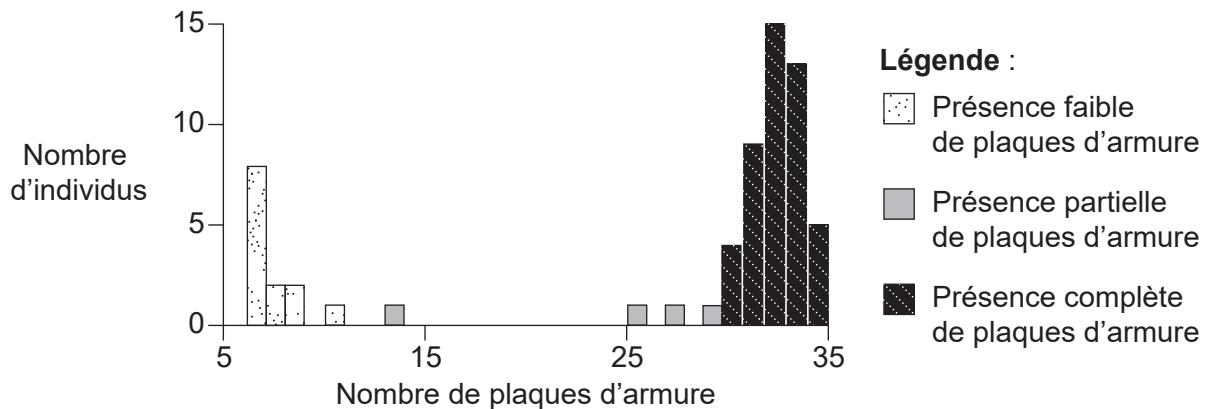
Comment cette réponse a-t-elle été provoquée ?

- A. Une concentration plus élevée d'auxines du côté de la lumière a entraîné une photosynthèse plus rapide.
 - B. Une concentration plus élevée d'auxines sur le côté ombragé a provoqué une méiose plus rapide.
 - C. Une concentration plus élevée d'auxines sur le côté ombragé a provoqué une élongation plus rapide des cellules.
 - D. Une plus grande concentration de chloroplastes du côté de la lumière a permis un taux plus important de photosynthèse.
34. En utilisant les graines de 20 espèces végétales différentes, les élèves ont étudié les facteurs environnementaux nécessaires à la germination. Quels facteurs empêcheraient la germination s'ils étaient absents ?
- A. Ions minéraux et dioxyde de carbone
 - B. Ions minéraux et oxygène
 - C. Température adéquate et oxygène
 - D. Température adéquate et dioxyde de carbone

- 35.** Lorsqu'une cellule se divise par méiose, il est possible d'observer des chiasmas. Quelles sont les caractéristiques des chiasmas ?
- Ce sont des points d'attache entre les chromatides de chromosomes non homologues.
 - Ils se produisent pendant la méiose I.
 - Ils augmentent la stabilité des paires de chromosomes homologues.
- A. I et II uniquement
- B. I et III uniquement
- C. II et III uniquement
- D. I, II et III
- 36.** Le nombre de plaques d'armure des épinoches à trois épines (*Gasterosteus aculeatus*) est variable.

