

Chapitre 3 : De la diversification des êtres vivants à l'évolution de la biodiversité

Acquis dans les classes précédentes : livre p 10

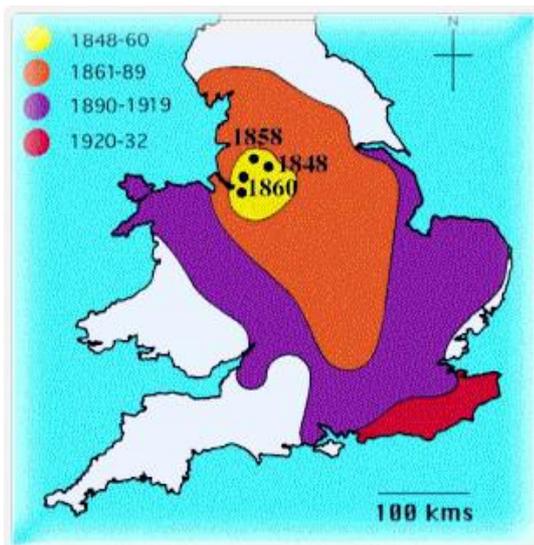
mots/expressions clés : biodiversité, modification au cours du temps, fréquence allélique, sélection naturelle, dérive génétique, hasard.

I) Mécanismes à l'origine de la modification de la diversité des populations au cours du temps

Voir TP5

1. Rôles des modifications du milieu de vie et de la prédation

exemple de la phalène du bouleau voir p 64



Doc 1 . Extension des formes carbonaria

On constate ici la faible dispersion des formes sombres entre 1848 et 1860 puis leur extension importante vers l'est jusqu'en 1932.

Doc 2 Distribution des fréquences des deux formes vers la moitié du XXème siècle, à l'est régions très industrielles et à



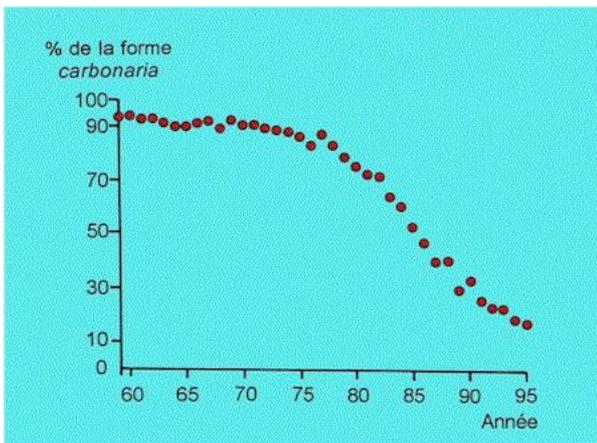
l'ouest régions plus agricoles



Doc. 3 M. Fallies Gare et usines à Saint Denis

Collection Musée de l'Ile-de-France, château de Sceaux
- cliché P. Lemaitre
Début 20ème siècle

Au cours de la révolution industrielle les régions les plus à l'est ont subi une pollution qui a noirci les façades et la végétation en raison de la suie dégagée par les hauts fourneaux qui brûlaient le charbon.



Doc 4. Pourcentage des formes Carbonaria dans la banlieue de Liverpool après la mise en place du Clean act. *Le déterminisme génétique de la coloration des Phalène est monogénique et autosomique, l'allèle carbonaria (C) étant dominant sur l'allèle typica (c)*

BBC Time line : 5 July 1956

Worsening pollution prompts the passing of the Clean Air Act

The Clean Air Act was part of a general move towards a cleaner environment, directed in particular against the burning of coal in urban areas. The Act was in response to the severe London smog of 1952, which killed more than 4,000 people. Another Clean Air Act followed in 1968.

Source : http://genet.univ-tours.fr/gen001700_fichiers/htm/gen12ch8a.htm

Sous l'effet de la pression du milieu exercée

- par les prédateurs ;
- par le changement de couleur des troncs d'arbres en raison de la pollution ;

la diversité phénotypique des populations de phalène change au cours des générations.

En effet les papillons homochromes (dont la couleur est identique à celle de leur support) sont moins facilement repérés par les prédateurs et peuvent se reproduire avant d'être consommés par les oiseaux. Ils transmettent ainsi plus facilement leurs allèles.

