LES MÉCANISMES ÉVOLUTIFS

DURÉE ESTIMÉE	3 heures
OBJECTIF	• Comprendre que les connaissances scientifiques sont construites progressivement • Comprendre les principaux mécanismes sous-tendant à l'évolution des espèces • Comprendre que l'évolution biologique est un phénomène lent • Être capable de proposer une explication à un phénomène de spéciation
COMPÉTENCES	• Identifier par l'histoire des sciences et des techniques comment se construit un savoir scientifique • Lire et exploiter des données sous différentes formes • Proposer une ou plusieurs hypothèses pour répondre à une question ou un problème • Communiquer et argumenter dans un langage scientifique
PRÉREQUIS	Notions de génétique : • Caractères héréditaires et acquis • Information génétique présente dans les cellules (hors hématies) sous forme d'ADN • L'ADN est constitué de plusieurs gènes présents en différentes versions, les allèles
DÉROULÉ	I. Histoire de la théorisation de l'évolution *(20 minutes)* II. Les mutations, sources de diversité génétique *(1 heure)* III. La sélection naturelle et le phénomène de spéciation *(1 heure 30)*
ARTICLES SUGGÉRÉS	**1.** ESPÈCE / MUTATION / SÉLECTION NATURELLE / JEAN-BAPTISTE DE MONET DE LAMARCK (1744-1829) / GEORGES CUVIER (1769-1832) / CHARLES DARWIN (1809-1882) / PINSON DES GALÁPAGOS

Les mécanismes évolutifs

I - L'évolution des espèces, preuves et révolution des paradigmes

Les connaissances scientifiques se sont structurées progressivement au cours des siècles grâce aux travaux de nombreuses personnes soucieuses de comprendre et d'expliquer le fonctionnement de la nature. La construction du concept d'évolution des espèces a demandé du temps et s'est heurtée aux conceptions religieuses de l'époque. Georges Cuvier, Jean-Baptiste Lamarck et Charles Darwin ont été les scientifiques les plus influents dans ce domaine.

1) À l'aide de l'article **espèce**, rappelle la définition d'une espèce au sens biologique.

Au sens biologique, une espèce regroupe des êtres vivants capables de se reproduire entre eux et d'avoir une descendance fertile, donc capable de se reproduire à son tour. Si un de ces deux points est impossible, les êtres vivants étudiés ne sont pas de la même espèce.

2) À partir des articles d'**Universalis Éducation**, complète le tableau en décrivant brièvement les théories de chaque scientifique concernant l'origine de la diversité des espèces sur Terre.

Jean-Baptiste Lamarck (1744-1829)	Georges Cuvier (1769-1832)	Charles Darwin (1809-1889)
Crédit : Photos.com/ Thinkstock	Crédit :Fine Art Images/ Heritage Images/ Getty Images	Crédit : Spencer Arnold/ Getty Images
Lamarck pensait que les êtres vivants se complexifiaient au cours du temps et changeaient naturellement avec les conditions du milieu dans lequel ils vivaient.	Cuvier était fixiste, il pensait que des êtres vivants pouvaient disparaître lors de grandes catastrophes et étaient ensuite remplacés par d'autres. Pour lui, les êtres ne changent pas et restent tels qu'ils sont apparus peu importe le temps.	Pour Darwin, les êtres vivants luttent pour survivre. Ceux possédant des caractères avantageux survivent et les transmettent, les autres disparaissent. Les individus sont donc sélectionnés par le milieu et ses contraintes.

II – Les mutations, sources de diversité génétique

Prérequis : les mutations correspondent à des modifications du code génétique. Il s'agit donc d'une modification de la structure du gène. Les mutations sont à l'origine de l'apparition de nouveaux allèles.

➢ Consulte l'article **MUTATION** et réponds aux questions suivantes.

1) À partir de tes connaissances acquises lors du cours sur l'unité et la diversité génétique des êtres vivants, rappelle si une mutation se produit au hasard et de façon spontanée ou si c'est un phénomène prévisible.

Une mutation est toujours spontanée et aléatoire, se produisant donc au hasard.

2) Relève les trois types de mutations de l'ADN.

