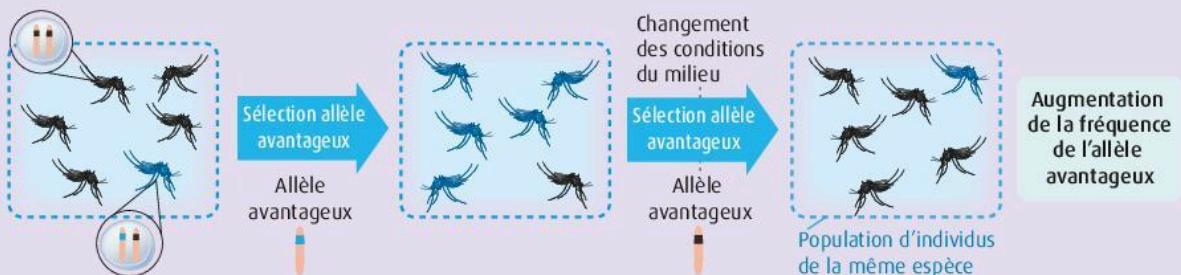




POUR BIEN COMMENCER

Quelques notions déjà vues

SVT 2de La sélection naturelle



SVT Cycle 4 Lutter contre les infections

Une infection est liée à l'entrée et la multiplication de micro-organismes pathogènes dans l'organisme d'un hôte.

Les vaccins

- ▼ Premier contact avec les antigènes de l'agent infectieux
- ▼ Le système immunitaire apprend à reconnaître l'agent infectieux
- ▼ Réponse plus forte et plus rapide en cas de nouveau contact



Les antibiotiques

Élimination des bactéries



Risque de développement de bactéries résistantes



SVT Cycle 4 Un antibiogramme

Des bactéries sont mises en culture dans une boîte de Pétri dans laquelle sont déposés des disques de papier imbibés de différents antibiotiques. Si la bactérie est sensible à l'antibiotique, elle ne peut pas se multiplier autour du disque. Si elle est résistante, elle se multiplie autour du disque.

Se tester avant de démarrer

Savez-vous répondre aux questions suivantes ?

1. Qu'appelle-t-on une pression de sélection ?
2. Comment s'appelle un caractère qui se transmet de parents à enfants ?
3. L'évolution biologique est-elle une opinion, une croyance ou une théorie scientifique ?

Marché dans la ville de Chau Doc au Vietnam.
Les pratiques agricoles humaines (domestication des plantes, pratique de la monoculture, etc.) ont des conséquences sur la biodiversité et son évolution.



CHAPITRE

10

L'ÉVOLUTION COMME GRILLE DE LECTURE DU MONDE

De notre propre anatomie aux conséquences de nos actions sur la biodiversité, comment l'évolution nous permet-elle de mieux comprendre le monde ?

L'évolution des yeux : démêler le vrai du faux

La plupart des métazoaires (animaux) possèdent des yeux. Les yeux des vertébrés et de certains mollusques ont une structure complexe.

Comment des structures comme l'œil des vertébrés ou des mollusques sont-elles apparues au cours de l'évolution ?



Il se nourrit essentiellement de crustacés, qu'il capture en profondeur à l'aide de ses tentacules.



Les calmars sont des prédateurs agiles. Ils s'attaquent principalement aux poissons, aux crustacés ainsi qu'à d'autres mollusques.



Mollusque filtreur qui se nourrit de phytoplancton. Il est capable de faire des sauts rapides pour fuir ses prédateurs.



Les patelles sont des animaux peu mobiles qui passent l'essentiel de leur temps à brouter les algues qui poussent sur les rochers de l'estran.



Les calliostomes sont des escargots marins, ils sont principalement herbivores et/ou détritivores.

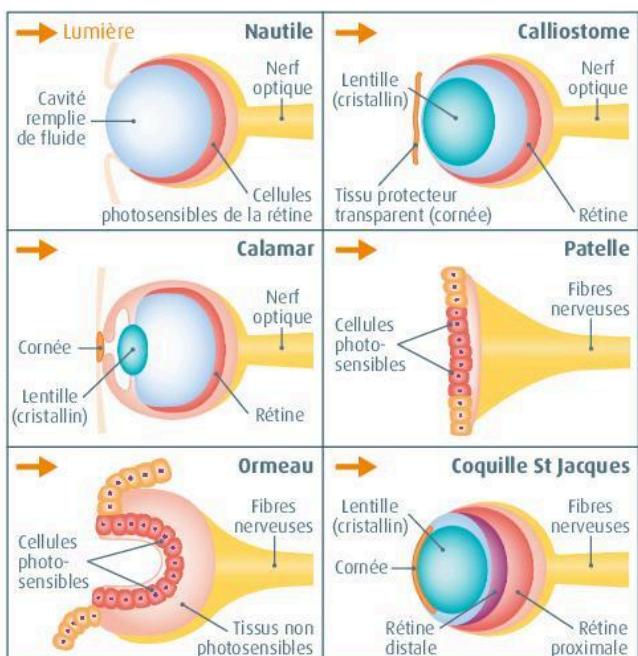
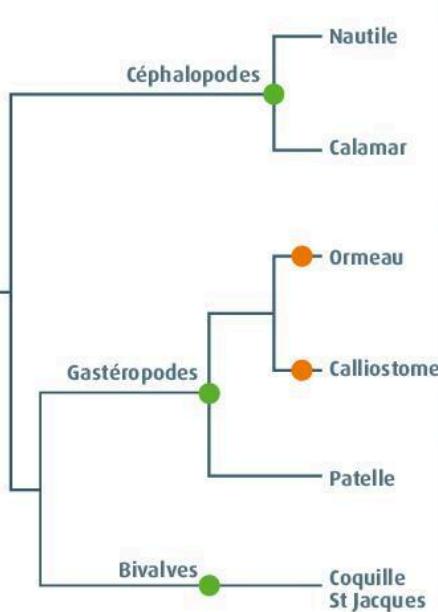


Mollusques marins à coquille unique, qu'on trouve dans les eaux peu profondes du littoral. Ils se nourrissent d'algues qu'ils raclent sur la roche.

DOC 1 Écologie de quelques mollusques.

- Acquisition des yeux
- Perte de la chambre, de l'ouverture et de la lentille

Ancêtre commun des mollusques



DOC 2 Des systèmes visuels différents chez les mollusques. Les premiers mollusques sont apparus il y a 550 millions d'années. Il est tentant d'imaginer que les yeux ont d'abord été de simples cellules photosensibles rassemblées. En fait, on ne connaît pas l'ordre d'apparition des différents types d'yeux dans l'histoire de la vie.

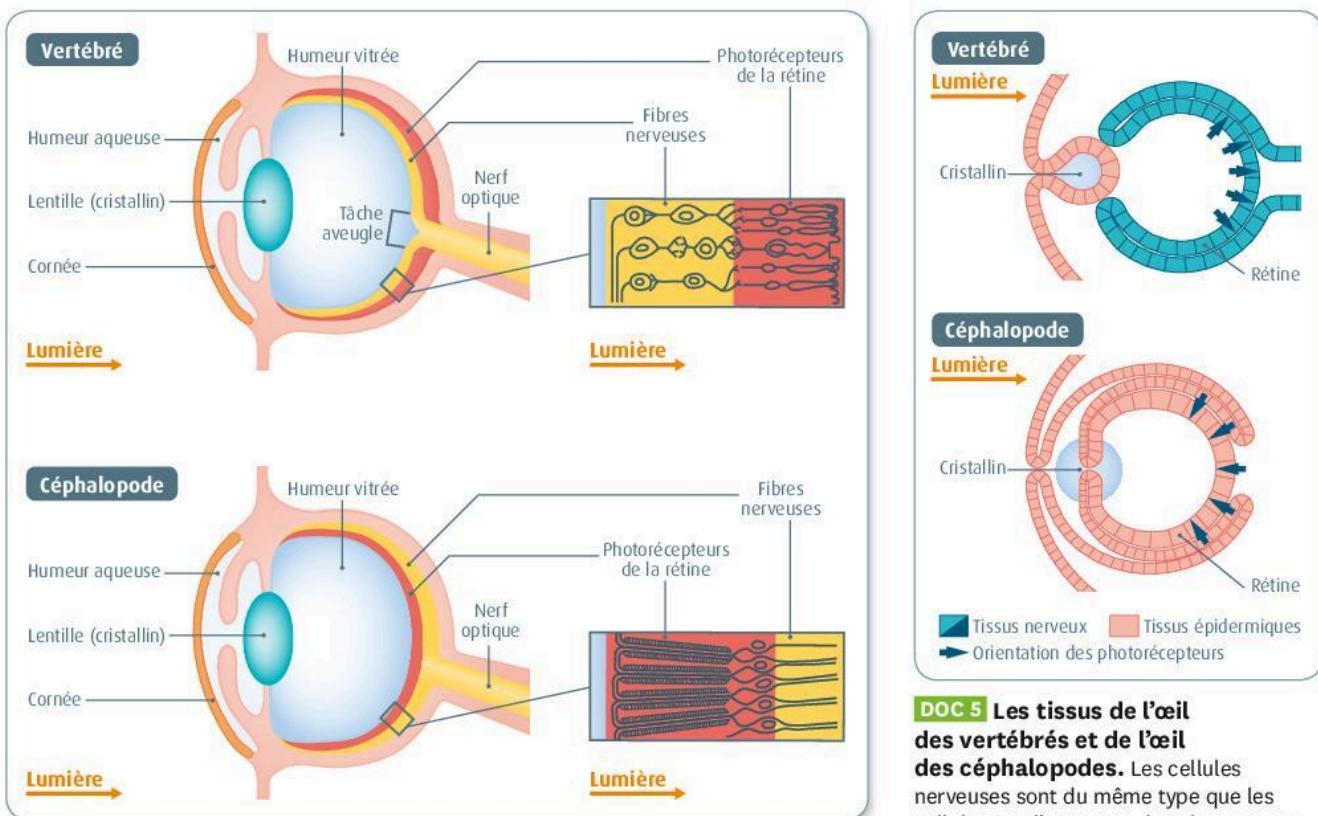
ESPRIT CRITIQUE

Interview de Guillaume Lecointre,
professeur du Muséum national d'Histoire naturelle

L'œil de chaque mollusque est le fruit d'une histoire évolutive qui n'est pas linéaire : elle ne va pas du «plus simple» vers le «plus complexe». Ainsi, certaines structures qui se ressemblent (comme l'acquisition d'une lentille) semblent être apparues de façon indépendante dans différents groupes de mollusques. Des **variations** dues à des mutations apparaissent par l'effet du **hasard**. Face à des contraintes similaires, la **sélection naturelle** peut aboutir à des structures semblables chez des espèces qui ne sont pas apparentées. On parle de convergence évolutive. Dans certains cas, les structures peuvent régresser ou disparaître. C'est le cas chez *Zospeum tholussum*, un gastéropode cavernicole découvert en 2013 dans des grottes en Croatie qui ne possède pas de système visuel (photo ci-contre). Les structures qui semblent simples ne sont pas nécessairement le résultat d'une histoire évolutive plus courte ou plus simple.



DOC 3 L'évolution n'est pas linéaire.



DOC 4 Organisation de l'œil des vertébrés et de l'œil des céphalopodes.

Les photorécepteurs sont des cellules nerveuses de la rétine sensibles à la lumière. Chez les vertébrés, les fibres nerveuses sont interposées entre les photorécepteurs et la source de lumière, ce qui n'est pas le cas chez les céphalopodes. Le départ du nerf optique dans l'œil des vertébrés engendre une tache aveugle, zone sans photorécepteurs.

DOC 5 Les tissus de l'œil

des vertébrés et de l'œil des céphalopodes. Les cellules nerveuses sont du même type que les cellules que l'on trouve dans les organes du système nerveux comme le cerveau. Les cellules épidermiques sont du même type que les cellules de l'épiderme de la peau. Chez les céphalopodes, les cellules photoréceptrices sont dirigées en direction de la lumière.

EXPLOITER LES DOCUMENTS

- Montrez que le système visuel des mollusques présentés est adapté à leur mode de vie. Proposez une explication à cette adaptation (DOCS 1, 2, 3 et 5).
- L'évolution de l'œil des mollusques vous semble-t-elle linéaire ? Donnez plusieurs arguments (DOC. 2).
- En quoi l'œil des céphalopodes et des vertébrés constitue-t-il un exemple de convergence évolutive ? (DOCS 3 à 6).

