



UNIVERSITÉ
BORDEAUX
S E G A L E N

Licence Biologie - UE Biologie animale

La spéciation

Étienne Roux

*Adaptation cardiovasculaire à l'ischémie INSERM U 1034
UFR des Sciences de la Vie Université Bordeaux Segalen*

contact: etienne.roux@u-bordeaux2.fr

support de cours :

*plateforme pédagogique l'UFR des sciences de la Vie
e-fisio.net*

plan du cours et descriptif de compétences (format pdf)

diaporama du cours (format ppt)

processus par lequel une espèce mère se scinde en plusieurs espèces filles.

espèce, taxonomie et nomenclature

La taxinomie traditionnelle : sept catégories :

- l'espèce,
- le genre,
- la famille,
- l'ordre,
- la classe,
- l'embranchement (ou phylum)
- et le règne.

Taxinomie cladistique : emboitement de taxons phylétiquement proches

nomenclature binomiale ou linnéenne (de Carl Linné (1707-1778))

- 1. nom du genre (avec majuscule)
- 2. adjectif d'espèce (sans majuscule)

exemples :

Canis lupus (le loup)

Avena fatua (la folle avoine)

Staphylococcus aureus (le staphylocoque doré)

concept d'espèce phénétique ou morphologique

Selon le concept d'espèce phénétique, l'espèce est définie comme un ensemble d'organismes qui se ressemblent entre eux, tout en étant différents des autres.

concept d'espèce « biologique »

Selon ce concept, l'espèce est une communauté d'individus interféconds.

« Les espèces sont des groupes de populations dont les membres peuvent se croiser entre eux, réellement ou potentiellement, et qui sont reproductivement isolés des autres groupes ». (Ernst Mayr, 1942).

concept d'espèce écologique

Selon ce concept, les populations sont poussées à constituer des ensembles phénétiques que nous distinguons en tant qu'espèces parce que les processus écologiques qui contrôlent le partage des ressources tendent à produire de tels ensembles.

L'espèce a-t-elle une existence réelle ou une existence nominale ?

conception réaliste de l'espèce : les espèces forment des entités discrètes, c'est-à-dire séparées les unes des autres. Il y a discontinuité.

conception nominaliste de l'espèce : les espèces constituent une série continue dans la nature. La discontinuité entre espèces n'est due qu'aux mots qu'on emploie pour les désigner.

