

COURS

Évolution — Mécanismes et preuves

Tle

Programme de terminale générale, enseignement de spécialité — BO spécial n°8 du 25 juillet 2019

Une fréquence allélique qui change ne prouve pas que l'allèle soit devenu avantageux : dans une petite population, le seul hasard de la reproduction suffit à la faire varier beaucoup.

1 Deux forces évolutives à ne pas confondre

DÉFINITION

La **sélection naturelle** est le tri exercé par le **milieu** sur les variations héréditaires : les individus porteurs d'un allèle qui améliore la survie ou la reproduction **dans ce milieu** laissent en moyenne plus de descendants, et la fréquence de cet allèle augmente. Elle est **orientée** par le milieu, mais elle n'a ni but ni anticipation : elle trie ce qui existe déjà, elle ne produit pas la variation.

DÉFINITION

La **dérive génétique** est la variation des fréquences alléliques due au seul **hasard** de l'échantillonnage des gamètes d'une génération à l'autre. Elle affecte **tous** les allèles, avantageux ou non, et son effet est d'autant plus fort que la population est **petite**. Elle peut faire disparaître un allèle favorable et fixer un allèle neutre ou légèrement défavorable.

dérive : effet d'autant plus fort que l'effectif est faible

LE PIÈGE QUI COÛTE LE PLUS DE POINTS

Attribuer à la sélection naturelle toute variation de fréquence allélique observée entre deux générations. — Les deux forces produisent le **même type** d'observation — une fréquence qui change — mais une seule dépend de l'**avantage conféré**. Avant de conclure à la **sélection naturelle**, il faut donc vérifier deux choses : que l'effectif est assez **grand** pour que la **dérive génétique** soit négligeable, et que l'allèle confère un avantage **identifiable dans ce milieu**. Sans ces vérifications, l'explication adaptative est une histoire plausible, non un résultat.

Le réflexe : Devant une variation de fréquence, demander : **quel effectif ? quel avantage ?**

Deux situations amplifient la **dérive génétique**. L'effet de **goulot d'étranglement** : une population réduite brutalement par une catastrophe repart d'un échantillon non représentatif. L'effet **fondateur** : quelques individus colonisent un nouveau milieu et n'emportent qu'une fraction de la diversité d'origine. Dans les deux cas, la composition génétique change sans qu'aucun tri par le milieu n'ait eu lieu.

2 La spéciation

DÉFINITION

La **spéciation** est l'apparition d'une nouvelle espèce, c'est-à-dire l'établissement d'un **isolement reproductif** entre deux populations qui échangeaient auparavant leurs gènes. La **spéciation allopatrique** suppose une **séparation géographique** préalable ; la **spéciation sympatrique** se produit sans barrière géographique, par isolement écologique, temporel ou comportemental au sein d'une même aire.

L'isolement reproductif s'installe **progressivement** et n'est pas une frontière nette. Des populations peuvent rester partiellement interfécondes très longtemps, et des hybrides féconds existent entre espèces reconnues comme distinctes. La notion d'espèce est un **outil** de description, utile et imparfait : les cas limites ne sont pas des anomalies, ce sont les états intermédiaires attendus d'un processus continu.

3 Reconstruire les parentés

DÉFINITION

La **phylogénie moléculaire** reconstruit les relations de parenté à partir de la **comparaison de séquences** d'ADN ou de protéines. Le principe est simple : plus deux espèces ont divergé récemment, moins leurs séquences homologues ont eu le temps d'accumuler de différences. Un arbre construit ainsi représente donc un ordre de **divergence**, à partir d'ancêtres communs **hypothétiques**.

PROPRIÉTÉ

Un arbre phylogénétique se lit par ses **nœuds**, qui figurent des ancêtres communs, et non par l'ordre des espèces sur la ligne du haut. Deux espèces sont d'autant plus **apparentées** que leur ancêtre commun est **récent**. Trois erreurs de lecture à éviter : croire qu'une espèce actuelle **descend** d'une autre espèce actuelle ; lire une espèce comme « plus évoluée » qu'une autre ; et supposer que l'ordre d'affichage traduit une proximité.

La **co-évolution** désigne l'évolution **conjointe** de deux espèces en interaction, chacune exerçant une pression de sélection sur l'autre : parasite et hôte, plante et pollinisateur. Elle produit des ajustements réciproques parfois très étroits — une fleur dont la corolle a la longueur exacte de la trompe d'un insecte —, et elle rend chaque partenaire **dépendant** de l'autre, ce qui fragilise l'ensemble si l'un disparaît.

EXPLOITER UN ARBRE PHYLOGÉNÉTIQUE CONSTRUIT SUR DES SÉQUENCES

- ① Identifier les **espèces** comparées et la **molécule** utilisée pour la comparaison.
- ② Repérer les **nœuds** : chacun figure un **ancêtre commun hypothétique**, jamais une espèce actuelle.
- ③ Comparer les parentés par la **position des nœuds**, non par l'ordre d'affichage.
Deux espèces voisines sur la ligne du haut peuvent avoir un ancêtre commun très ancien.
- ④ Rapporter le **nombre de différences** entre séquences à l'ancienneté de la divergence.
 $12 \div 4 = 3$
Douze différences pour quatre millions d'années, soit trois par million d'années.
- ⑤ Conclure en termes de **parenté**, et jamais en termes de degré d'évolution.

À VÉRIFIER

- Ai-je vérifié l'**effectif** avant de conclure à la **sélection naturelle** ?
- Ai-je nommé l'**avantage** conféré, et **dans quel milieu** ?
- Ai-je envisagé la **dérive génétique**, le goulot d'étranglement, l'effet fondateur ?
- Ai-je défini la **spéciation** par l'**isolement reproductif** ?
- Ai-je lu l'arbre par ses **nœuds** et non par l'ordre d'affichage ?
- Ai-je évité de parler d'espèce « plus évoluée » ?

À RETENIR

- **Sélection naturelle** : tri par le **milieu** ; elle ne produit pas la variation.
- **Dérive génétique** : effet du **hasard**, d'autant plus fort que l'effectif est petit.
- Les deux font varier les fréquences ; une seule dépend de l'**avantage**.
- **Goulot d'étranglement** et effet **fondateur** amplifient la dérive.
- **Spéciation** = établissement d'un **isolement reproductif**.
- **Allopatrique** : séparation géographique. **Sympatrique** : sans barrière géographique.
- L'espèce est un **outil** de description : les cas limites sont attendus.
- **Phylogénie moléculaire** : moins de différences = divergence plus récente.
- Un **nœud** est un **ancêtre commun hypothétique**.
- Aucune espèce actuelle ne descend d'une autre espèce actuelle.
- « Plus évolué » n'a pas de sens : toutes les lignées ont la même ancienneté.
- **Co-évolution** : ajustements réciproques, et dépendance mutuelle.