ESPRIT CRITIQUE

Darwin définissait l'œil comme une structure complexe et parfaite.

- ➔ En vous appuyant sur la structure de l'œil des vertébrés, êtes-vous d'accord avec cette affirmation ?
- ➔ Une structure complexe est-elle nécessairement plus évoluée qu'une structure qui semble plus simple ?

Pistes de travail ► DOCS 3 et 4

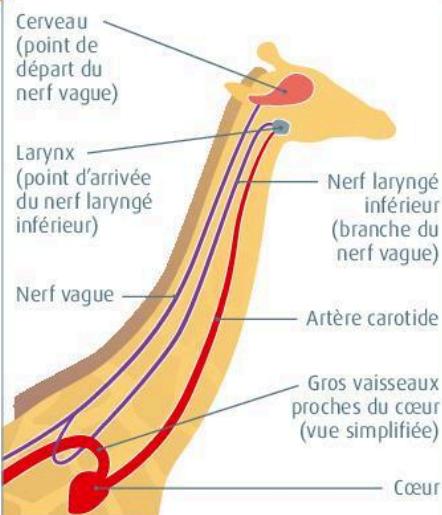
Tout n'est pas adapté !

Certains caractères anatomiques ne paraissent pas en adéquation avec leur fonction, ce qui semble difficile à expliquer en prenant seulement en compte l'efficacité fonctionnelle.

Comment expliquer que certains caractères anatomiques paraissent peu performants pour remplir leur fonction ?

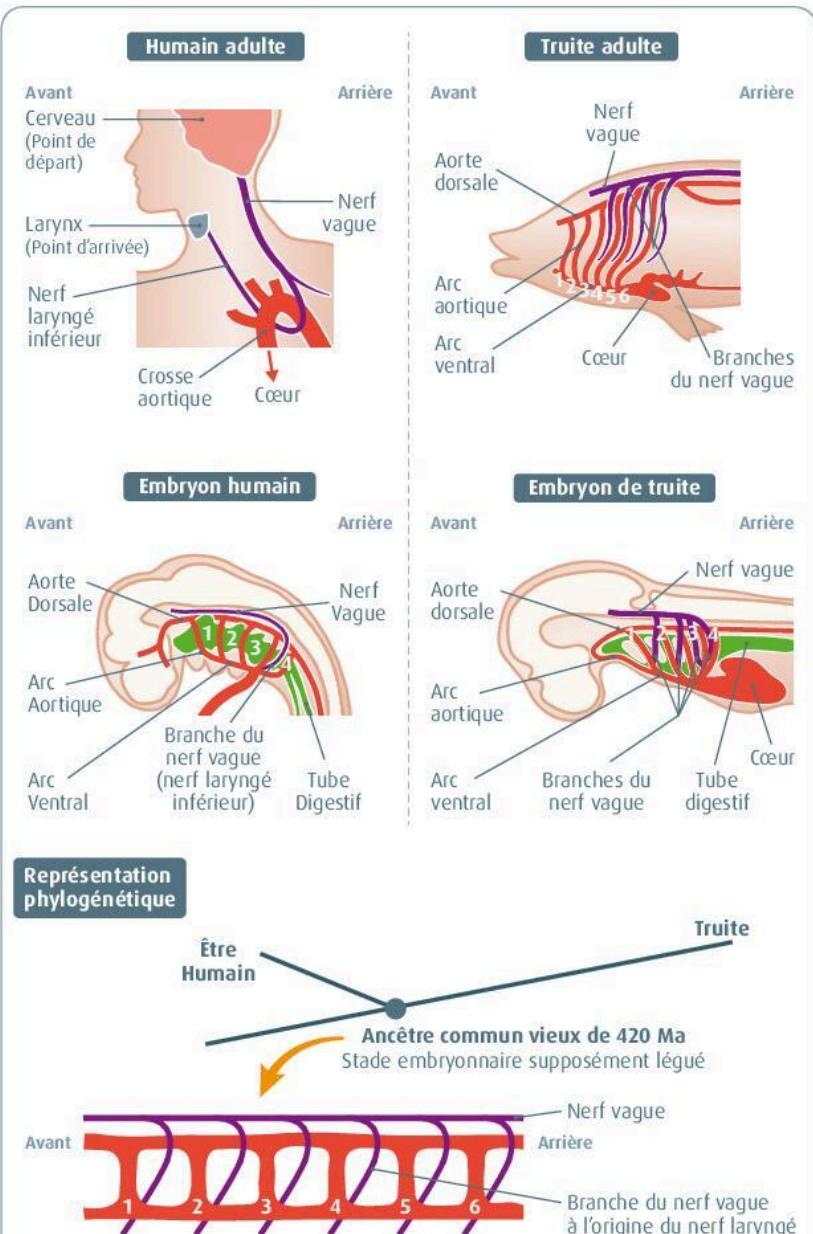


La dissection du nerf laryngé de la girafe



Le larynx est un organe des voies respiratoires qui se trouve en haut du cou. Il est innervé par une branche du nerf vague, le nerf laryngé, dont l'origine se situe dans le cerveau, à quelques centimètres du larynx. Pourtant, plutôt que d'aller directement au larynx, ce nerf descend le long du cou jusqu'au thorax. Il contourne les gros vaisseaux sanguins proches du cœur et remonte au larynx, près de son point de départ. Il parcourt ainsi inutilement une distance de plusieurs mètres aller-retour. Le larynx des humains est innervé selon le même trajet étonnant.

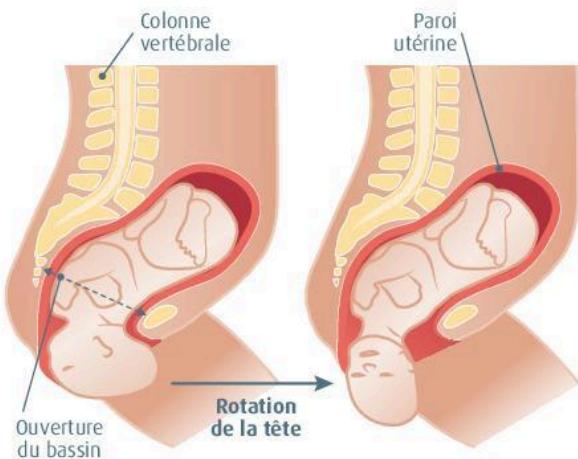
DOC 1 Le trajet du nerf laryngé récurrent chez un mammifère : la girafe.



À 4 semaines, les vaisseaux sanguins proches du cœur de l'embryon humain sont sous forme d'arcs aortiques, structures que l'on suppose héritées de l'ancêtre commun des vertébrés qui les possédait au stade embryonnaire et adulte. Dans l'embryon humain, ces arcs aortiques fusionnent ensuite pour former les vaisseaux proches du cœur comme l'artère aorte et la crosse aortique. Le développement embryonnaire du nerf laryngé est contraint par cette architecture puisqu'il passe derrière la future crosse aortique. L'allongement du cou chez les mammifères a conduit à un allongement du nerf laryngé au fil des générations.

DOC 2 Mise en place embryonnaire du trajet du nerf laryngé.

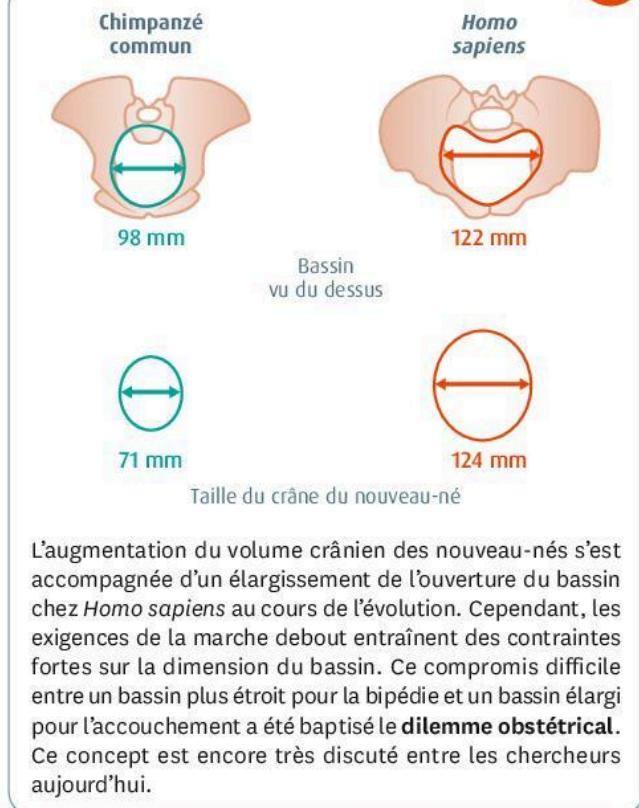
Bassins vus de face



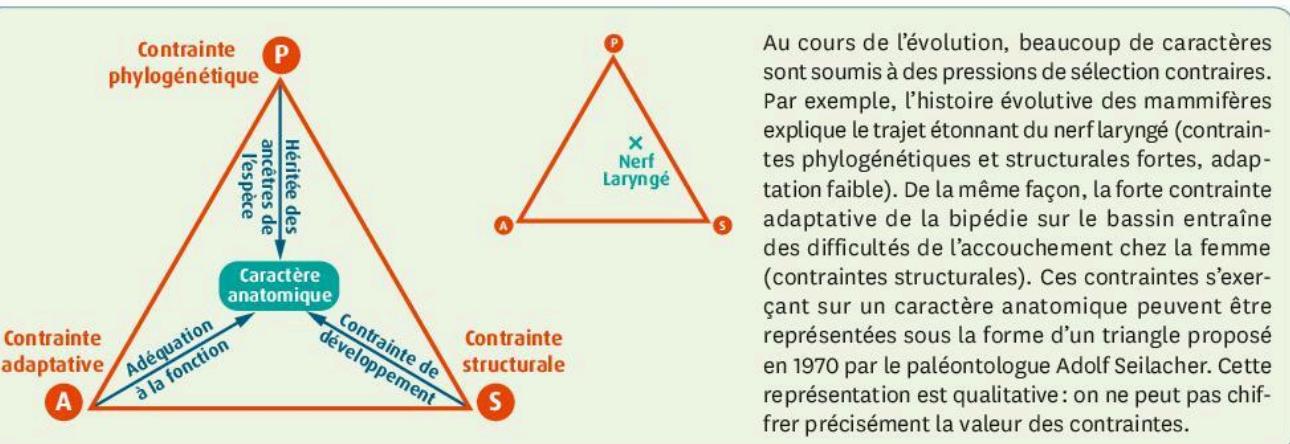
Du fait du passage difficile de la tête dans le bassin, l'accouchement chez les humains est particulièrement délicat comparé aux autres mammifères. À l'échelle mondiale, on estime que 15 % des accouchements présentent des complications, parfois avec un risque mortel, et nécessitent un accompagnement médical.

Au XVIII^e siècle, en Occident, le risque pour une femme de mourir à l'accouchement était de 1,5 % à chaque naissance. Dans toutes les sociétés humaines, les accouchements sont classiquement aidés par des sages-femmes ou des membres de la famille.

DOC 3 La naissance dans l'espèce humaine.



DOC 4 Le dilemme obstétrical.



DOC 5 Le triangle de Seilacher.

EXPLOITER LES DOCUMENTS

- Expliquez dans un texte argumenté d'une quinzaine de lignes pourquoi la sélection naturelle ne permet pas à elle seule d'expliquer le trajet du nerf laryngé chez les mammifères (DOCS 1, 2 et 5).
- Comment la bipédie a-t-elle affecté la morphologie du bassin et du fémur chez l'humain par rapport au chimpanzé (DOC. 4) ?
- Quelle est la conséquence de la bipédie sur l'accouchement dans l'espèce humaine (DOCS 3 à 5) ?
- Dessinez un triangle de Seilacher et placez-y le caractère « forme du bassin chez la femme » (DOCS 3 à 5) ?

