

TP8 : Notion d'espèce et processus de spéciation

Les forces évolutives telles que la sélection naturelle ou la dérive génétique engendrent des écarts au modèle théorique de Hardy-Weinberg, aboutissant à l'évolution des fréquences alléliques des populations, et donc à l'évolution des espèces. **On cherche ici à définir la notion d'espèce et à caractériser les processus pouvant aboutir à la spéciation, c'est-à-dire à l'apparition de nouvelles espèces.**

DOCUMENT RESSOURCE

DOCUMENT 1—La notion d'espèce, une longue histoire des sciences

Dans son livre *l'Origine des espèces*, Charles Darwin écrivait « *Je ne discuterai pas non plus ici les différentes définitions que l'on a données du terme espèce. Aucune de ces définitions n'a complètement satisfait tous les naturalistes, et cependant chacun d'eux sait vaguement ce qu'il veut dire quand il parle d'une espèce.* »

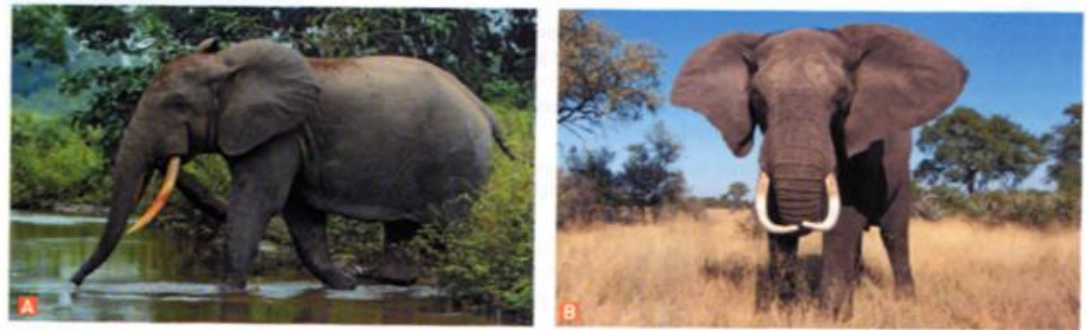
En effet la définition de ce qu'est une espèce est un débat de longue date entre les scientifiques : Pour Georges Buffon (1797-1788) une espèce était caractérisée par des individus interféconds, même s'ils ne se ressemblaient pas, pour Georges Cuvier (1769-1832), au contraire, seule la ressemblance permettait de caractériser une espèce, pour Darwin, l'idée même de la réalité biologique du regroupement en espèce était discutable ...

Actuellement, la définition biologique de l'espèce est basée sur un ensemble de trois critères :

- **Critère d'interfécondité** : les individus d'une même espèce doivent théoriquement et effectivement se reproduire et avoir une descendance fertile
- **Critère phénétique** : les individus d'une même espèce présenter une ressemblance traduisant une parenté
- **Critère moléculaire** : les individus d'une même espèce doivent être isolés génétiquement des autres espèces, c'est-à-dire que leurs génomes doivent se ressembler davantage qu'ils ne ressemblent aux génomes d'autres espèces. Ceci indique qu'ils ne se reproduisent qu'entre eux et donc n'échangent pas d'allèles avec les autres espèces

DOCUMENT 2—Populations ou espèces d'éléphant ...

Jusqu'au début des années 2000, on distinguait deux espèces d'éléphants, sur la base de nombreux critères, morphologiques et géographiques : l'éléphant d'Asie et l'éléphant d'Afrique. En Afrique, les éléphants de forêt et les éléphants de savanes étaient alors considérés comme deux populations de la même espèce, coexistant, se fréquentant peu mais pouvant *a priori* s'accoupler.

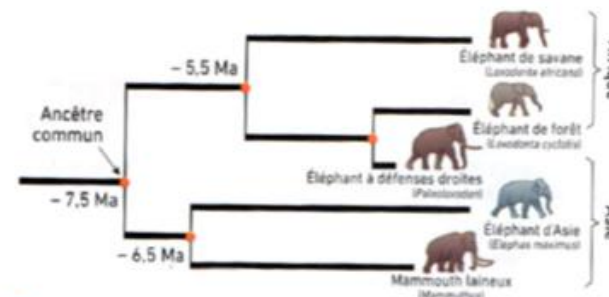


Les éléphants de forêt (A) sont plus trapus que les éléphants de savane (B) et leurs défenses plus longues. Ils sont plus rares et se reproduisent moins (les femelles ne sont fertiles que vers 20 à 25 ans et le temps entre deux gestations est de 5 à 6 ans).