Définition :

La **sélection naturelle** est la variation non aléatoire de la fréquence des allèles dans une population. Dans un milieu donné certains allèles donnent un avantage à ceux qui les portent et qui ont ainsi plus de chances de vivre jusqu'au moment de leur reproduction.

Cet exemple montre que la sélection naturelle s'exerce en fonction du milieu de vie.

2. Rôle de la concurrence entre êtres vivants

Exemple des pinsons de Darwin

En TP nous avons montré que la concurrence entre *Geospiza fortis* et *G. magnirostris* dans un contexte de sécheresse avec une production de graines de *Cistidus* faible a entraîné une diminution de la proportion d'oiseaux à bec épais et court et une augmentation de la proportion d'oiseaux à bec plus fin capables d'exploiter les petites graines d'*Opuntia*.

Remarque : on a pu relier cette modification de la forme du bec à une modification de l'expression d'un facteur de croissance pendant le développement embryonnaire.

Cet exemple montre que la concurrence entre êtres vivants participe à la sélection naturelle.

3. Rôle de la dérive génétique

Exemple des Éléphants du Parc Addo p 66 et TP5

Dans cet exemple on observe une modification importante de la fréquences de l'allèle Xi- :

- 68,4 % en 1931
- 93 % en 1987 (données issues de la simulation réalisées à partir de l'effectif réel)

SVT TS Thème 1A 3 – Chapitre 3 : De la diversification des êtres vivants à l'évolution de la biodiversité

La population des éléphants du parc Addo était de petite taille (11 éléphants en 1931) et l'échantillon de départ n'était pas représentatif d'une population naturelle d'éléphants. Dans ces conditions la dérive génétique a été très marquée et les éléphants sans défenses se sont répandus dans la population, alors que leur phénotype ne leur conférait pas, bien au contraire, d'avantage sélectif.

Définitions :

La **dérive génétique** est la modification aléatoire de la fréquence d'un allèle dans une population au cours des générations successives.

L'**effet fondateur** est la perte de la diversité génétique d'une population issue d'une autre par isolement d'un très petit nombre d'individus.

Le **hasard** intervient également à d'autres niveaux :

perturbations majeures de l'environnement par exemple :

- la disparition des Dinosaures il y a 65 Ma liée à des changements majeurs sur Terre
- la tempête qui a emmené la population ancestrale de pinsons sur l'île des Galapagos
- Prédation intense exercée par les chasseurs d'éléphants puis décision de créer des Parcs

BILAN : La diversité du monde vivant est en partie décrite sous l'angle de la diversité des espèces répertoriées par l'homme.

L'évolution est la transformation des populations qui résulte de différences de survie du nombre des descendants.

II) L'émergence de nouvelles espèces

1. Exemple des moustiques du métro de Londres

Les moustiques, **Culex pipiens**, se nourrissent de préférence sur des oiseaux et vivent dans des espaces ouverts. Ce moustique ne peut se reproduire qu'après un repas de sang de la femelle. En hiver, cette espèce rentre en vie ralentie (période pendant laquelle son métabolisme devient très bas).

Il existe une forme **Culex pipiens molestus** qui se nourrit sur les mammifères, qui peut vivre dans des espaces confinés et qui peut se reproduire sans qu'un repas de sang soit nécessaire. De plus il n'y a pas de période de vie ralentie. Ces deux entités coexistent dans de nombreuses régions où elles se reproduisent et donnent une descendance fertile, en Egypte, par exemple, il est impossible de les différencier en fonction de leur mode de vie ou de leur physiologie.

On a découvert, dans les couloirs du métro de Londres, vieux de plus d'un siècle, des moustiques de la forme **molestus** exclusivement. Le **Culex pipiens** de surface ne se croise plus avec la forme présente dans le métro et ce même en laboratoire. De plus l'analyse du génome des deux types de moustiques montre des différences nettes. Les différences génétiques trouvées chez ces moustiques sont telles qu'on aurait pu penser que des milliers d'années avaient été nécessaires à leur mise en place mais l'étude génétique de la forme **molestus** permet de penser que ces moustiques sont le fruit d'une colonisation unique, locale, depuis moins de 100 ans, du métro de Londres. Il faut noter que, dans le métro, les moustiques trouvent une température chaude et stable toute l'année, des flaques d'eau et une nourriture abondante. Ainsi ils peuvent se reproduire plusieurs fois par an quand leurs cousins de surface doivent hiberner.