ESPRIT CRITIQUE

Dans le livre *Candide* de Voltaire, le personnage Pangloss dit : « Il est démontré [...] que les choses ne peuvent être autrement : car, tout étant fait pour une fin, tout est nécessairement pour la meilleure fin. Remarquez bien que les nez ont été faits pour porter des lunettes, aussi avons-nous des lunettes. »

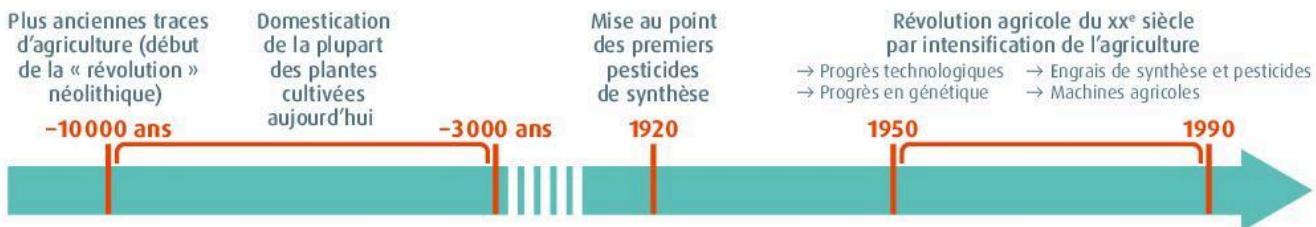
- Les documents de cette unité sont-ils en accord avec ce que dit Pangloss ?
- Qu'est-ce que le pan-adaptationnisme ?

Pistes de travail ► DOCS 1 à 5 et UNITÉ 5

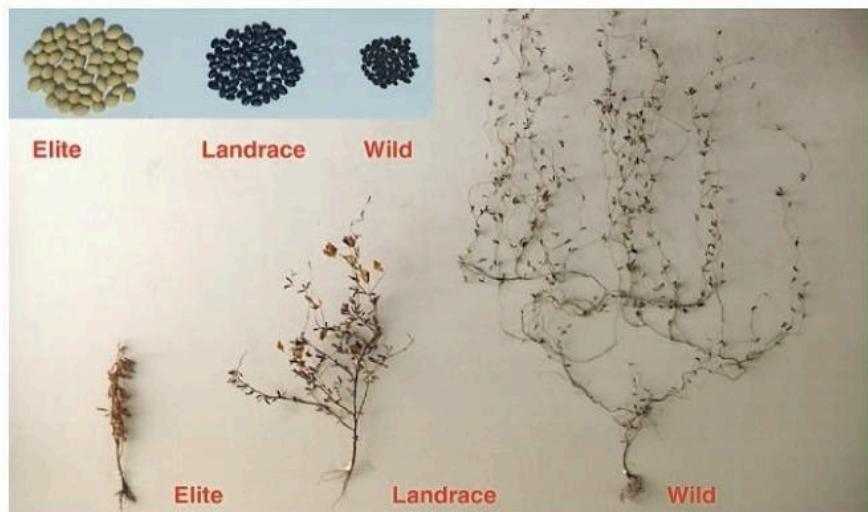
Évolution et pratiques agricoles

Par leurs activités agricoles, les humains exercent des pressions évolutives (sélection naturelle et migration principalement) ayant un impact sur la biodiversité et son évolution.

Comment les activités agricoles peuvent-elles influencer l'évolution des êtres vivants ?



DOC 1 Évolution des pratiques agricoles : quelques repères historiques.



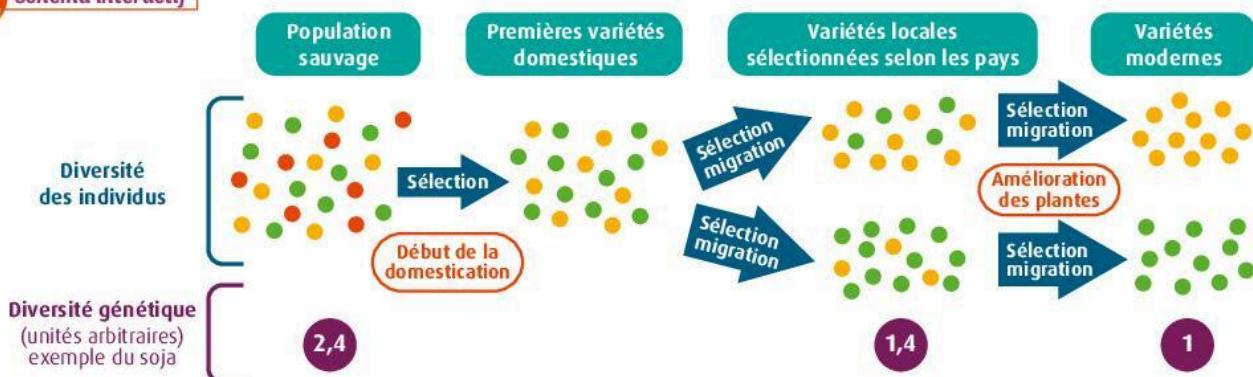
D'après Li et al., 2013

DOC 2 Comparaison morphologique de différentes variétés de soja

Le soja sauvage, que l'on trouve en Chine, peut être cultivé mais n'a pas été domestiqué, c'est-à-dire qu'il n'a pas subi une sélection pour des caractères qui intéressent les humains.

Les plants de soja domestiqués sont plus hauts que ceux de la variété sauvage. Les gousses, fruits qui contiennent les graines, sont de plus grande taille et restent fermées à maturité. La récolte s'en trouve facilitée. De plus, la masse moyenne des graines de plants domestiqués est dix fois supérieure à celle des graines sauvages.

Schéma interactif



Parmi des plantes sauvages utilisées pour l'alimentation, les humains ont choisi certains individus intéressants (grains de grandes tailles, de bon goût, etc.) pour faire les semences de la génération suivante. Cette **sélection** s'appelle la **domestication**. De plus, chaque fois que les humains ont transporté des semences, ils n'ont pas emporté l'ensemble de la diversité

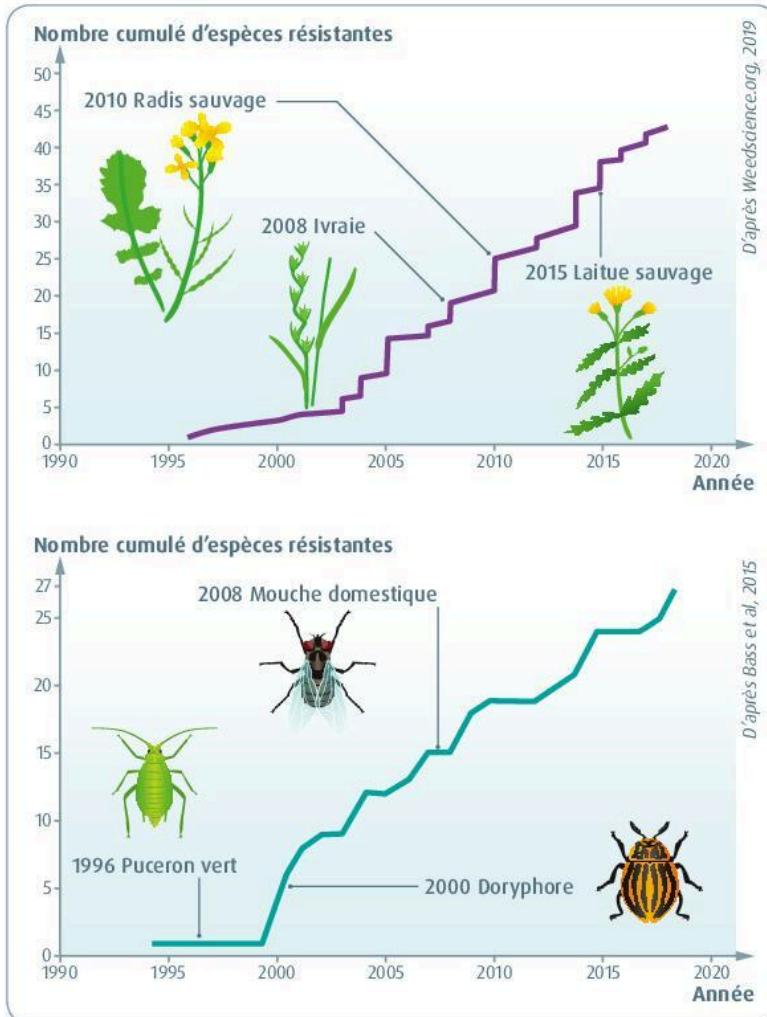
disponible: c'est la **migration**. Les conséquences de ces phénomènes sur la diversité génétique des plantes est estimée par le polymorphisme: on compare les séquences des mêmes parties du génome dans une population; plus ces séquences diffèrent d'un individu à l'autre, plus le polymorphisme et donc la diversité génétique sont importants.

DOC 3 Des plantes sauvages aux plantes cultivées contemporaines.

Les produits phytosanitaires, couramment appelé pesticides agricoles, sont des substances chimiques destinées à tuer les organismes ennemis des cultures (bioagresseurs). On les nomme différemment selon le type d'organisme auquel ils s'attaquent: les herbicides contre les adventices (plantes indésirables dans les cultures), les insecticides contre les insectes ravageurs, les fongicides contre les champignons. La plupart des surfaces agricoles sont aujourd'hui cultivées en monoculture, c'est-à-dire avec une seule variété d'une espèce, homogène génétiquement. En conséquence, une maladie ou un insecte capable de s'attaquer à cette variété pourra s'attaquer à l'ensemble du champ. Cela explique que l'usage des pesticides est difficilement évitable en monoculture. Cependant, en conséquence de l'utilisation massive de pesticides, on observe depuis les années 1990 l'apparition de résistances chez les plantes adventices et les insectes.

DOC 4 Les produits phytosanitaires utilisés en agriculture.

DOC 5 Dates d'apparition de résistances au glyphosate (herbicide) et aux insecticides néonicotinoïdes. Le glyphosate est un herbicide à large spectre utilisé dans le monde entier en agriculture. Les insecticides néonicotinoïdes sont largement utilisés, souvent de façon préventive, pour lutter contre les insectes ravageurs des cultures.

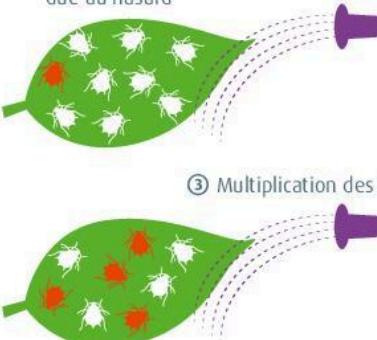


Le puceron vert (*Mysus persicae*) s'attaque à plus de 40 plantes cultivées (pommes de terre, pêcher, tomates, etc.). Il est considéré comme le puceron le plus nuisible aux cultures. De nombreuses résistances aux insecticides néonicotinoïdes ont été signalées chez cette espèce. Par exemple, la version mutée du gène CYP6CY3 permet au puceron de détruire partiellement les molécules d'insecticides. Il devient alors nécessaire d'utiliser de plus grandes quantités d'insecticides.

Première génération
Génération suivante

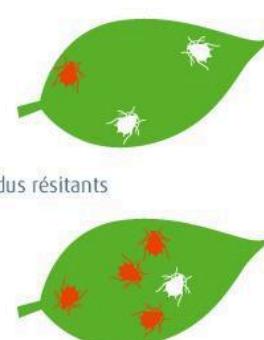
Avant application des pesticides

- ① Apparition d'une mutation due au hasard



Après application des pesticides

- ② Sélection de la mutation



Quelques mutations conférant une résistance



DOC 6 Mécanisme d'apparition des résistances chez les insectes s'attaquant aux cultures.

EXPLOITER LES DOCUMENTS TÂCHE COMPLEXE

Aide



Indiquez comment le mécanisme de sélection naturelle est mis en jeu en agriculture, comment et sur quelle échelle de temps il modifie la biodiversité dans les milieux agricoles.

