

PARTIE IV : LA BIODIVERSITE ET SA DYNAMIQUE

Chapitre III-A : Les mécanismes de l'évolution

Introduction

1. Approche expérimentale de l'évolution

Les mécanismes de l'évolution peuvent être approchés par l'évolution expérimentale.

- montrer le caractère aléatoire des mutations (expérience de Luria & Delbrück) ;
- définir les notions de sélection et d'adaptation (mécanisme de la Phalène du bouleau) et de dérive (expérience de Buri).

1°) caractère aléatoire des mutations : mutations spontanées

→ test de Luria et Delbrück

- hypothèses à éprouver :
 - hypothèse adaptative : la pression exercée par le milieu est responsable de l'évènement mutationnel
 - hypothèse mutationnelle : le milieu n'influe pas sur l'occurrence de l'évènement mutationnel ; la mutation est spontanée.
- protocole : **test des fluctuations** → regard sur la variance des effectifs de bactéries disposant d'allèles mutés...
- résultats

→ Bilan : → mutation = processus aléatoire qui permet l'apparition de nouveaux allèles mais aussi des conversions entre allèles (fait partie des événements possibles, $a_i \rightarrow a_j$ et réversiblement, ces deux allèles préexistant dans le pool initial)

On distingue :

- mutations neutres → en général pas de conséquence sur phénotype
- mutations à effet adaptatif en jouant sur le phénotype sur lesquels pourront jouer la sélection naturelle...

2°) adaptation et sélection : exemple du mécanisme de la Phalène du Bouleau

- données : existence de différents morphes (phénotypes), répartition des morphes au cours du temps
- interprétation initiale : idée d'une sélection fondée sur prédation
 - cependant pb : répartition suivant un cline et non conforme à l'idée du seul effet « prédation »
- une situation cependant plus complexe :
 - recherche d'un autre paramètre sélectif
 - effet migration
 - influence de la fréquence d'un trait

3°) notion de dérive génétique : expérience de Buri

→ rôle de la taille (effectif) d'une population dans l'évolution des fréquences alléliques

- étude de la fréquence de deux allèles pour le locus brown (très polymorphe) affectant la couleur des ailes chez la Drosophile : bw^{75} et bw
- suivi d'une population particulière initialement dimorphe avec $f(bw) = f(bw^{75}) = 0,5$ sur plus de 100 générations

Regard sur une succession de 19 générations avec population initiale de 16 individus, nombre maintenu à chaque génération par choix aléatoire parmi la descendance...

On compare l'évolution des fréquences alléliques moyennes associées à chaque génération à la fréquence attendue sans dérive (c'est-à-dire modèle neutre donc si conservation de fréquence !)

→ évolution importante des fréquences entre populations au fur et à mesure que les générations se succèdent : elles dérivent...

MAIS : si on fait moyenne sur toutes on oscille plus près de la fréquence initiale

CF 3.

Bilan : Mutation, sélection, dérive génétique : 3 modalités pouvant faire évoluer le pool génique (quantitativement et qualitativement) d'une population...

2. La sélection : modification possible du pool génique par le biais d'un avantage reproductif lié à certains caractères

La sélection est un processus de reproduction différentielle, où la valeur sélective (« fitness ») se mesure au nombre de descendants produits. Elle exerce un tri orienté de la diversité génétique, mais peut aussi entretenir un polymorphisme. L'espèce est formée d'un réseau de populations potentiellement interconnectées par la dispersion. Certaines populations présentent des adaptations locales (écotypes).

- montrer que la valeur sélective d'un trait génétique dépend de l'environnement ;
- différencier les notions de sélection directionnelle (cas de la Phalène du Bouleau) et de sélection balancée (cas des proportions de mâles et de femelles).