1. mutation silencieuse (elle n'a aucune conséquence)
2. mutation délétère ayant un impact négatif pour l'individu
3. mutation bénéfique conférant un avantage à l'individu

3) L'hémoglobine est une protéine présente à la surface des hématies (nom scientifique des globules rouges) permettant le transport du dioxygène par le sang (schéma ci-contre).

Il existe plusieurs sortes d'hémoglobines. L'hémoglobine β^S est issue d'une mutation du gène codant l'hémoglobine β^A.

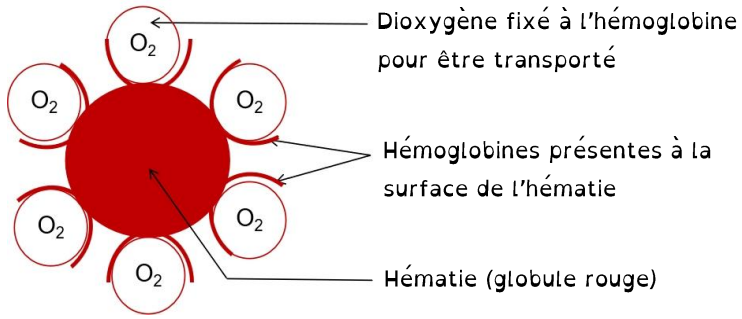


Schéma d'une hématie transportant du dioxygène O_2
Création par l'auteur de l'activité

À partir du média « **EFFET D'UNE MUTATION SIMPLE** » disponible dans l'article, précise en quoi consiste la mutation d'un gène en justifiant.

Le savais-tu ?

Chaque protéine est codée par un gène spécifique.
1 gène = 1 protéine

D'après le document, une mutation correspond à la modification de la séquence, du code de l'ADN. Dans le cas de l'hémoglobine β^A, on observe qu'un T a été transformé en A, ce qui a pour conséquence la production d'une nouvelle hémoglobine appelée β^S avec le remplacement de l'acide glutamique par une valine. À la fin, on n'a plus la même protéine.

4) Précise en quoi les mutations de l'ADN constituent une source de diversité génétique.

Les mutations de l'ADN conduisent à l'apparition de nouveaux allèles, donc de nouveaux caractères. Elles sont donc une source de diversité génétique.

5) Afin de se propager dans une population et être éventuellement sélectionnée, une mutation doit être transmissible par au moins un parent à sa descendance. Quelles cellules doivent donc être porteuses de la mutation ?

Pour qu'une mutation soit transmissible à la descendance, elle doit concerner l'ADN des cellules sexuelles (ovule ou spermatozoïdes).

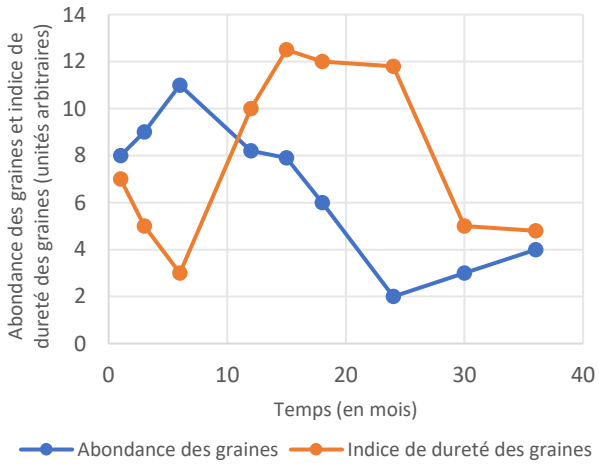
III – La sélection naturelle et le phénomène de spéciation

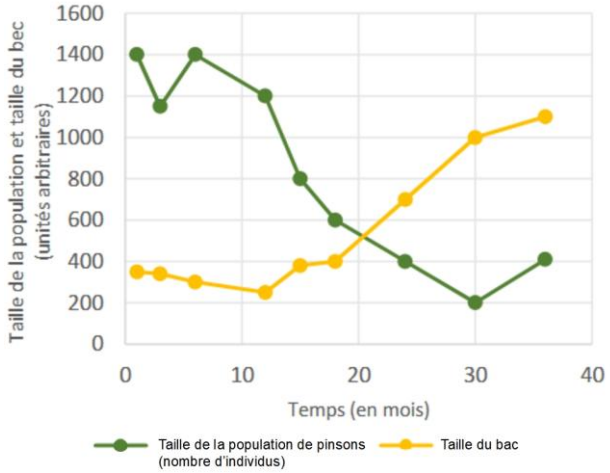
A. La sélection naturelle

1) À partir de l'article **Charles Darwin (1809-1882)**, donne une définition de la sélection naturelle.