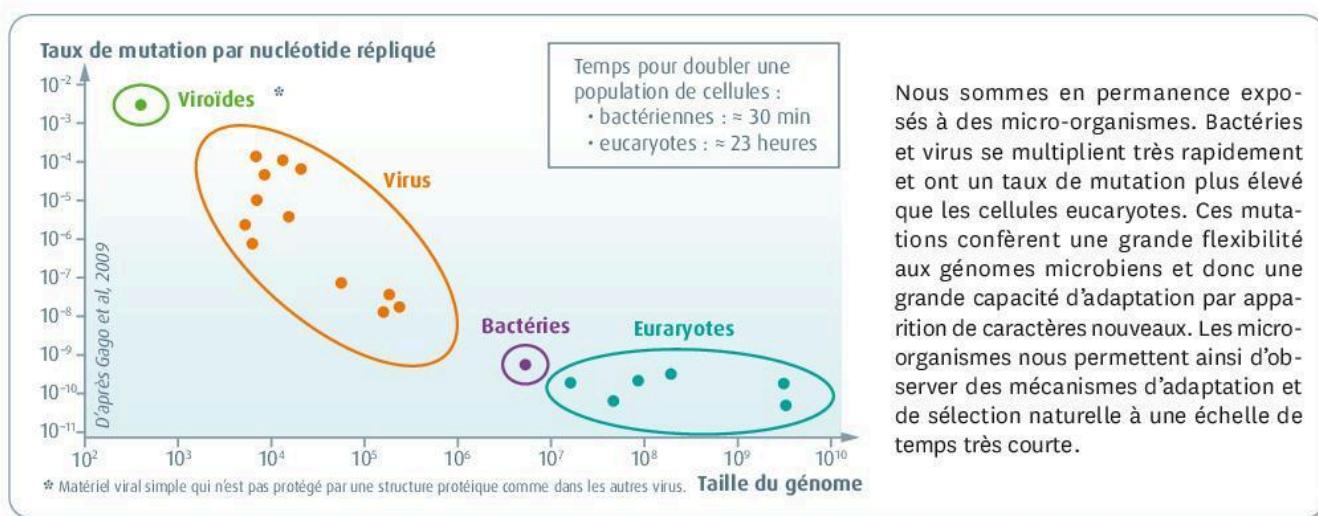
ESPRIT CRITIQUE

→ En quoi les documents de la double page montrent-ils que l'usage des pesticides à long terme doit être réduit?

Micro-organismes et médecine : l'évolution sous nos yeux !

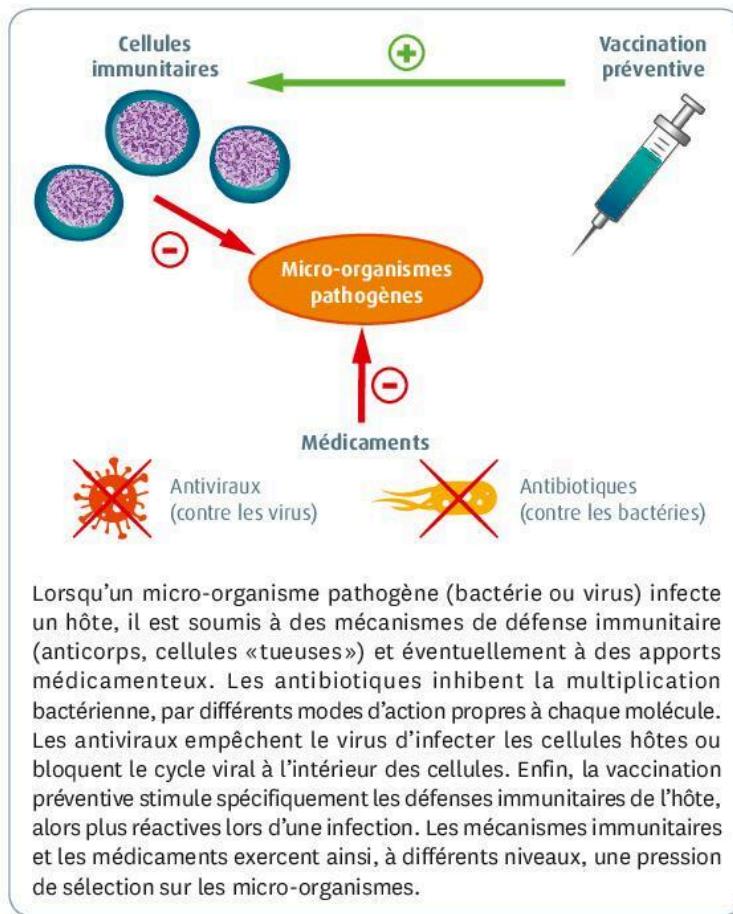
Tous les êtres vivants évoluent et s'adaptent à leur environnement. Cette adaptation permet par exemple aux agents pathogènes de s'adapter à leurs hôtes et à leurs défenses.

Quel problème pose la sélection naturelle d'un point de vue médical et comment peut-on y remédier ?



Nous sommes en permanence exposés à des micro-organismes. Bactéries et virus se multiplient très rapidement et ont un taux de mutation plus élevé que les cellules eucaryotes. Ces mutations confèrent une grande flexibilité aux génomes microbien et donc une grande capacité d'adaptation par apparition de caractères nouveaux. Les micro-organismes nous permettent ainsi d'observer des mécanismes d'adaptation et de sélection naturelle à une échelle de temps très courte.

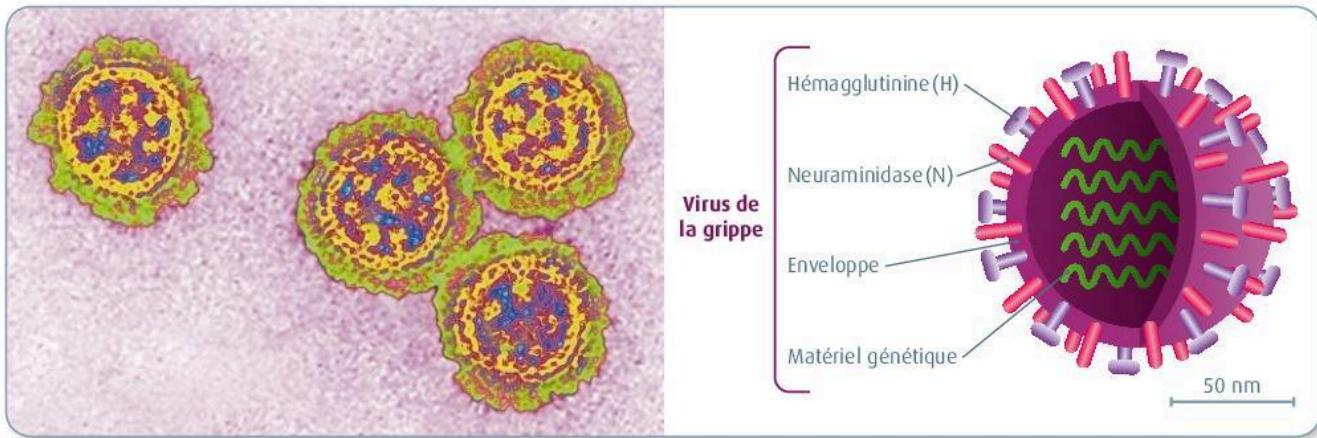
DOC 1 Une grande flexibilité du génome des micro-organismes.



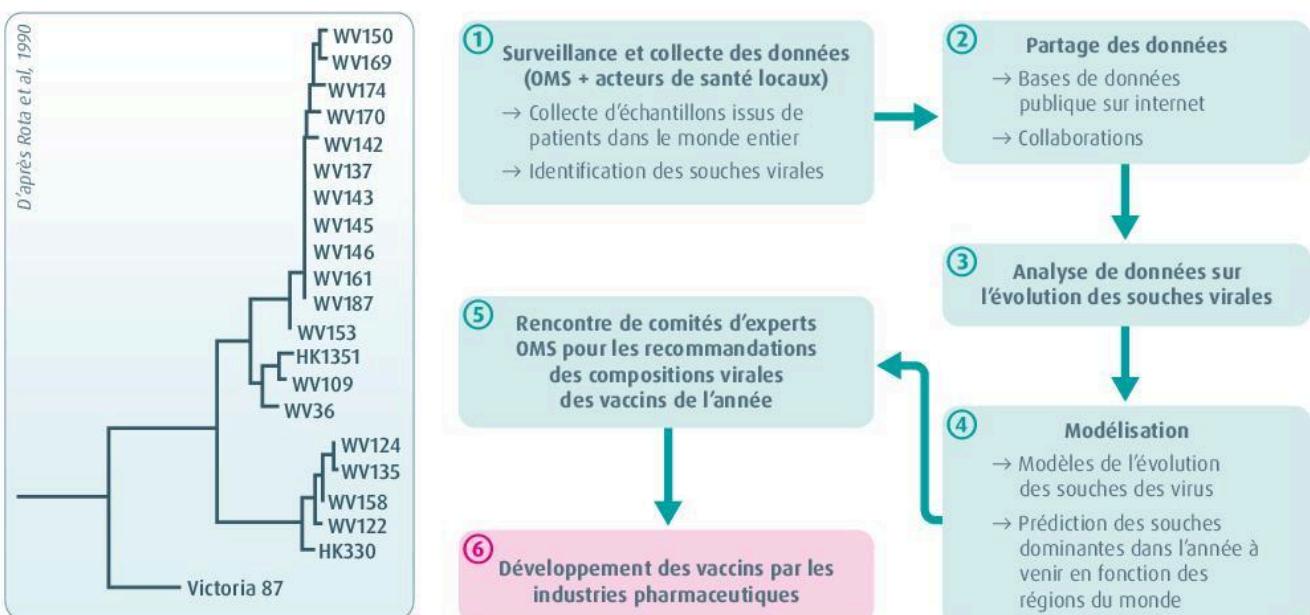
DOC 2 Les pressions de sélection sur les micro-organismes.



DOC 3 Corrélation entre quantité de pénicilline et résistance bactérienne. Une bactérie est dite résistante aux antibiotiques lorsque la dose d'antibiotique utilisée habituellement n'est pas suffisante pour éliminer la bactérie de l'organisme. Plusieurs types de mutations peuvent permettre à la bactérie de détruire ou d'expulser la molécule d'antibiotique.



DOC 4 Virus de la grippe. Différents types de virus de la grippe coexistent et peuvent infecter les humains grâce à leurs protéines de surface H (hémagglutinine) et N (neuraminidase). À cause du taux de mutation élevé du virus, les protéines H et N des virus circulant une année donnée, ne sont pas exactement les mêmes que les protéines H et N des virus ayant circulé auparavant. Or ces protéines sont les cibles du système immunitaire humain.



DOC 5 Exemple d'évolution du génome d'un virus grippal.

Des chercheurs ont comparé les séquences nucléotidiques de fragments d'hémagglutinine de virus de la grippe et ont ainsi établi des liens de parenté entre les différentes souches. Cette approche permet notamment aux scientifiques d'étudier la propagation géographique d'une souche donnée.

EXPLOITER LES DOCUMENTS

- En vous aidant du **DOC. 6** de l'unité 3, proposez un schéma explicatif de la résistance aux antibiotiques en faisant apparaître le concept de sélection naturelle (**DOCS 1 à 4**).
- Justifiez du besoin de nouveaux vaccins tous les ans pour le virus de la grippe. Justifiez l'utilisation de modèles pour établir la composition des vaccins.

ESPRIT CRITIQUE

Le vaccin contre la grippe est chaque année le résultat d'une modélisation qui s'appuie sur les données d'évolution des souches du virus.

- Quelles limites pouvez-vous imaginer à cette approche ?
- Ces limites suffisent-elles à rendre la démarche invalide ?