1°) le principe de sélection naturelle

- Si des caractères contribuent à améliorer le **succès reproducteur** et que leurs fréquences s'accroissent d'une génération à l'autre -**héritabilité de ces caractères**-> on peut considérer qu'il rentre dans le cadre de la sélection naturelle
- espérance de survie d'un trait : **fitness** $w = f$ (nbre moyen de zygotes produits) $\times v$ (viabilité = probabilité d'arriver à l'état reproducteur)
- distinction entre **traits sélectionnés / traits neutres** ; attention concept très fluctuant (ce qui est neutre à un instant peut devenir objet de sélection dans un autre contexte...et l'environnement passe son temps à changer !)
- 3 gds types de sélection suivant la fitness

2°) la sélection directionnelle

- **déplace la moyenne du caractère héritable sélectionné, réduit sa variance...**
- Exemple de la Phalène du Bouleau
- Elargissement : sélection dirigée (exemples en agronomie) // sélection subie (exemple des souches bactériennes résistantes aux antibiotiques en milieu hospitalier)

3°) la sélection balancée (ou équilibrée)

- contribue au maintien d'une diversité a priori non évidente...on parle pour cela de sélection diversifiante
- Situation d'avantage de l'hétérozygote : cas de l'allèle drépanocytaire en zone de malaria
- Situation de valeurs sélectives variables, fréquence-dépendantes : exemple de l'avantage des formes rares dans le maintien du sex-ratio au sein d'une population pratiquant la reproduction sexuée

Bilan : adaptation // sélection adaptative ; extrapolation aux situations coévolutives...et modèle théorique de la Reine Rouge

3. La dérive génétique : autre processus agissant sur le pool génique

1°) une variation de la structure génétique effectif-dépendante ; notion d'effectif efficace

2°) des allèles -SELECTIONNES- sous l'effet conjoint de la dérive et de la sélection, d'autres - NEUTRES- sous la seule action de la dérive

3°) un exemple d'évolution du pool génique fortement influencé par la dérive génétique : l'effet fondateur

Bilan : Importance de la dérive parmi les processus évolutifs.

-Coût du maintien d'un polymorphisme a priori sans valeur sélective particulière à un instant t.

-Théorie neutraliste de l'évolution moléculaire → application pour se constituer parmi les allèles « neutres » une (ou des) « horloges moléculaires »...

4. Evolution et spéciation

Chez les Eucaryotes, les isolements génétiques liés à la reproduction sexuée permettent de définir des espèces biologiques. Néanmoins, les transferts horizontaux et les hybridations sont des limites à ces isolements. Les espèces ne sont pas pérennes.

- manipuler deux exemples de spéciation (un exemple sympatrique, Cf. les *Spartina* européennes et un exemple allopatrique) ;

- discuter, pour les Eucaryotes, la notion d'hybridation dans le contexte de l'espèce biologique ;

- discuter la notion d'espèce chez les procaryotes en lien avec les transferts génétiques horizontaux ;

- présenter la notion d'évolution réticulée (à l'aide des deux points précédents : hybridation et transferts horizontaux) ;

- présenter les différents critères susceptibles de fonder d'autres définitions de l'espèce (phénotypique, écologique, phylogénétique).

1°) différentes façons de définir les espèces

a. l'espèce biologique

b. rapports avec l'espèce phénotypique (phénétique)

c. d'autres définitions de l'espèce : espèce phylogénique, espèce écologique

d. des limites au concept d'espèce biologique

2°) isolements génétiques liés à la reproduction sexuée et spéciation chez les Eucaryotes

→ idée majeure : importance de la rupture du flux génique pour envisager la spéciation

a. conditions de la spéciation

b. modèles de spéciation

- spéciation allopatrique : cas des pouillots en Eurasie, mésanges bleues

- spéciation sympatrique :

- étude du cas des *Spartines* : évolution réticulée de type « mutationnelle »

- autres cas : des évolutions écologiques

3°) des dynamiques évolutives à plus grandes échelles : radiations adaptatives

Conclusion