Entre 2010 et 2018, plusieurs équipes de chercheurs ont analysé l'ADN des éléphantidés actuels et d'éléphantidés aujourd'hui disparus (le mammouth laineux et l'éléphant à défenses droites). Quatorze génomes ont ainsi été séquencés et analysés et ont permis de reconstituer un arbre phylogénétique* (C). Alors que des phénomènes d'hybridation sont souvent observés entre espèces apparentées, les chercheurs n'ont trouvé aucune

trace d'hybridation entre les génomes appartenant aux éléphants de forêt et ceux de savane.

Il n'y a plus de doute : l'éléphant de savane (*Loxodonta africana*) et l'éléphant de forêt (*Loxodonta cyclotis*), bien que vivant dans des milieux géographiquement proches, n'échangent plus de gènes depuis au moins 500 000 ans : ils doivent être considérés comme deux espèces distinctes.



Arbre phylogénétique établi par analyse d'ADN de différentes espèces d'éléphantidés.

Le principe de construction d'un arbre phylogénétique

- À partir de l'analyse de séquences d'ADN, les chercheurs établissent le pourcentage de similitudes entre les génomes. Logiquement, on considère que plus deux espèces partagent des similitudes, plus elles ont un ancêtre commun récent.
- À partir de différentes données (datation des fossiles, estimation du taux de mutations), on peut dater approximativement la divergence des lignées.

Document 3 – Spéciation des papillons Diane



◀ Zerynthia
cassandra



Zerynthia ▶
polyxena

Zerynthia cassandra ou *Zerynthia polyxena* ? Ces deux papillons appartiennent à deux espèces « jumelles ». Très semblables morphologiquement, elles se différencient par la forme de leurs organes reproducteurs, empêchant toute hybridation. Les grandes ressemblances constatées laissent cependant supposer une origine commune pour ces deux espèces. Leurs aires de répartition actuelles (cf. ci-dessous carte 3) et l'histoire géographique de cette région permettent de proposer un scénario évolutif ayant conduit à cette spéciation.



Carte 1 : Répartition supposée de l'espèce ancestrale Z avant les dernières glaciations



Carte 2 : Répartition supposée de l'espèce ancestrale Z pendant les glaciations du quaternaire



Carte 3 : Aires actuelles de répartition des deux espèces (Z. cassandra en bleu et Z. polyxena en violet)

Durant la dernière glaciation du quaternaire, le climat général en Europe est devenu trop froid et trop sec pour de nombreuses espèces adaptées aux climats tempérés. Certaines se sont maintenues dans des zones aux climats plus doux, dites zones refuges, comme le sud de l'Italie ou le sud des Balkans. C'est le cas de l'espèce ancestrale hypothétique (que l'on nomme ici espèce Z) à l'origine des deux espèces actuelles de *Zerynthia*.

Ainsi l'espèce de papillon Z dont l'aire de répartition initiale est représentée en bleu sur la carte 1 se trouve, lors des dernières glaciations, divisée en deux sous-ensembles (carte 2).

Deux populations sont alors géographiquement séparées. Leurs histoires évolutives divergent car des différences génétiques s'accumulent indépendamment dans chaque population.

A la fin de la période de glaciation, les aires de répartition des papillons s'étendent à nouveau vers le nord, jusqu'à se rencontrer au niveau de la plaine du Pô. Mais l'espèce ancestrale a divergé en deux nouvelles espèces dont les individus ne sont plus interféconds même s'ils peuvent aujourd'hui se rencontrer dans le nord de l'Italie.

Questionnement

Q1 - A partir des documents 1 et 2, discutez de la non-appartenance à une même espèce des éléphants des forêts et des éléphants des savanes.

Q2- (Doc3) Proposez un schéma des étapes de formation des deux espèces jumelles de papillon Diane à partir de la population ancestrale Z.

Votre schéma devra contenir au minimum les mots :

- | | |
|--------------------------|---|
| - Espèce | - Isolement géographique |
| - Population | - Flux de gène |
| - Evolution des génomes | - Forces évolutives (précisez le nom d'une ou plusieurs des forces évolutive étudiées précédemment) |
| - Isolement reproducteur | - Modification de l'environnement |

Questionnement

Expliquez comment la présence de Brochet peut entraîner une modification des populations de Corégones, pouvant à terme aboutir à une spéciation.