Pistes de travail ► CHAPITRE 3, UNITÉ 3, p. 68

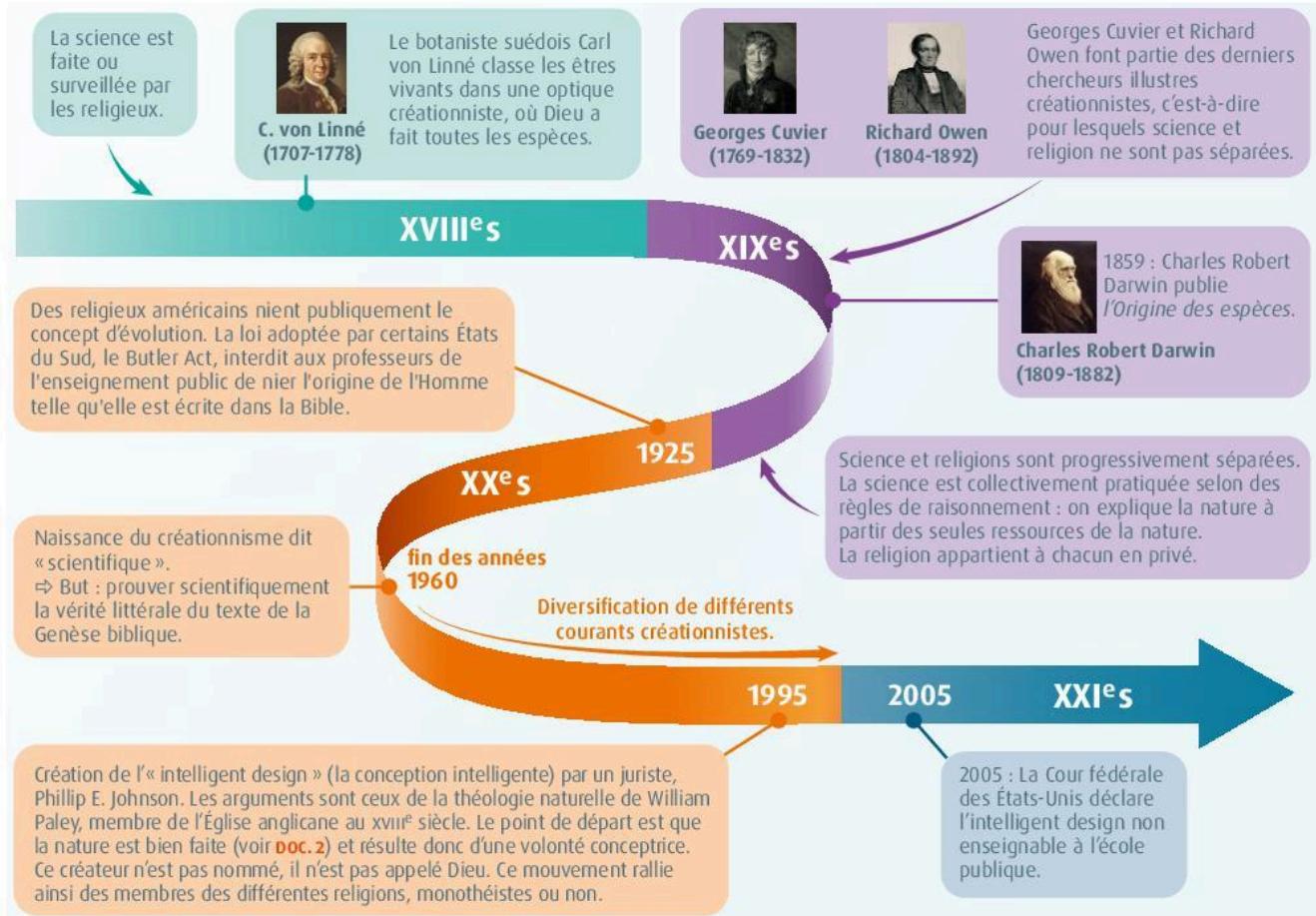
Le créationnisme : savoir ou croyance ?

Un débat qui revient régulièrement : dans les dernières décennies, la presse a fait écho de débats répétés entre darwinisme et créationnisme.

VOTRE MISSION Montrer que les mouvements actuels du créationnisme appartiennent au domaine des croyances religieuses et que, de ce fait, ils se différencient d'un savoir scientifique.

1. Histoire du créationnisme.

Le créationnisme est l'idée que le monde naturel a été créé par une intelligence qui a volontairement agencé des choses. Comme philosophie, ce point de vue est ancien (son origine est difficile à dater) et a été au cœur de bien des religions.



2. Point de départ du créationnisme.

Interview de Guillaume Lecointre, professeur du Muséum national d'Histoire naturelle



Le point de départ des mouvements créationnistes est de dire que la nature est bien faite. C'est faux. Quand on dit que l'œil est bien fait, on oublie le fait de la variation.

Dans une population humaine, tous les individus ne voient pas aussi bien. Certains ont besoin de porter des lunettes très tôt. En outre, on oublie que les individus de toutes les espèces meurent beaucoup. Il naît souvent beaucoup plus de petits que le milieu ne peut en soutenir, et beaucoup

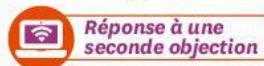
sont malformés. Par exemple, si on laisse se développer une ponte de poisson téléostéens (plusieurs milliers d'œufs pour une seule ponte, avec un record chez une espèce marine de 47 millions d'œufs), on s'aperçoit que de nombreux juvéniles ont de sévères malformations vertébrales. On ne les voit pas dans la nature, parce qu'ils sont plus facilement les proies de leurs prédateurs. Ainsi, ce qui semble régulier n'est que le fruit d'une hécatombe invisible.

«La difficulté d'admettre qu'un œil complexe et parfait a pu être produit par la sélection naturelle, bien qu'insurmontable pour notre imagination, n'attaque en rien notre théorie.»

Charles Darwin, *Origine des espèces*, 1859.



3. Réponse scientifique à une objection créationniste.



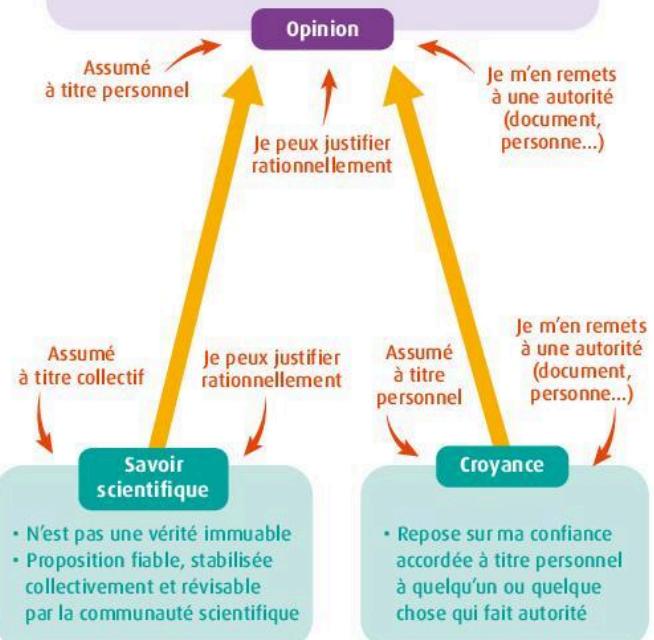
Objection : «L'œil est trop compliqué pour avoir été obtenu par hasard.»

Réponse de Guillaume Lecointre

Le mot hasard signifie dans la vie courante «coup de chance». Ce qui semble absurde lorsqu'on dit qu'un œil a été obtenu par hasard. L'œil n'est pas apparu tout entier, comme par un coup de baguette magique. Il existe chez les animaux des centaines d'yeux très différents, qui apparaissent plusieurs fois de façon indépendante au cours de l'évolution. L'apparition d'un avantage est quasiment obligatoire dans le vivant : les organismes d'une même espèce naissent par millions à chaque génération, mais tous ne survivront pas. Si l'on multiplie le nombre d'individus par le nombre de générations, cela laisse pour chaque caractère un potentiel de variations considérable : un trait avantageux va forcément émerger. S'il est transmissible, sa fréquence va augmenter au cours des générations. À cet avantage s'additionnera un autre, puis un troisième. De proche en proche, une structure d'apparence complexe se mettra en place. En somme, l'œil n'est pas apparu *ex nihilo* : il résulte d'un processus historique.

4. Savoir, opinion ou croyance ?

- Ce que je tiens pour fiable sur une question posée
- Se nourrit de savoirs et de ma confiance envers autrui
- «opinion publique» : majorité des opinions individuelles



5. Croyance et croyance religieuse.

Interview de G. lecointre

La croyance, c'est d'abord la confiance. Nous passons la plupart de notre temps à croire les autres. Et pour cause : sans confiance, nous ne pourrions pas faire société commune. Ma confiance est accordée à titre personnel à quelqu'un ou quelque chose qui, pour moi, fait autorité. On ne peut pas redémontrer tous les savoirs tout le temps. Dans une salle de classe, un élève croit son professeur,

mais il peut lui demander de justifier ce qu'il dit. Lorsque l'élève a reçu suffisamment de justifications, il peut alors justifier par lui-même ce qui est tenu pour fiable. Ainsi, cette croyance au sens de confiance fonctionne-t-elle comme l'antichambre du savoir. La croyance religieuse se caractérise par le fait que ce qui est cru soude la communauté des croyants. À partir d'introspection, ou d'une révélation, les individus ayant la même foi communient en elle. La légitimité de la croyance religieuse ne provient pas d'une justification rationnelle. La croyance religieuse est collective, et la confiance qui lui est accordée prend sa source dans un principe d'autorité : d'un texte ou d'un chef religieux par exemple.

AIDE POUR RÉUSSIR LA MISSION

- Indiquez à quel siècle les sciences naturelles se sont séparées de la religion (**DOCS 3 et 4**).
- Indiquez au moins deux arguments créationnistes et les réponses que les scientifiques leur adressent (**DOCS 2 et 3**)
- Montrez que les arguments créationnistes relèvent d'une croyance et de ce fait, diffèrent de l'élaboration d'un savoir scientifique (**DOCS 4 et 5**).

L'ÉVOLUTION COMME GRILLE DE LECTURE DU MONDE

1. Une longue évolution du vivant

► Certaines structures anatomiques peuvent paraître au premier abord d'une étonnante complexité. Ainsi, l'œil de chaque organisme vivant est le fruit d'une histoire évolutive qui n'est pas linéaire : elle ne va pas du « plus simple » vers le « plus complexe ». Certaines structures qui se ressemblent (comme l'acquisition d'une lentille) semblent être apparues de façon indépendante dans différents groupes de mollusques par exemple. Chaque variation apparue est due à des mutations sous l'effet du hasard. La plupart du temps, la **sélection naturelle** permet de conserver les systèmes visuels les plus adaptés au besoin des organismes. > **Unité 1**

► En revanche, certaines structures anatomiques peuvent ne pas paraître en adéquation avec leur fonction. Ainsi, le nerf laryngé des mammifères parcourt un trajet inutile entre la base du crâne où il est émis et le larynx qu'il innervé. De même, la forme du bassin des femmes humaines ne paraît pas en adéquation avec la taille du crâne des nouveau-nés. Au cours de l'évolution, beaucoup de caractères sont soumis à des pressions de sélection contraires : aux contraintes d'adaptation s'ajoutent des **contraintes phylogénétiques**, fruit de notre histoire évolutive, et des **contraintes structurales**, c'est-à-dire de développement. Ainsi, l'histoire évolutive des mammifères explique le trajet étonnant du nerf laryngé (contraintes phylogénétiques et structurales fortes). De la même façon, la forte contrainte adaptative de la bipédie sur le bassin entraîne des difficultés de l'accouchement chez la femme : on parle de compromis évolutif entre les deux fonctions du bassin. > **Unité 2**

2. Impact des pratiques humaines sur la biodiversité et son évolution

► Depuis les débuts de l'agriculture, il y a 10 000 ans environ, les humains exercent des pressions de sélection sur les organismes vivant dans les espaces agricoles. Sur les plantes cultivées par exemple, ils ont sélectionné celles dont les caractères correspondaient à leur besoin. Par rapport aux parents sauvages, cette sélection artificielle, appelée **domestication**, a contribué à réduire la diversité des variétés cultivées et à former des variétés dont les caractères sont différents : grains de grande taille, de bon goût etc. Aujourd'hui, les **pesticides** agricoles exercent des pressions de sélection sur les populations des bioagresseurs (espèces indésirables dans les cultures). Si un individu résistant apparaît par l'effet de mutations dues au hasard, l'emploi de pesticides contribue, par sélection naturelle, à sélectionner des populations résistantes. Il faut alors utiliser davantage de pesticides pour se débarrasser des bioagresseurs des cultures. > **Unité 3**

► En médecine, l'évolution rapide des organismes microbiens comme les bactéries et les virus leur permet de s'adapter aux systèmes de défense de l'hôte. Cette évolution des micro-organismes pathogènes à une importance médicale puisqu'elle permet d'expliquer la sélection de bactéries résistantes par l'utilisation d'antibiotiques ou encore les difficultés à établir des vaccins contre certains virus comme celui de la grippe ou du VIH. Il est ainsi nécessaire de constamment adapter les **stratégies prophylactiques** et les traitements médicamenteux et de poursuivre les recherches. > **Unité 4**

Les mots-clés du chapitre

- **Sélection naturelle**: Variation non aléatoire de la fréquence des allèles au sein d'une population sous l'effet des pressions exercées par le milieu de vie (un allèle qui confère un avantage reproductif voit sa fréquence augmenter).