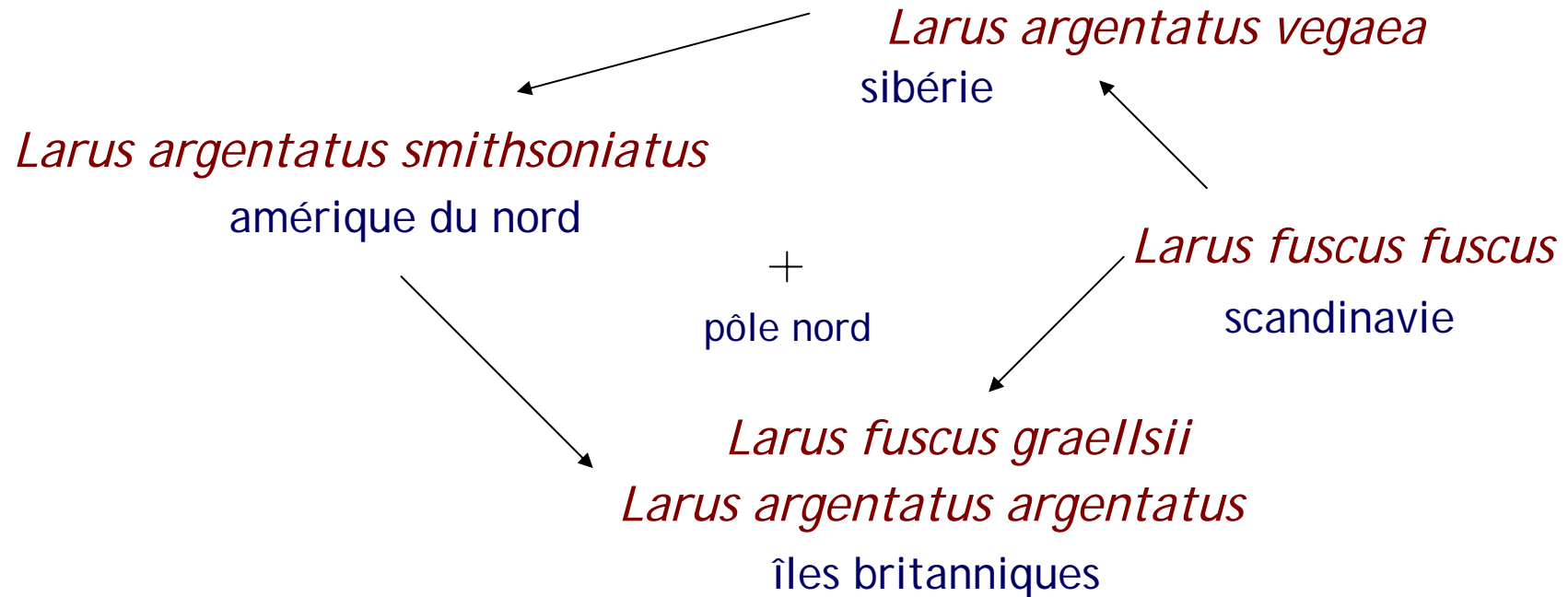
continuum et discontinuité : les espèces annulaires

La notion d'espèces

continuum ou discontinuité

Goéland argenté (*Larus argentatus*) : forme britannique
différentes sous-espèces : îles britanniques, Sibérie, Amérique du nord

Goéland brun (*Larus fuscus*)
différentes sous-espèces: Scandinavie, îles britanniques



1^{re} hypothèse

le flux génique est le principal responsable du maintien de l'identité de l'espèce (théorie du flux génique) (E. Mayr)

flux génique : tend à réduire les divergences locales à l'intérieur d'une espèce. « Une population ne peut pas se modifier énormément tant qu'elle est exposée aux effets normalisateurs du flux génique » (E. Mayr).

absence d'interfécondité → une divergence entre les populations reproductivement isolées les unes de autres.

2^e hypothèse

la pression de sélection est la principale responsable du maintien de l'identité de l'espèce (théorie adaptative) (G. G. Simpson)

les espèces sont adaptées aux ressources dont elles dépendent. Si les ressources discontinues, sélection adaptative → divergence malgré les effets normalisateurs du flux génique.

Une divergence peut-elle apparaître et se maintenir malgré le flux génique ?

exemple d'*Agrostis tenuis* (Agrostide capillaire)

Les terrils des sites métallurgiques peuvent contenir des concentrations élevées de cuivre, plomb, zinc, qui font que peu de végétaux y puissent.

Bradsham a étudié la génétique écologique des populations d'*A. tenuis* colonisant les crassiers de Grande-Bretagne. Sa pollinisation se fait par le vent, et les nuages de pollen dépassent la limite des crassiers (hybridation entre variants métallosensibles et métallorésistants).

Les génotypes sont différents sur le crassier et dans son voisinage.
crassiers : phénotype métallorésistant
voisinage du crassier : phénotype métallosensible.

un flux génique existe-t-il entre les variants?

Si les périodes de floraison entre les 2 variants diffèrent, quelle conséquence sur le flux génique?

La cohésion de l'espèce peut-elle être maintenue en absence de flux génique ?

exemple de l'Escargot des bois (*Cepaea nemoralis*) dans les vallées des Pyrénées

Ochman et al. ont étudié la divergence au sein de populations d'escargots des bois *Cepea nemoralis* dans les Pyrénées. *C. nemoralis* vit rarement au-dessus de 1500 m d'altitude, et ne dépassent jamais 2000 m

Les auteurs ont étudié les variations de colorations des coquilles sur 197 populations d'escargots.