Dans ce cas deux populations de moustiques se sont retrouvées physiquement isolées l'une de l'autre et se sont reproduites indépendamment sans plus jamais échanger de gènes. On constate au bout d'une centaine d'années (cas particulier lié à des conditions particulière) que ces

SVT TS Thème 1A 3 – Chapitre 3 : De la diversification des êtres vivants à l'évolution de la biodiversité

moustiques ont des différences au niveau de leur comportement, de leur cycle reproducteur, de leur milieu de vie et de leurs allèles. De plus ces populations ne sont plus capables de se reproduire même au laboratoire. Ce sont des espèces différentes.

Ici, la **spéciation** fait intervenir un effet fondateur important et les mécanismes de dérive génétique et de sélection naturelle.

2. Cas des semi-espèces

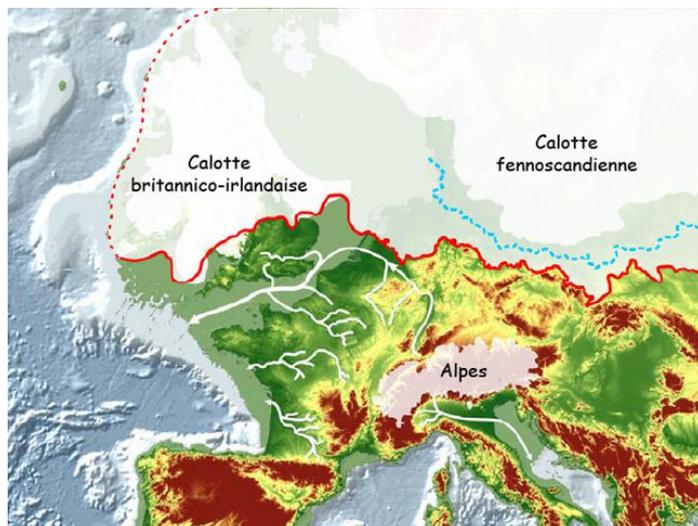
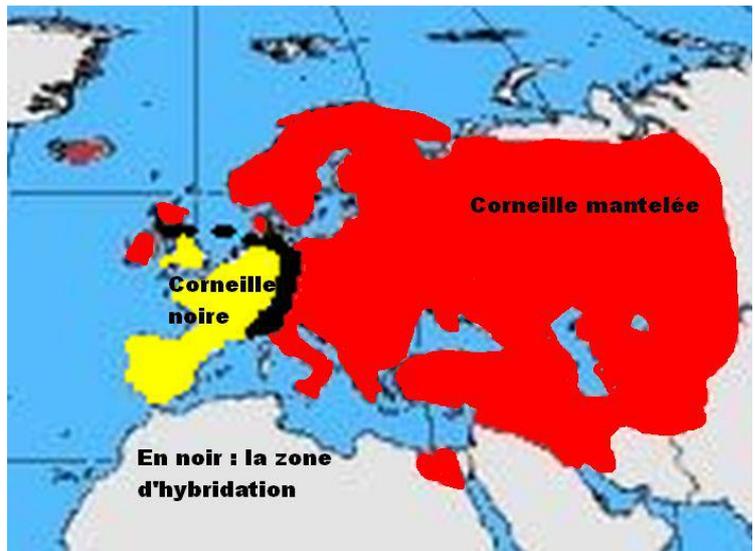
Il existe en Europe deux espèces de Corneilles :

- les corneilles noires (*Corvus corone corone*)
- les corneilles mantelées (*Corvus corone cornix*)

qui se répartissent comme indiqué sur la carte de répartition ci-contre.

Des couples mixtes féconds existent dans la zone de contact (noire) sur une longueur de 2100 Km et une largeur de 100 Km en moyenne.