- **Contrainte structurale**: Contrainte mécanique qui s'exerce lors du développement et de l'établissement de connexions anatomiques.

- **Contrainte phylogénétique (ou historique)**: Résultat de l'histoire évolutive qui applique une pression sur un caractère anatomique.

- **Domestication**: En agriculture, sélection par les humains des caractères qui les intéressent pour produire les plantes ou animaux de la génération suivante.

- **Pesticides**: Substances chimiques destinées à tuer les bioagresseurs des cultures. On distingue les herbicides contre les plantes indésirables (adventices), les insecticides contre les insectes, les fongicides contre les champignons.

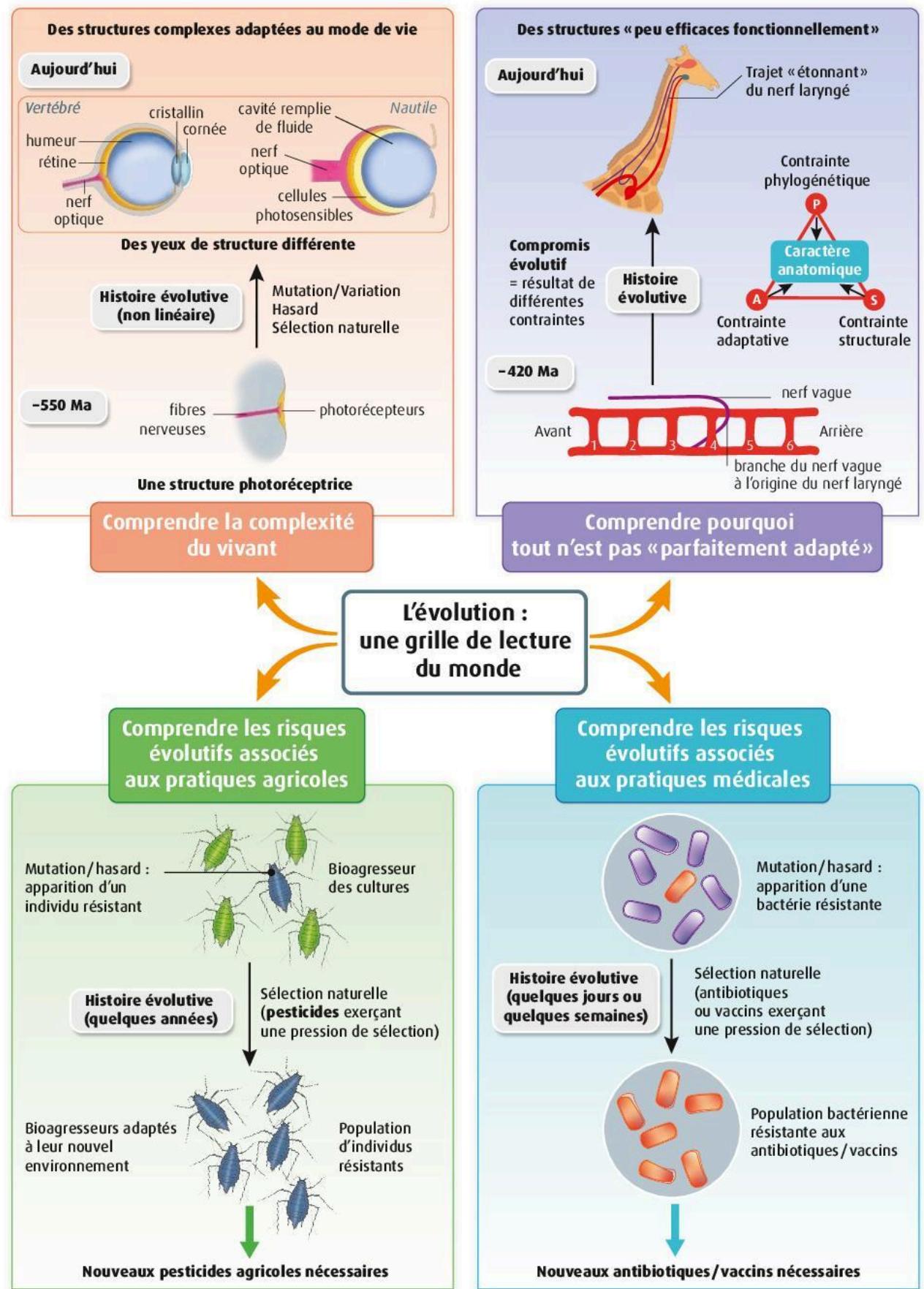
- **Stratégie prophylactique**: Ensemble de moyens médicaux mis en œuvre pour empêcher l'apparition d'une maladie. Par exemple : des mesures d'hygiène (comme le lavage des mains), la vaccination, etc.

Ne pas confondre

- **L'usage des antibiotiques n'est pas responsable de l'apparition de résistances bactériennes mais de leur sélection !**

l'essentiel par l'image

Schéma interactif



Mémoriser son cours

Exercices corrigés



Pour mémoriser l'essentiel du cours, posez-vous régulièrement ces questions et vérifiez vos réponses.

1. Comment la sélection naturelle, qui engendre de petites modifications, peut-elle être à l'origine d'un organe apparemment « complexe » comme l'œil?
2. Pourquoi les structures anatomiques ne sont pas forcément parfaitement en adéquation avec leur fonction principale? Donnez un exemple.
3. Qu'appelle-t-on l'histoire évolutive d'une structure anatomique?
4. Comment apparaît une résistance chez un micro-organisme pathogène?
5. Comment les pratiques agricoles humaines affectent-elles la biodiversité et son évolution? Donnez des exemples.

Exercices interactifs corrigés

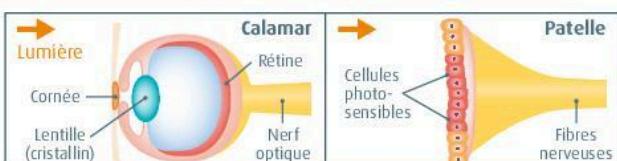


Pour s'échauffer

1 QCM

Pour chaque proposition, identifiez la (ou les) bonne(s) réponse(s).

1. Un allèle qui favorise la survie ou la reproduction des individus qui le portent:
 - a. ne sera sélectionné qu'au bout de plusieurs milliers voire millions d'années.
 - b. est forcément le fruit de la dérive génétique.
 - c. est une variation qui apparaît par hasard et est sélectionnée par la sélection naturelle.
2. Les similitudes entre l'œil des céphalopodes et celui des vertébrés s'expliquent par:
 - a. le hasard des mutations qui a entraîné des structures identiques.
 - b. la sélection naturelle qui a fait apparaître des structures similaires pour des contraintes identiques.
 - c. la dérive génétique qui a fait évoluer ces organes de la même manière.
3. L'histoire évolutive de l'œil des mollusques:
 - a. va toujours du plus simple vers le plus complexe.
 - b. est une histoire évolutive linéaire.
 - c. indique que certaines structures qui se ressemblent sont apparues de façon indépendante dans différents groupes de mollusques.
 - d. est identique pour tous les mollusques.
4. Les différences entre les yeux de calamar et de patelle s'expliquent par les affirmations suivantes:



- a. l'œil de calamar a forcément une histoire évolutive plus longue que celui de la patelle car il est plus complexe.

- b. chez chaque animal, une structure adaptée au mode de vie et à l'environnement a été sélectionnée.
- c. le calamar est une espèce plus évoluée que la patelle.

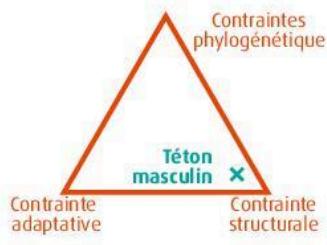
5. L'utilisation des antibiotiques peut favoriser:

- a. la sélection de bactéries résistantes déjà présentes dans la population bactérienne.
- b. l'apparition de bactéries résistantes dans la population bactérienne.
- c. la transformation de bactéries non résistantes en bactéries résistantes par sélection naturelle.
- d. la transformation de bactéries non résistantes en bactéries résistantes par dérive génétique.

6. Les biologistes se sont longtemps interrogés sur l'existence des tétons chez les humains et autres mammifères mâles. D'après le triangle de Seilacher, on peut déduire que le téton masculin:

- a. est présent car il est bien adapté à sa fonction (allaitements).

- b. est le fruit de contraintes surtout structurales (il se développe dans le fœtus quelque soit le sexe).
- c. a forcément une fonction que l'on n'a pas encore découvert.



7. Les conséquences de la monoculture sont:

- a. une diminution de la diversité génétique des individus chez les plantes cultivées.
- b. une plus grande vulnérabilité face aux pathogènes des cultures.
- c. davantage de croisements entre plantes cultivées et plantes sauvages.

► CORRECTION p. 321

2 Vrai/Faux

Identifiez les bonnes réponses et corrigez les fausses.

- Une structure anatomique qui réduit la survie ou la reproduction des individus qui la portent sera théoriquement éliminée au fil des générations par sélection naturelle.
- L'évolution biologique ne peut s'étudier que sur des millions d'années grâce aux fossiles.
- Une structure anatomique peut ne pas être en adéquation avec sa fonction si d'autres contraintes (historiques ou structurales) limitent les transformations qu'elle peut subir.
- L'adaptation d'une structure anatomique ne peut s'étudier pour des êtres vivants que si l'on connaît leur environnement et leur mode de vie.
- Au cours de l'histoire de la vie, les structures anatomiques deviennent toujours de plus en plus complexes sous l'effet de la sélection naturelle.

3 Questions à réponse courte

- Expliquez comment un pesticide donné peut avoir de moins en moins d'effets au fil des années.
- Montrez à l'aide d'un exemple que l'histoire évolutive d'une espèce peut être à l'origine de contraintes que la sélection naturelle ne peut contourner.



- Expliquez en quoi le mauvais usage des antibiotiques peut conduire à l'apparition de bactéries résistantes.
- Indiquez deux contraintes autres que la sélection naturelle qui expliquent les caractéristiques d'une structure anatomique.

4 Carottes sauvages et cultivées

	Carotte sauvage	Carotte cultivée
Aspect	Petite (souvent moins de 10 cm après plusieurs années), souvent ramifiée	Grosse (> 10 cm en un an), non ramifiée
Couleur	Généralement blanche mais assez variable	Orange le plus souvent (mais aussi blanche, rouge, noire)
Texture et goût	Filandreuse et très amère	Ferme, sans fibre, douce et sucrée

Question: En imaginant une population sauvage de carottes aux caractères variables qui serait à l'origine des carottes cultivées, expliquez par quel processus on peut observer de telles différences entre les deux types de carottes.

5 La vaccination grippale

Le vaccin antigrippal contient des fragments de virus Influenza (virus responsables de la grippe) issus de trois ou quatre souches virales différentes. Le vaccin pour 2019 contient quatre types de virus susceptibles de circuler pendant l'hiver :

- virus de type A (H1N1),
- virus de type A (H3N2)
- virus de type B prélevé au Kansas (États-Unis)
- virus de type B prélevé à Phuket (Thaïlande)

«Le vaccin assure une protection de 30 à 60 %, le taux d'efficacité est variable selon les années», soulignent les scientifiques.

Question : À l'aide de vos connaissances et des éléments présents dans le texte, formulez des hypothèses pour expliquer l'efficacité non totale du vaccin.

6 Résistance bactérienne aux antibiotiques

Un antibiogramme permet de déterminer les antibiotiques efficaces pour éliminer les bactéries responsables d'une infection. En pratique, on étale une souche bactérienne dans une boîte de Pétri puis on place plusieurs pastilles imbibées d'antibiotiques. La zone claire autour de la pastille d'antibiotique est la zone où la bactérie ne se développe pas, signe que l'antibiotique est efficace.

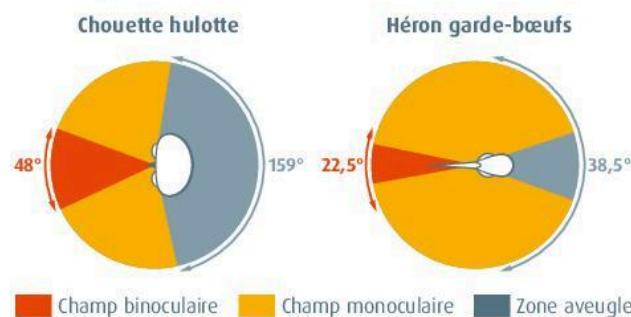


Question: Classez les antibiotiques utilisés par ordre d'efficacité décroissante.