La sélection naturelle est le fait que le milieu exerce sur les êtres vivants qui l'occupe des pressions (accès à la nourriture, conditions climatiques, etc.). Aussi, les êtres vivants les plus adaptés sont sélectionnés tandis que les moins adaptés disparaissent.

2) En 1975, une sécheresse importante a fortement impacté la végétation de l'île Daphne Mayor aux Galápagos. Des scientifiques ont réalisé des études dont les résultats sont présentés par les graphiques ci-dessous. Après avoir décrit les graphiques, propose une explication aux résultats observés.





Graphiques adaptés à partir des résultats de l'étude menée aux Galápagos dans les années 1970

Graphiques créés par l'auteur.

Le premier graphique montre l'évolution de l'abondance et de la dureté des graines en fonction du temps. J'observe qu'entre 0 et 9 mois, l'abondance des graines augmente (8 à 12 unités arbitraires) parallèlement à une diminution de leur dureté (8 à 3 unités arbitraires). Entre 9 et 24 mois, l'abondance des graines chute de 12 à 2, ce qui entraîne une augmentation de leur dureté (3 à 13). Entre 24 et 38 mois, l'abondance réaugmente (2 à 4), tandis que leur dureté diminue (12 à 5). Je conclus que lorsque les graines sont moins abondantes, leur dureté augmente et que lorsqu'elles sont abondantes, leur dureté diminue.

Le second graphique montre l'évolution de la taille de la population de pinsons et de la taille de leurs becs en fonction du temps. J'observe qu'entre 0 et 30 mois, la population diminue passant de 1400 à 200 unités arbitraires. Dans le même temps, la taille du bec augmente passant de 400 unités arbitraires à 1200. Je conclus que lorsque la population de pinsons diminue, la taille du bec augmente.

La sécheresse a entraîné une baisse de la population et une augmentation de la taille du bec. Cela s'explique, car à la suite de cet épisode les graines sont devenues plus rares et plus dures. Seuls les oiseaux à gros bec avaient la capacité de les manger, les autres sont morts de faim.

4) À l'aide des observations précédentes et des articles **PINSON DES GALÁPAGOS** et **SÉLECTION NATURELLE** explique en quoi la croissance du nombre de pinsons à gros bec dans la population est le résultat d'une sélection naturelle.

Crédit : Natursports/ Shutterstock

D'après les observations précédentes et les articles, la sécheresse a entraîné une chute de l'abondance de graines qui sont devenues plus dures. Certains pinsons possédaient un gros bec capable de casser les graines et ont pu se nourrir. Les changements de conditions du milieu ont donc exercé une pression sur les pinsons. Les mieux adaptés (ceux possédant un gros bec) ont été sélectionnés, les individus désavantagés sont morts. La sélection a été faite par le milieu naturel.

Un être vivant survit car il possède une mutation qui lui confère un avantage à un moment donné dans un milieu donné. **C'est un phénomène passif**, les êtres vivants ne s'adaptent pas ou ne cherchent pas à s'adapter. Ils ont par hasard la chance de posséder les bons allèles ou pas.
Si je veux changer une ampoule que je ne peux atteindre, j'aurais beau tenter d'allonger mon bras pour m'adapter, je n'atteindrai jamais l'ampoule ; au contraire, une personne plus grande, donc avantagée, atteindra l'ampoule.

B. Les mécanismes évolutifs à l'origine de nouvelles espèces

Les mécanismes évolutifs sous-tendant l'évolution des espèces comme les mutations et la sélection naturelle conduisent à la formation progressive de nouvelles espèces et donc à une diversification de la vie.

1) À partir de l'article **PINSON DES GALÁPAGOS**, propose une hypothèse pour expliquer l'existence de 13 espèces de pinsons dispersées sur les différentes îles constituant l'archipel des Galápagos.