On propose le modèle suivant pour expliquer la divergence des corneilles en 2 populations. Lors des glaciations de l'ère quaternaire, l'aire de répartition d'une espèce de Corneille habitant l'Europe a été séparée en deux par la progression des glaciers vers le sud (carte ci-dessous : Carte de l'extension des calottes glaciaires entre 240 000 ans et 120 000 ans). On peut situer les zones où se sont réfugiées les corneilles à la péninsule ibérique (Espagne) et aux Balkans.



Séparées géographiquement ces deux populations ont pu diverger l'une par rapport à l'autre, avant que le retrait des glaces ne leur permette de recoloniser les espaces perdus. Cependant leur divergence n'a pas conduit à un changement de **niche écologique** (ensemble des conditions dans lesquelles vit et se perpétue la population) et ces deux semi-espèces continuent d'utiliser les mêmes ressources, ce qui les empêche de cohabiter.

Les corneilles d'Europe ont été séparées **géographiquement** il y a plus de 120 000 ans avant que le retrait des glaces ne leur permette de coloniser à nouveau l'Europe du nord. On constate cependant que la Corneille Noire et la Corneille mantelée, même si elles sont capables de s'hybrider, ne cohabitent que sur une étroite bande à la frontière entre leurs deux habitats.



Corneille mantelée



Hybride



Corneille noire

-espèces, capables de se reproduire mais vivant dans les lieux séparés interdisant l'échange de

SVT TS Thème 1A 3 – Chapitre 3 : De la diversification des êtres vivants à l'évolution de la biodiversité

gènes entre la plus grande partie d'entre eux en raison de l'exploitation de la même niche écologique.

Remarque : le cas des **espèces jumelles** (doc 21 p 70) comme *Zerynthia cassandra* et *Z. polyxena* est symétrique de l'exemple précédent. Dans ce cas l'isolement géographique ne s'est pas traduit par une dissemblance visuelle mais par une différence génétique suffisante pour interdire la reproduction des papillons qui appartiennent donc à deux espèces différentes.

3. Cas d'espèces situées sur le même territoire

Rappel : exemple du blé

La polyploïdisation du blé a entraîné l'apparition de nouvelles espèces qui ne peuvent plus se reproduire entre elles pour des raisons chromosomiques et qui présentent des caractéristiques différentes.

Faire question doc 2 p 71

Bilan : la définition d'une espèce est parfois délicate et il s'agit d'utiliser des critères variés qui permettent d'apprécier le caractère plus ou moins distinct de deux populations.

III) Définition de l'espèce

1. Evolution du concept au cours du temps

doc 1 p 68

« Une espèce est un ensemble d'individus qui engendrent, par reproduction, d'autres individus semblables à eux-mêmes. ... Nous comptons aujourd'hui autant d'espèces qu'il y a eu au commencement de formes diverses créées. »

Carl von Linné (1736)

Au XVIII^{ème} siècle la ressemblance morphologique -**critère phénotypique** - et la descendance - **critère d'interfécondité** - étaient les critères retenus pour regrouper les individus appartenant à la même espèce.

Au XX^{ème} siècle une espèce est définie comme un groupe de populations réellement ou potentiellement capables de se croiser et qui du point de vue de la reproduction est isolé dans la nature, des autres groupes ayant les mêmes propriétés.

Mais que faire des espèces qui ne se reproduisent pas de manière sexuée ou des espèces différentes qui s'hybrident occasionnellement et donnent des hybrides fertiles (chien domestique et loup gris par exemple)

Au XXI^{ème} siècle on utilise, en plus de ces critères, la notion **de flux de gènes** entre deux populations. Voir exemple des fourmis doc 3 p 69.

Guillaume Lecointre décrit, par exemple, l'espèce **comme un flux générationnel non divisé.**

Le concept d'espèce s'est ainsi modifié au cours de l'histoire de la biologie.

Définir une espèce revient en fait à apprécier le caractère plus ou moins distinct de deux populations.