La répartition de couleur des coquilles (jaune /rose) est similaire dans les vallées nord et sud des Pyrénées

Le flux génique est-il nécessaire au maintien de l'uniformité de l'espèce ?

« L'existence de séries discontinues d'espèces en présence d'un spectre continu de ressources nous amènent à invoquer, en dehors de processus purement écologiques, l'isolement reproductif, [...] aspect fondamental du concept d'espèce biologique. Pour comprendre la spéciation dans la nature, nous devons vraisemblablement nous référer à ces deux concepts qui nous apparaissent ainsi comme complémentaires. »

(Mark Ridley)

« L'évènement capital dans l'origine d'une espèce nouvelle est son isolement reproductif. [...] Dès lors, la constitution d'une nouvelle espèce restera une énigme si nous ne comprenons pas comment s'installe, entre celle-ci et l'espèce ancestrale, une barrière de procréation »

(Mark Ridley).

Mécanismes d'isolement reproductif (d'après Dobzhansky, 1970)

A. *Mécanismes précopulatoires ou prézygotiques*

(préviennent la formation de zygotes hybrides)

B. *Mécanismes postcopulatoires ou postzygotiques*

(réduisent la viabilité ou la fertilité des zygotes hybrides)

Mécanismes précopulatoires ou prézygotiques

1. *isolement écologique ou d'habitat.* Dans une même région géographique, les populations occupent des habitats différents.
2. *isolement saisonnier ou temporel.* La floraison ou la copulation ont lieu à des moments différents.
3. *isolement sexuel ou éthologique.* L'attraction sexuelle entre membre d'espèces différentes est faible ou nulle.
4. *isolement mécanique.* Une incompatibilité anatomique entre organes génitaux ou floraux empêche la fécondation ou la pollinisation.
5. *isolement par les pollinisateurs.* Chez les plantes à fleurs, des espèces voisines attirent spécifiquement des insectes pollinisateurs différents.
6. *isolement gamétique.* Les gamètes mâles et femelles d'espèces différentes ne s'attirent pas mutuellement (fécondation externe) ; les gamètes ou gamétophytes d'une espèce ne survivent pas dans les conduits génitaux ou les styles d'une autre espèce.

Mécanismes postcopulatoires ou postzygotiques

1. *létalité des hybrides*. La viabilité des hybrides est faible ou nulle.
2. *stérilité des hybrides*. Les hybrides F1 d'un sexe, ou des deux, sont incapables de produire des gamètes fonctionnels.
3. *dégénérescence des hybrides*. La viabilité ou la fertilité des hybrides de deuxième génération (F2) ou de croisement en retour (backcross) est réduite.

Préférence acoustique des grillons

Il existe aux États-Unis plus d'une vingtaine d'espèce de grillons. Les mâles de chaque espèce ont un chant caractéristique. Afin de tester les préférences acoustiques des femelles, on utilise un labyrinthe en Y. L'animal est maintenu et le labyrinthe se déplace. Des haut-parleurs peuvent diffuser, de part et d'autre, des chants d'espèces différentes.

On constate que les femelles se dirigent dans la direction du chant de leur propre espèce. Elles ne procréent qu'avec un mâle qui le chante.

Reproduction des batraciens

Il existe aux États-Unis deux espèces de crapauds apparentés, *Bufo fowleri* et *Bufo americanus*. Dans le centre et l'est des États-Unis, *B. americanus* se reproduit plus tôt que *B. fowleri*. On ne trouve pas d'hybride dans ces régions. Dans le Michigan et l'Indiana, les deux espèces se reproduisent au même moment, et on trouve un hybride fertile et vigoureux.