Supprimé pour des raisons de droits d'auteur

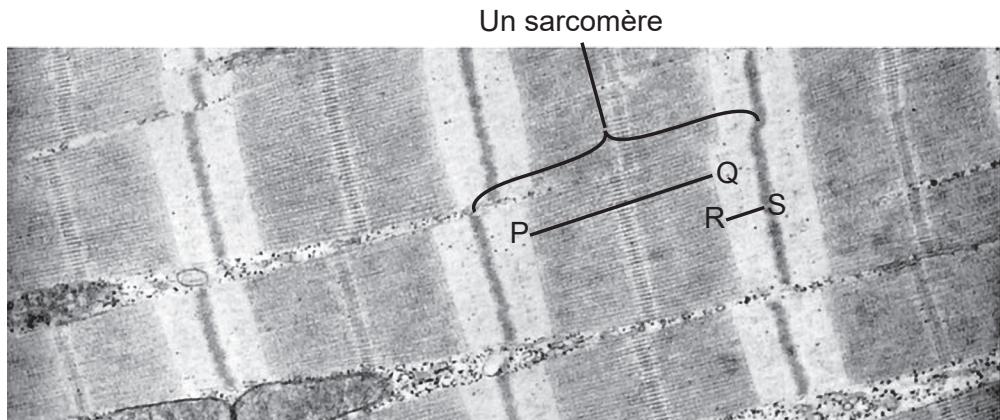
Le graphique montre la fréquence des individus présentant une présence faible, partielle ou complète de plaques d'armure dans une population d'épinoches à trois épines vivant dans le lac Kennedy, sur l'île de Vancouver, au Canada.



Quel type de sélection naturelle pourrait aboutir à ce profil de variation dans la population ?

- A. Divergente
- B. Directionnelle
- C. Stabilisatrice
- D. Convergente

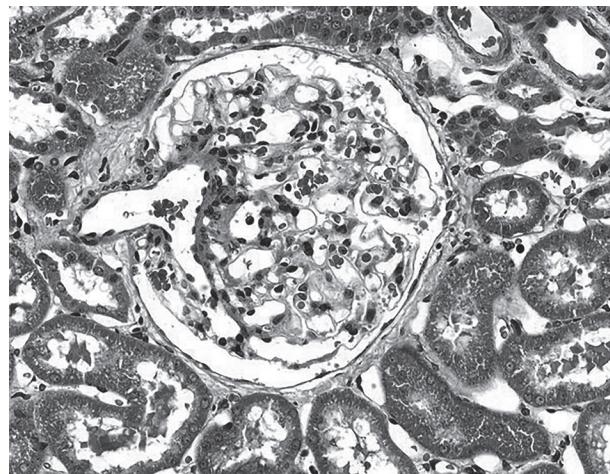
- 37.** Le cetuximab est un type d'anticorps monoclonal utilisé pour traiter les cancers du gros intestin. Comment obtient-on ces anticorps monoclonaux ?
- À partir de cellules d'hybridome produites par la fusion de cellules cancéreuses
 - À partir de cellules d'hybridome produites par la fusion de cellules tumorales et de plasmocytes
 - À partir de plasmocytes produits par de petits mammifères en réponse à des antigènes provenant de cellules cancéreuses
 - À partir de cellules d'hybridome produites par de petits mammifères en réponse à des antigènes provenant de cellules cancéreuses
- 38.** La photographie prise au microscope électronique montre les sarcomères dans les myofibrilles d'un muscle strié pendant la contraction musculaire. Les lignes P–Q et R–S montrent deux régions d'un sarcomère.



Comment les régions P–Q et R–S changent-elles lorsque le muscle se détend ?

	P–Q	R–S
A.	plus large	plus étroite
B.	plus étroite	plus large
C.	plus large	aucun changement
D.	aucun changement	plus large

39. La photographie prise au microscope montre un glomérule et la capsule de Bowman, où se produit l'ultrafiltration dans le rein.



Qu'est-ce qui facilite la formation du filtrat glomérulaire ?

- A. Nombreuses perforations dans les parois des capillaires du glomérule
 - B. Pression élevée dans la capsule de Bowman
 - C. ADH sécrétée par l'hypophyse
 - D. Osmose causée par une forte concentration d'urée dans le sang
40. Les hormones maintiennent l'épaisseur de l'endomètre pendant la grossesse. Cependant, des niveaux insuffisants d'hormones en début de grossesse peuvent provoquer la dégradation de l'endomètre, ce qui conduit à une fausse couche. Quelle pourrait être la cause d'une fausse couche en début de grossesse ?
- A. L'embryon ne produit pas assez d'HCG.
 - B. L'hypophyse ne produit pas assez de FSH.
 - C. L'endomètre ne produit pas assez de progestérone.
 - D. Le follicule ovarien ne produit pas assez d'oestrogène.