(A traiter comme un exercice de type 2)

Des populations face à la pression du milieu biotique

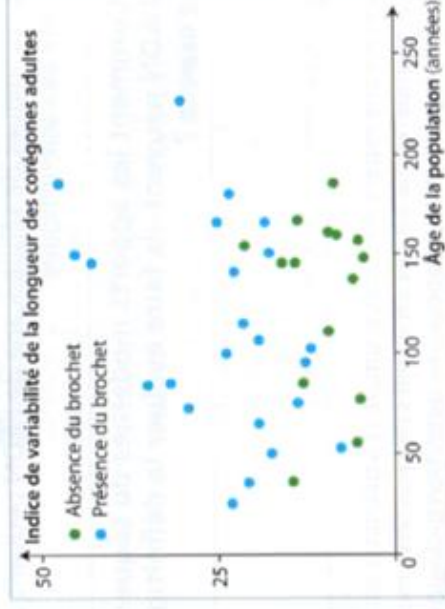
Le Corégone (*Coregonus lavaretus*) est un poisson d'eau douce qui vit notamment dans les lacs scandinaves. Dans certains lacs suffisamment vastes et profonds, deux populations de Corégones coexistent : des individus « géants » qui dépassent souvent 1 kg, et des individus « nains », qui atteignent



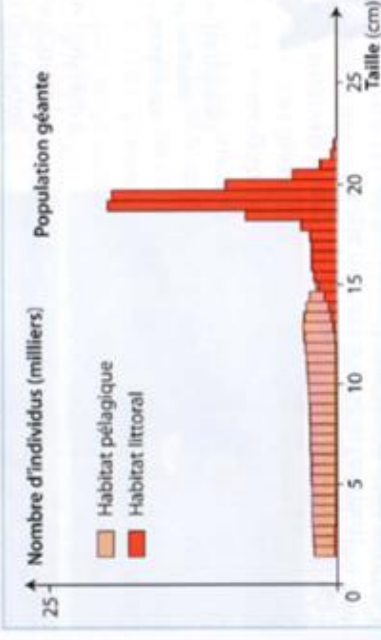
a Des corégones de tailles différentes

rarement 100 grammes. Les deux populations restent génétiquement très proches. Si elles conservent la possibilité de se reproduire entre elles, leur descendance montre un faible taux de survie (malformations, faible succès reproducteur, etc.).

Source : G. Öhlund, bioRxiv (2019)



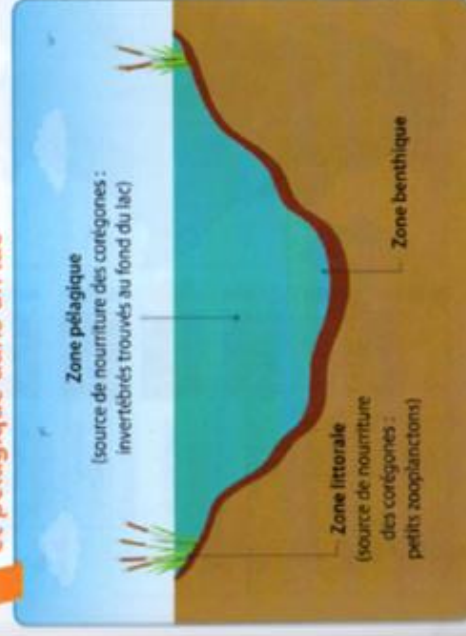
b Influence de la présence du Brochet (*Esox lucius*), un prédateur des Corégones, sur la taille des individus



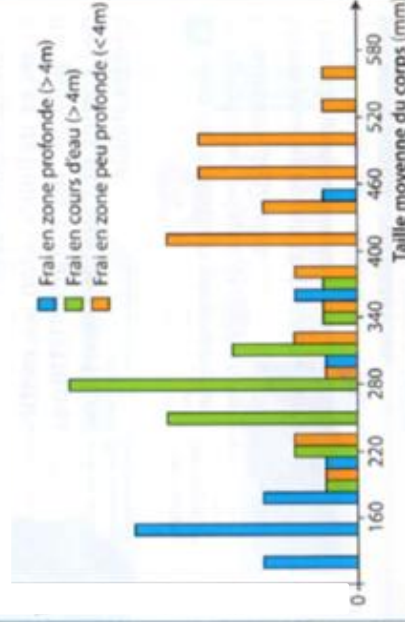
c Distribution géographique des corégones en fonction de leur taille

Le Brochet, leur prédateur, occupe la zone littorale et peut capturer des proies d'une taille maximale de 18 cm.

d Caractéristiques des zones littorale et pélagique dans un lac



e Zone de frai des Corégones en fonction de la taille des individus



Frai = chasse pour se nourrir chez les poissons