Je pense que l'existence de 13 espèces différentes de pinsons dispersés sur les îles des Galápagos s'explique par un isolement géographique. Cet isolement empêche, d'une part, la reproduction entre individus d'une île différente et conduit, d'autre part, à des différences de nourriture présente sur chaque île. La sélection naturelle s'effectue ainsi par la sélection des individus les plus adaptés sur chaque île.

2) Complète le schéma ci-dessous illustrant le phénomène de spéciation des pinsons des Galapagos avec les termes suivants :

mutations aléatoires | séparation géographique | reproduction et mutations aléatoires | sélection naturelle et transmission du/des nouveaux caractères aux générations suivantes

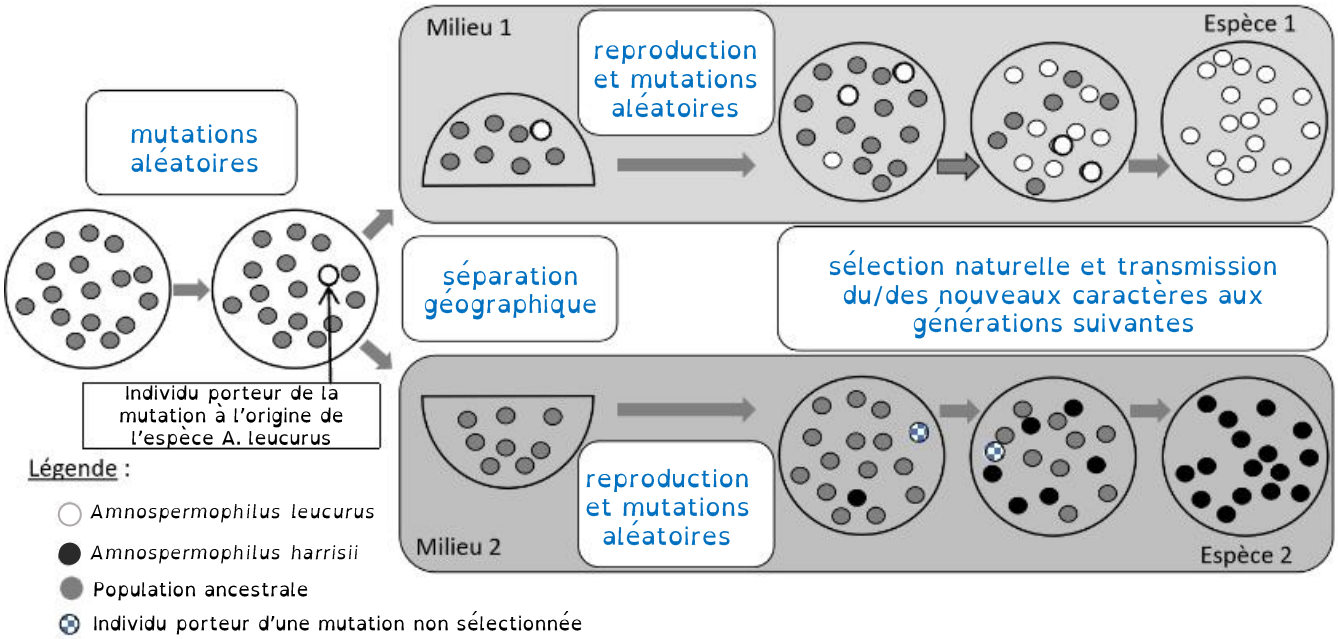


Schéma du principe de spéciation géographique

Document créé par l'auteur

3) Au regard de toutes les informations relevées à travers cette activité, précise si l'évolution des espèces est un phénomène rapide ou lent. Justifie ta réponse.

À partir de l'ensemble des questions, je conclus que l'évolution des espèces est un phénomène lent. Après une séparation géographique, les individus de chaque population ne peuvent plus se reproduire entre eux. La population de chaque milieu va subir des mutations et les individus les mieux adaptés au milieu vont être sélectionnés. Aussi, le caractère bénéfique est transmis à la descendance à chaque génération, tandis que le caractère désavantageux disparaît peu à peu. Il faut donc plusieurs générations pour que la population se différencie génétiquement de l'autre pour former une nouvelle espèce.