Références :

1. Munir,S.;Sun,J.;Morton, S.L. The First Record and Classification of Planktonic Radiolarian (Phylum Retaria) and Phaeodarian (Phylum Cercozoa) in the Eastern Indian Ocean. *Biology* 2021, 10, 202. <https://doi.org/10.3390/biology10030202> Droits d'auteur © 2021. Cet article est un article en libre accès diffusé selon les termes et conditions de la licence Creative Commons Attribution (CC BY) (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.fr>).
2. Zaidan, T. , de Matos, W. , Machado, É. , Junqueira, T. , Vicentini, S. , Presta, G. et Santos-Filho, S. (2010) Cellular effects of an aqueous solution of Losartan® on the survival of Escherichia coli AB1157 in the presence and absence of SnCl₂, and on the physiological property (osmotic fragility) of the erythrocyte. *Advances in Bioscience and Biotechnology*, 1, 300–304. doi: 10.4236/abb.2010.14039. Disponible à https://www.scirp.org/pdf/ABB2010040005_18844979.pdf sous licence Creative Commons Attribution 4.0 International (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.fr>).
6. Lu, J., Chatterjee, M., Schmid, H. et al. CXCL14 as an emerging immune and inflammatory modulator. *J Inflamm* 13, 1 (2016). <https://doi.org/10.1186/s12950-015-0109-9> Diffusé selon les termes et conditions de la licence Creative Commons Attribution 4.0 International (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.fr>).
13. Aldona Griskeviciene / Shutterstock.com.
20. Columbia Center for New Media Teaching and Learning, s.d. Epithelium: Simple Squamous Epithelium. [image en ligne] Disponible à http://www.columbia.edu/itc/hs/medical/sbpm_histology_old/lab/lab02_squamous.html [Référence du 29 novembre 2019].
22. Zhang, X. A Mathematical Model of a Neuron with Synapses based on Physiology. *Nat Prec* (2008). <https://doi.org/10.1038/npre.2008.1703.1> disponible à <https://www.nature.com/articles/npre.2008.1703.1> Source adaptée.
26. Zephyris. Nucleosome 1KX5 colour coded. Disponible à https://en.wikipedia.org/wiki/Nucleosome#/media/File:Nucleosome_1KX5_colour_coded.png Disponible sous licence Creative Commons Attribution - Partage dans les Mêmes Conditions 3.0 non transposé (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/deed.fr>).
28. RCSB PDB. 1JL1 D10A E. coli ribonuclease HI. PDB DOI: 10.2210/pdb1JL1/pdb Mol* (Goedken, E.R., Marqusee, S. Native-state energetics of a thermostabilized variant of ribonuclease HI. (2001) *J Mol Biol* 314: 863–871 DOI: 10.1006/jmbi.2001.5184) [image en ligne] Disponible à : <https://www.rcsb.org/structure/1jl1> [Référence du 25 novembre 2019]. Disponible sous licence Creative Commons CC0 1.0 universel (<https://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/deed.fr>).
33. Russell Neches, Lentil sprouts reaching for the sun [image en ligne] Disponible à <https://www.flickr.com/photos/rneches/2081938105/> Disponible sous licence Creative Commons Attribution 2.0 Générique (CC BY 2.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by/2.0/deed.fr>).
36. Réimprimé à partir de *Current Biology*, 24, Marchinko, K.B., Matthews, B., Arnegard, M.E., Rogers, S.M. et Schluter, D., Maintenance of a Genetic Polymorphism with Disruptive Natural Selection in Stickleback. 2014. Pages 1289–1292 avec la permission de Elsevier.
38. Reproduit avec la permission de Elsevier - Health Sciences Division de *Cell* de Don W. Fawcett 1981 ; autorisation transmise par le Copyright Clearance Center, Inc.
39. MICROSCAPE/SCIENCE PHOTO LIBRARY.