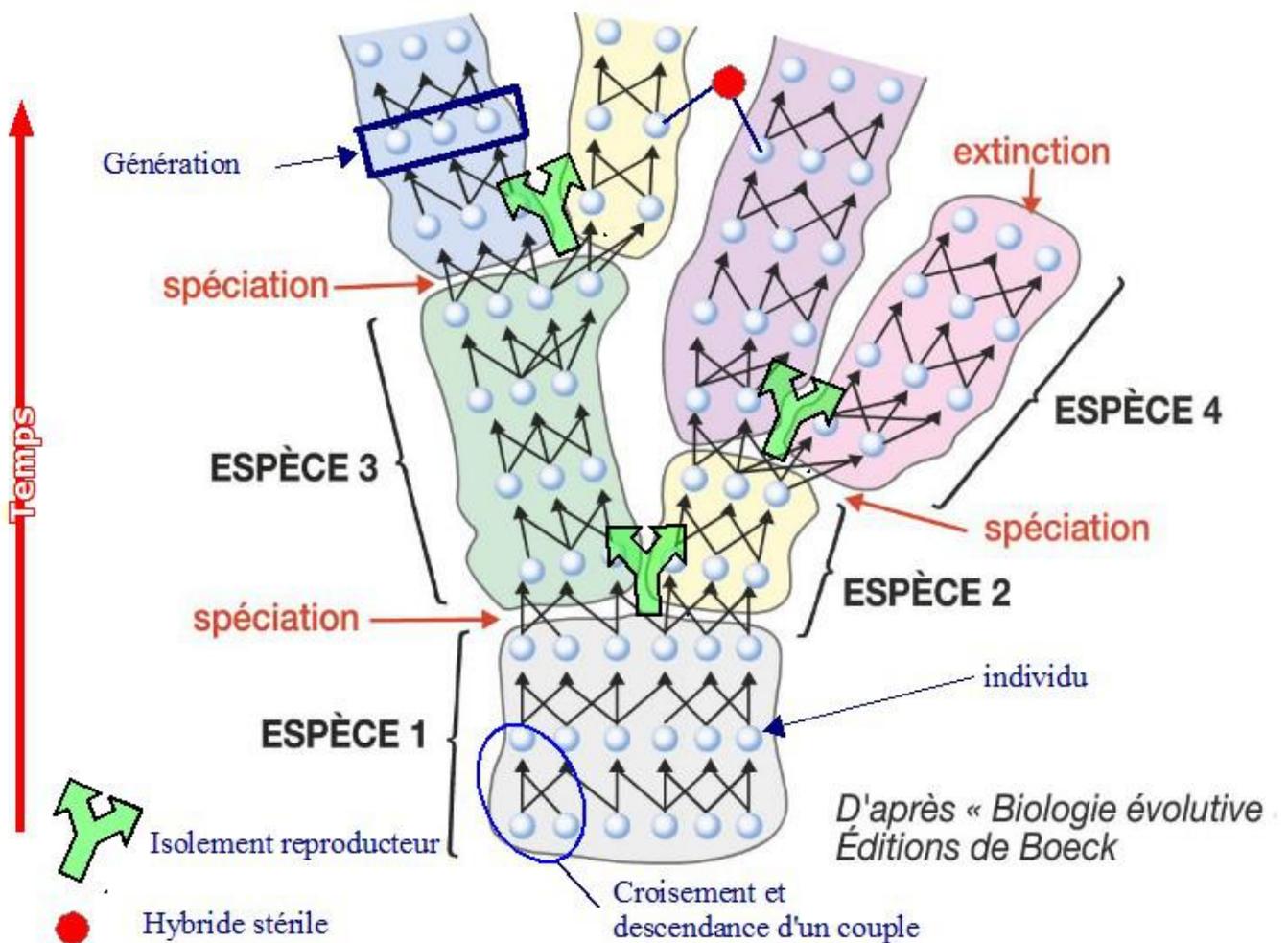
2. De l'individu à la population et de la population à l'espèce

On appelle **spéciation** les processus à l'origine d'une nouvelle espèce. Si tous les individus qui composent une espèce disparaissent sans avoir eu de descendants fertiles ou si une espèce s'hybride avec une autre espèce en produisant des hybrides fertiles qui échangent des allèles, on dit que l'**isolement génétique** cesse, alors l'espèce disparaît.

Ainsi, une espèce n'est définie que durant un laps* de temps fini.

* une période

Une espèce peut donc être considérée comme une population d'individus suffisamment isolés génétiquement des autres populations.



De l'individu à la population et de la population à l'espèce