7 Champs visuels

Indiquez si chaque proposition est juste ou fausse. Justifiez à l'aide d'informations chiffrées.

Les champs visuels de 2 oiseaux sont représentés dans le document ci-dessous. La chouette hulotte est un rapace qui chasse activement des petits mammifères, alors que le héron garde-bœufs est insectivore.



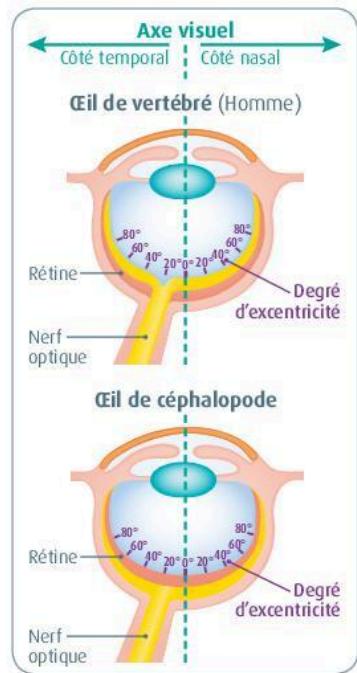
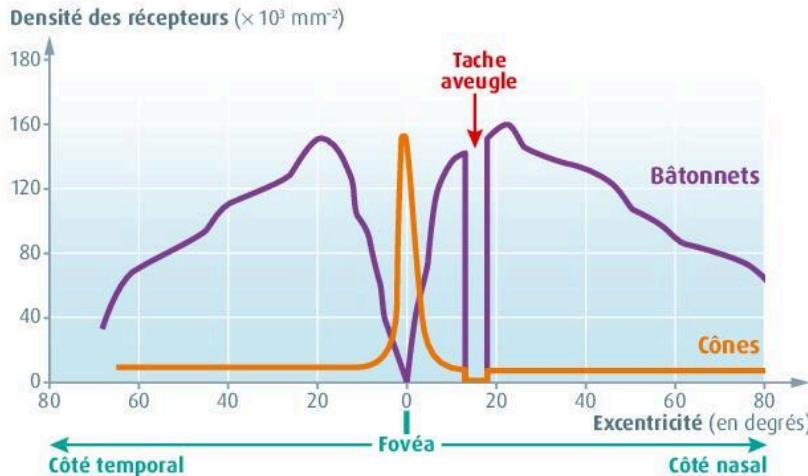
- La chouette hulotte a la meilleure vision binoculaire.
- Le héron garde-bœufs à un champ visuel qui couvre 360°.
- La chouette hulotte possède le champ de vision monoculaire le plus étendu.
- La zone aveugle du héron garde-bœufs est environ quatre fois plus petite que celle de la chouette hulotte.

8 Mettre en relation des informations pour résoudre un problème

La tache aveugle

L'œil des vertébrés et celui des céphalopodes possèdent d'étonnantes similitudes quant à leur organisation. Cependant, l'œil des vertébrés possède une zone de la rétine, appelée tache aveugle, que ne possède pas l'œil des céphalopodes.

Je repère dans le texte les informations sur la tache aveugle, pour m'aider à comprendre la question.



DOC 1 Densité des photorécepteurs au niveau de la rétine d'un œil gauche humain.

Les photorécepteurs sont les neurones sensoriels présents dans la rétine qui permettent la vision. La rétine est constituée de deux types de photorécepteurs, les cônes et les bâtonnets. La fovea, zone située dans l'axe visuel de l'œil (0° d'excentricité), est la zone où la vision des détails est la plus précise.

QUESTION

Après avoir indiqué à quoi correspond la tache aveugle chez les vertébrés, expliquez pourquoi l'œil des céphalopodes ne possède pas cette particularité.

DOC 2 Coupe transversale d'un œil gauche.

RÉSOLUTION

Je décris dans un premier temps ce que j'ai observé dans le DOC. 1.

On constate dans le DOC. 1 que la tache aveugle est une zone de la rétine entièrement dépourvue de photorécepteurs. Les photorécepteurs étant les cellules sensorielles de la rétine, leur absence signifie qu'il n'y a pas de réception de la lumière dans cette zone (d'où le terme aveugle). La tache aveugle se situe entre 10 et 20° d'excentricité du côté nasal pour l'œil gauche.

Je mets en relation cette information avec mes observations du DOC. 2.

Le DOC. 2 qui présente une coupe de l'œil de vertébré vue de dessus nous informe que cette tache aveugle correspond en fait au départ du nerf optique, où il n'y a pas de photorécepteurs.

J'explique enfin les différences avec l'œil des céphalopodes et je conclus en répondant à la question.

L'œil des céphalopodes, même s'il possède des similitudes avec l'œil des vertébrés, n'est pas organisé de la même manière. La couche des photorécepteurs est en avant par rapport aux fibres nerveuses, contrairement à l'organisation de la rétine des vertébrés. Ainsi, la couche de photorécepteurs est continue et les photorécepteurs sont présents au départ du nerf optique. Cela explique l'absence de tache aveugle chez les céphalopodes.

Exercices d'application

Méthode

9 Mettre en relation des informations pour résoudre un problème

Effets de la domestication animale

DOC 1 Effets de la domestication chez les poules pondeuses. Les deux groupes de poules étudiés sont apparentés, la domestication ayant eu lieu il y a environ 4000 ans.
D'après *Le Défi alimentaire*, 2018

	<i>Gallus gallus bankiva</i> Population sauvage (Inde et Asie du Sud-Est)	<i>Gallus gallus domesticus</i> Race «Boubour» (Nord de la France)
Masse des coqs	650 – 1000 g	2000 – 4 000 g
Masse des poules	450 – 740 g	1500 – 3500 g
Ponte	5 à 8 œufs par an à la fin du printemps	140 œufs par an



DOC 2 Sélection artificielle de poulets. Des agronomes slovènes ont élevé pendant 30 générations environ 200 poulets. À chaque génération, ils ont choisi comme reproducteur pour former les générations suivantes 10 mâles et 50 femelles soit les plus gros (en rouge), soit les plus petits (en bleu) et ont mesuré la masse corporelle moyenne des deux groupes au fil des générations.

QUESTION

En vous aidant des résultats de l'expérience du **DOC. 2**, comparez puis expliquez les différences entre les deux populations de poules du **DOC. 1**.

AIDE

- Je compare les effets de la domestication sur les poules (**DOC. 1**).
- Je note l'impact qu'a sur les descendants la sélection de parents les plus gros (**DOC. 2**).
 - J'utilise les concepts de variation et de sélection.

10 Mettre en relation des informations pour résoudre un problème

La résistance du VIH aux médicaments

Il n'existe actuellement pas de traitement éliminant le virus de l'immunodéficience humaine (VIH), responsable du SIDA. Cependant, des antiviraux permettent de contrôler la prolifération du VIH en inhibant les différentes étapes de l'infection des cellules. Le génome du virus accumule des mutations à une fréquence 100 000 fois plus importante que les cellules humaines.

*La prévalence représente ici la proportion de personnes résistantes au sein de la population.

QUESTION

En mettant en relation les informations de l'énoncé et du **DOC. 1**, expliquez les causes possibles de l'inefficacité de certains traitements anti-VIH.

Région du monde	Pays	Prévalence* de la résistance aux antiviraux anti-VIH	
		Sans exposition antérieure aux antiviraux anti-VIH	Exposition antérieure aux antiviraux anti-VIH
Afrique	Cameroun	< 10 %	10 – 30 %
	Namibie	< 10 %	> 30 %
	Ouganda	10 – 30 %	10 – 30 %
Amérique	Argentine	< 10 %	10 – 30 %
	Honduras	10 – 30 %	> 30 %
	Mexique	< 10 %	10 – 30 %
	Nicaragua	10 – 30 %	> 30 %
Asie du Sud-Est	Birmanie	< 10 %	10 – 30 %
	Viet Nam	< 10 %	10 – 30 %

D'après *HIV drug resistance report*, OMS, 2019

DOC 1 Résistance à une famille de médicaments antiviraux avant et après traitement par ce dernier des personnes infectées.
(Études réalisées entre 2014 et 2017.)

Tester ses compétences

11 Effectuer des calculs, formuler une hypothèse

Voir le jour ou la nuit

La morphologie des yeux des vertébrés est la plupart du temps adaptée à leurs modes de vie. Chez les espèces nocturnes, la quantité de lumière qui entre dans l'œil doit être plus importante que chez les espèces diurnes. La quantité de lumière qui peut entrer dans l'œil est proportionnelle au diamètre du cristallin.

Pour comparer des espèces ayant des yeux de taille différente, on peut calculer le rapport entre la taille du cristallin et la longueur axiale de l'œil.



Espèce	Mode de vie	Longueur axiale de l'œil (LA) (mm)	Diamètre du cristallin (DC) (mm)
Souris	Nocturne	3,32	2,19
Homme	Diurne	24	9
Gecko léopard	Nocturne	6,77	4,03
Iguane vert	Diurne	8,87	4,03
Engoulevent d'Europe	Nocturne	12,6	9
Autruche	Diurne	38	14,68

DOC 1 Morphologie des yeux et modes de vie de quelques vertébrés.

QUESTION

D'après l'analyse des données disponibles, montrer que la morphologie des yeux de ces vertébrés est liée à leur mode de vie diurne ou nocturne. Proposez alors une explication prenant en compte l'évolution des êtres vivants.

AIDE

1. Je regroupe les espèces en fonction des résultats trouvés.
2. Je mets en relation cette information avec le mode de vie de l'animal.
3. Je formule une hypothèse à partir de ces observations.

12 Formuler une hypothèse

Le figuier de Barbarie

Dans certaines régions du Mexique où poussent de nombreux figuiers de Barbarie, des ethnobotanistes ont constaté que les pieds fournissant les fruits les plus gros et avec le meilleur goût se situaient à proximité des villages, alors qu'ils étaient plus rares dans la campagne environnante. Les graines des figues de Barbarie s'avalent facilement et résistent à la digestion. Les populations locales ont coutume de faire leurs besoins à la proximité immédiate des villages.



DOC 1 Schématisation de la répartition des figuiers de Barbarie au cours du temps.

QUESTIONS

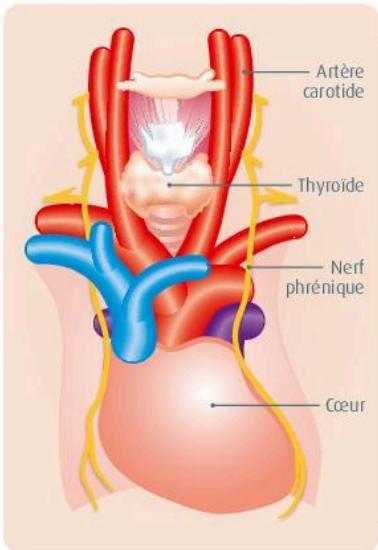
1. Proposez un scénario expliquant la répartition observée des figuiers de Barbarie.
2. Indiquez si, d'après vous, il s'agit d'un phénomène volontaire ou involontaire.

AIDE

- J'utilise les concepts de variation et de sélection dans mon explication.

13 Rédiger une argumentation scientifique

Pourquoi ai-je le hoquet ?



Chez les mammifères, les nerfs phréniques qui contrôlent les mouvements de la respiration ne partent pas de la moelle épinière à hauteur du diaphragme, mais de la base du crâne. Non protégés dans la colonne vertébrale comme d'autres nerfs, ils traversent la cage thoracique pour rejoindre le diaphragme. Ce trajet complexe cause parfois une irritation de ces nerfs, à l'origine notamment du hoquet. Ce trajet est un héritage qui remonte à l'origine des ostéichtyens (groupe qui rassemble entre autres la majorité des poissons), chez des ancêtres dont les branchies étaient situées non loin de la base du crâne. Le hoquet, lui, est une inspiration brusque d'air tandis que se ferme l'épiglotte, languette cartilagineuse située à l'arrière de la gorge. Ce réflexe, qui survient lorsque les nerfs phréniques sont froissés, n'a aucune signification fonctionnelle pour un mammifère. En revanche, un têtard de grenouille qui utilise sa respiration branchiale aspire de l'eau dans sa bouche tandis que sa glotte se ferme, ce qui évite à l'eau d'entrer dans ses poumons.