Mulet et bardot

Le cheval (*Equus caballus*) et l'âne (*Equus asinus*) sont deux espèces domestiques proches. Le croisement entre ces deux espèces donne un hybride (mulet = croisement d'une jument et d'un baudet ; bardot = croisement d'une ânesse et d'un étalon) stérile.

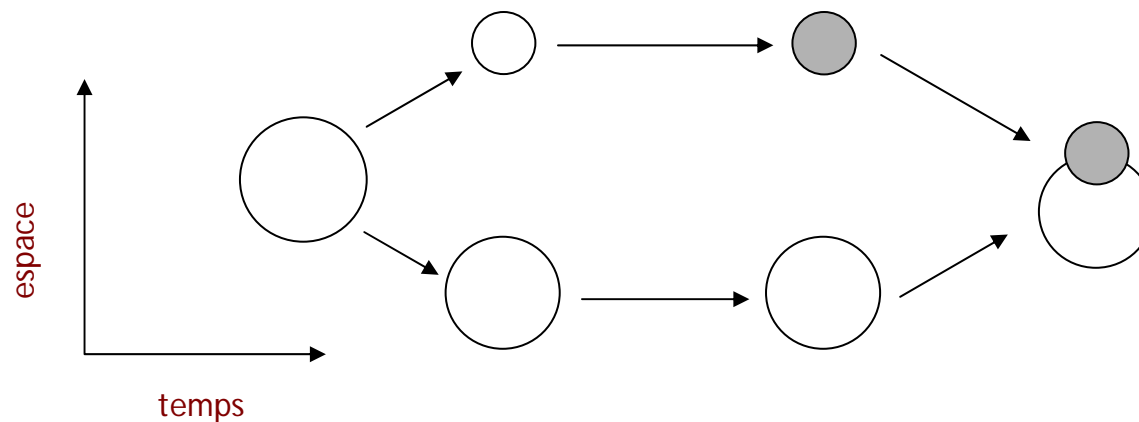
Adhérence des gamètes chez les oursins

Chez les oursins, l'adhérence du spermatozoïde à la zone pellucide de l'ovule est assurée par une protéine présente sur la tête du spermatozoïde, la bindine. La bindine se lie spécifiquement à une glycoprotéine située dans la zone pellucide. La liaison bindine-récepteur est spécifique d'espèce.

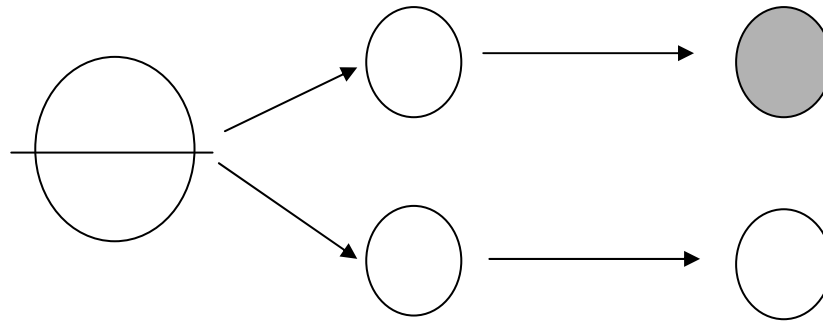
spéciation allopatrique

(*allopatrique = autre lieu*)

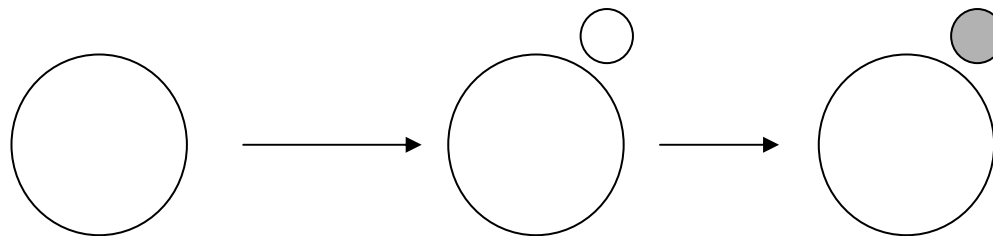
- séparation géographique d'une partie des membres de l'espèce.
- modifications différentes des deux populations géographiquement séparées dans leurs milieux distincts
- perte de l'interfécondité → deux espèces distinctes



1. modèle « en haltère » ou spéciation par subdivision.