Modifié d'après *Le guide critique de l'évolution*, Belin, 2009.

DOC 1 Le trajet du nerf phrénique.

QUESTION

À partir de l'exemple du DOC. 1, expliquez dans un texte pourquoi les structures anatomiques d'un organisme ne doivent pas être forcément considérées comme «une adaptation à quelque chose». Vous indiquerez quel type de contrainte s'applique sur le nerf phrénique.

AIDE

- J'utilise mes connaissances pour citer les deux autres types de contraintes qui s'appliquent sur une structure anatomique.

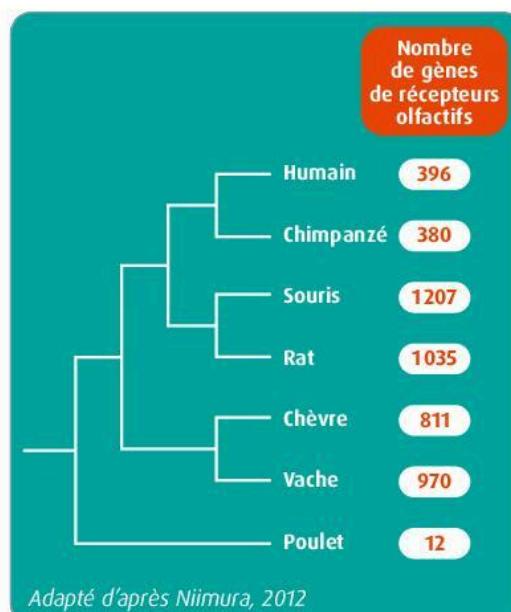
14 Formuler une hypothèse

Les récepteurs olfactifs chez les mammifères

Linda B. Buck et Richard Axel, prix Nobel de médecine 2004, ont montré qu'une part importante des gènes humains (environ 2 %) sont à l'origine de récepteurs olfactifs. Il s'agit de protéines membranaires que l'on trouve à la surface de la muqueuse dans les voies nasales et qui permettent d'identifier les odeurs. On considère que plus il y a de récepteurs olfactifs différents, plus l'organisme est capable d'identifier une grande diversité d'odeurs. Depuis, d'autres études ont montré que le nombre de gènes à l'origine des récepteurs olfactifs est très variable d'une espèce à l'autre.

QUESTIONS

- Décrivez la répartition du nombre de gènes de récepteurs olfactifs chez les animaux représentés.
- En faisant l'hypothèse que l'évolution du nombre de gènes des récepteurs olfactifs est uniquement la conséquence d'une sélection naturelle liée aux conditions environnementales, proposez des explications aux variations du nombre de gènes des récepteurs olfactifs d'une espèce à l'autre.



Adapté d'après Niimura, 2012

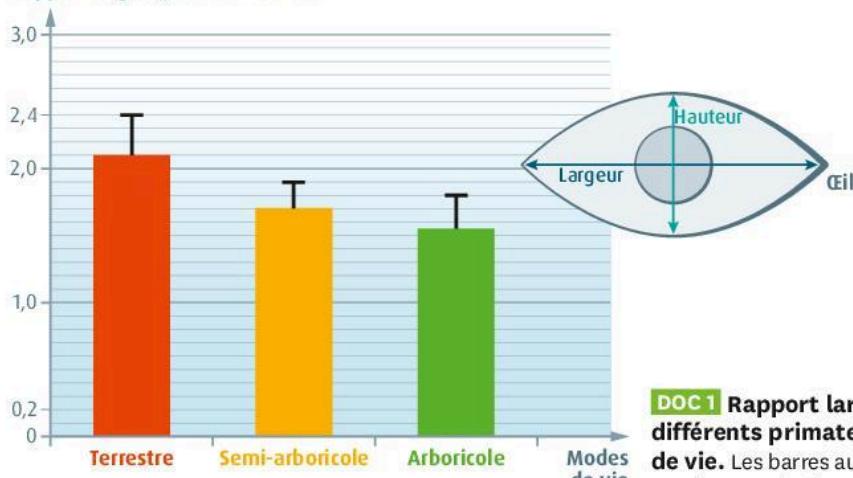
DOC 1 Arbre de parenté de quelques vertébrés et nombre de gènes à l'origine de récepteurs olfactifs pour chaque espèce.

15 Mettre en relation des informations pour résoudre un problème

L'œil des primates

Les primates possèdent des yeux de morphologie bien différente. On cherche à comprendre si la morphologie externe de l'œil des primates provient d'une parenté étroite ou si elle est liée à une adaptation au milieu de vie.

Rapport largeur / hauteur de l'œil

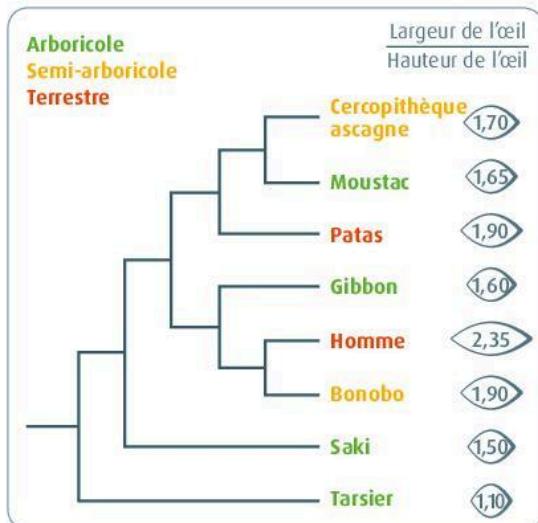


Tarsier



Bonobo

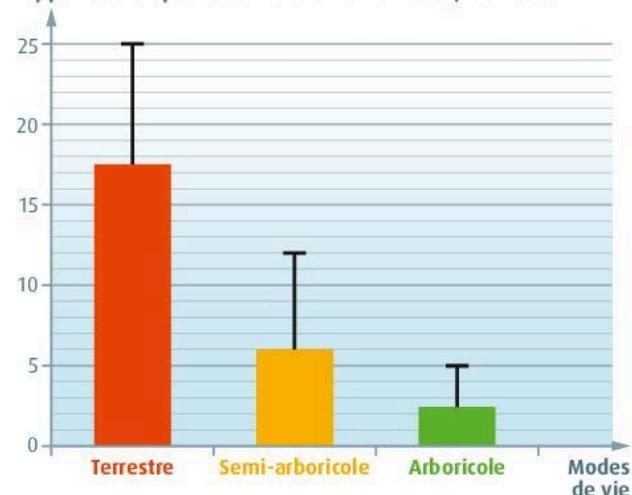
DOC 1 Rapport largeur / hauteur de l'œil de différents primates en fonction de leur mode de vie. Les barres au-dessus des histogrammes représentent la dispersion des données.



DOC 2 Arbre de parenté de quelques primates, mode de vie et rapport largeur/ hauteur de leur œil.

Docs 1, 2 et 3 modifiés d'après Kobayashi et Kohshima, 2001

Rapport du temps d'observations horizontales/verticales



DOC 3 Rapport du temps passé à observer l'environnement horizontal par rapport au temps passé à observer l'environnement vertical. Un rapport de 1 indique que le temps passé pour visualiser l'environnement horizontal et vertical est le même. Les barres au-dessus des histogrammes représentent la dispersion des données.

QUESTION

À partir de l'exploitation des données, montrez que la morphologie de l'œil des primates dépend du mode de vie et non pas d'une parenté. Proposez ensuite une explication à cette observation.

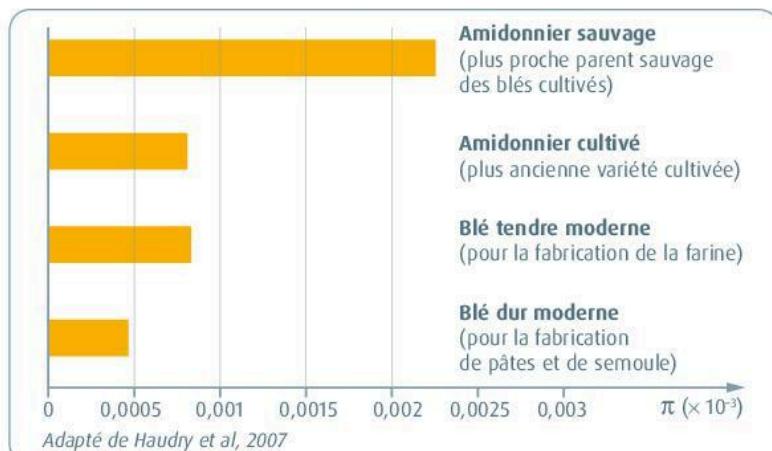
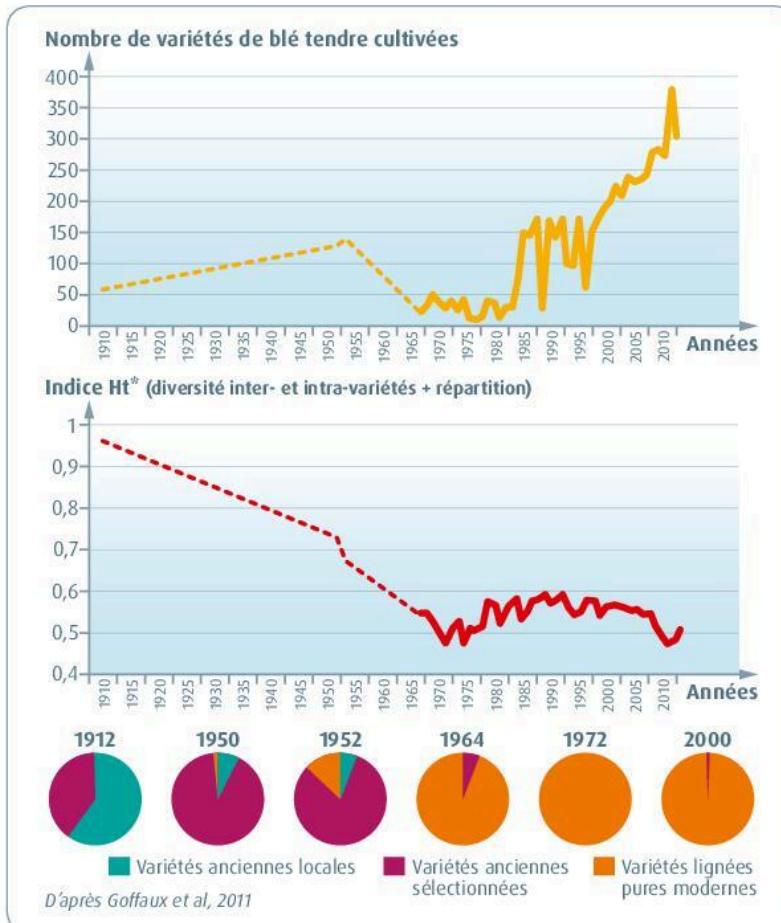
16 Lire un graphique, mettre en relation des informations pour résoudre un problème

La diversité des blés cultivés

Differentes études s'intéressent aux changements dans la diversité des blés cultivés en France depuis les débuts du xx^e siècle.



DOC 1 Différents indicateurs de la diversité du blé tendre en France au cours du xx^e siècle. Ht* utilisé est un indice de diversité tenant compte de la diversité génétique entre les variétés (interspécifique) et au sein des variétés (intraspécifique). Dans une variété lignée pure, tous les individus ont le même génotype il n'y a pas de diversité génétique.



DOC 2 Diversité génétique de différentes espèces de blé. La diversité génétique d'une population (évaluée ici par le polymorphisme π) est mesurée par comparaison des séquences des mêmes parties du génome. Plus ces séquences diffèrent d'un individu à l'autre, plus le polymorphisme est important et plus la diversité génétique de la population est importante.

QUESTIONS

1. Décrivez les changements observés dans les variétés de blés cultivées en France depuis 1912 (DOC. 1).
2. En vous appuyant sur la description du DOC. 2, expliquez pourquoi l'indice Ht* diminue alors que le nombre de variétés cultivées augmente (DOC. 1).
3. D'après vos connaissances, quelles conséquences peut avoir une diminution de la diversité génétique cultivée?