2. la spéciation par isolat périphérique.



spéciation sympatrique

processus de divergence sans séparation géographique

a. la sélection naturelle favorise l'évolution de deux formes à l'intérieur de l'aire de répartition d'une espèce

b. Si la pression de sélection est suffisante, deux formes distinctes peuvent diverger malgré le flux génique

c. perte de l'interfécondité → deux espèces distinctes



La spéciation sympatrique existe-t-elle ?

étude de *A. tenuis* sur les crassiers métallifères

étude de deux espèces de chrysopes *Chrisopa carnea* et *C. downesi*

Deux espèces de chrysopes: *Chrysopa carnea* et *C. downesi* vivent en Amérique du Nord

C. carnea :

vert pâle au printemps et en été, brune en automne

vit en été dans champs et pré, en automne dans bosi de feuillus

se reproduit en hiver et en été

C. downesi :

vert sombre toute l'année

vit sur des conifères

reproduction au printemps

reproduction contrôlée par la photopériode

La spéciation sympatrique existe-t-elle ?

étude de *A. tenuis* sur les crassiers métallifères

étude de deux espèces de chrysopes *Chrisopa carnea* et *C. downesi*

génétique

diffèrent par 3 locus :

1 locus coloration

G1G1 : coloration C. downesi

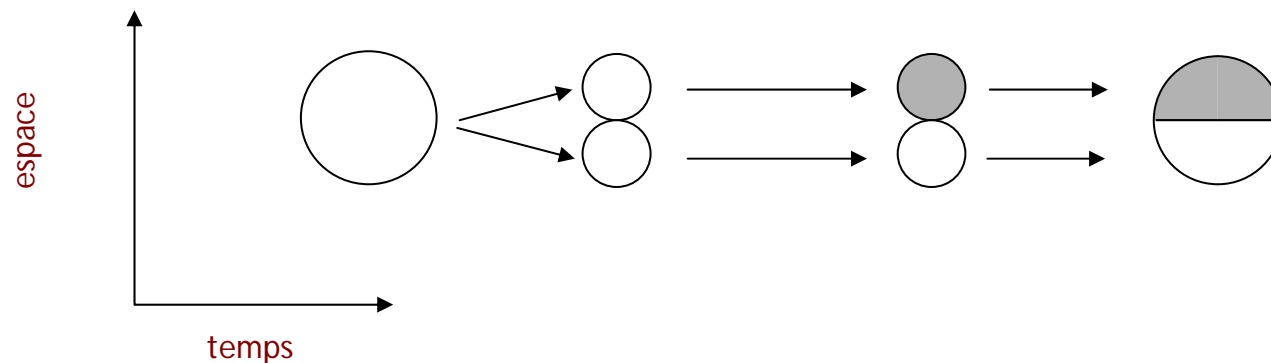
G2G2: coloration C. carnea

2 locus: photopériode

En quoi la sélection adaptative a-t-elle pu favoriser l'isolement reproductif?

spéciation parapatrique

La spéciation parapatrique (ou semi-géographique) est une situation intermédiaire entre les spéciations allopatrique et sympatrique. Dans ce cas, la divergence a lieu entre des populations contiguës.



L'indication principale en faveur d'un tel modèle de spéciation est l'existence de zone d'hybridation entre deux espèces.

Toutefois, l'existence de zone d'hybridation peut être secondaire à une spéciation allopatrique, suivie d'une modification de l'aire de répartition après la spéciation.