

II – Les mécanismes de l'évolution

Thème 1-A-2 Diversification génétique et diversification des êtres vivants

L'association des mutations et du brassage génétique au cours de la méiose et de la fécondation ne suffit pas à expliquer la totalité de la diversification génétique des êtres vivants. Il s'agit ici de donner une idée de l'existence de la diversité des processus impliqués, sans chercher une étude exhaustive. En outre, une diversification des êtres vivants n'est pas toujours liée à une diversification génétique.

Bilan : processus de diversification du vivant.

Connaissances : D'autres mécanismes de diversification des génomes existent : hybridations suivies de polyploïdisation, transfert par voie virale, etc.

S'agissant des gènes impliqués dans le développement, des formes vivantes très différentes peuvent résulter de variations dans la chronologie et l'intensité d'expression de gènes communs, plus que d'une différence génétique.

Une diversification des êtres vivants est aussi possible sans modification des génomes : associations (dont symbioses) par exemple.

Chez les vertébrés, le développement de comportements nouveaux, transmis d'une génération à l'autre par voie non génétique, est aussi source de diversité : chants d'oiseaux, utilisation d'outils, etc.

Objectifs et mots-clés. Il s'agit de montrer la variété des mécanismes de diversification à l'oeuvre et l'apport de la connaissance des mécanismes du développement dans la compréhension des mécanismes évolutifs.

[Limites. Un traitement exhaustif des mécanismes possibles n'est pas attendu.]

Thème 1-A-3 De la diversification des êtres vivants à l'évolution de la biodiversité

La biodiversité a été définie et présentée comme produit et étape de l'évolution. Dans les classes précédentes, il a été montré que des individus porteurs de diverses combinaisons génétiques peuvent différer par leurs potentiels reproducteurs (plus grande attirance sexuelle exercée sur le partenaire ; meilleure résistance à un facteur du milieu, aux prédateurs ; meilleur accès à la nourriture, etc.). Cette influence, associée à la dérive génétique, conduit à une modification de la diversité génétique des populations au cours du temps.

Bilan : la biodiversité et sa modification.

Connaissances :

Sous l'effet de la pression du milieu, de la concurrence entre êtres vivants et du hasard, la diversité des populations change au cours des générations.

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

Objectifs et mots-clés. On insistera sur l'existence d'une survie différentielle et sur la diversité de l'effectif des descendants des individus qui conduisent à une modification des populations. Sélection naturelle et dérive génétique sont replacées dans ce cadre global.

La diversité du vivant est en partie décrite comme une diversité d'espèces. La définition de l'espèce est délicate et peut reposer sur des critères variés qui permettent d'apprécier le caractère plus ou moins distinct de deux populations (critères phénotypiques, interfécondité, etc.). Le concept d'espèce s'est modifié au cours de l'histoire de la biologie.

Une espèce peut être considérée comme une population d'individus suffisamment isolés génétiquement des autres populations. Une population d'individus identifiée comme constituant une espèce n'est définie que durant un laps de temps fini.

On dit qu'une espèce disparaît si l'ensemble des individus concernés disparaît ou cesse d'être isolé génétiquement. Une espèce supplémentaire est définie si un nouvel ensemble s'individualise.

Objectifs et mots-clés. Dans la continuité de l'approche des classes précédentes, il convient de montrer que l'espèce est une réalité statistique, collective et que c'est dans cette optique que la spéciation peut être envisagée.

[Limites. Il ne s'agit pas de conduire à une définition incontestable de l'espèce ou de la spéciation, mais simplement de montrer que ce concept dont on ne peut aujourd'hui se passer pour décrire le monde vivant est pourtant d'une nature très délicate.]

1) Les mécanismes à l'origine de la diversification des êtres vivants

L'association des mutations et du brassage génétique au cours de la méiose et de la fécondation ne suffit pas à expliquer la totalité de la diversification génétique des êtres vivants. Il s'agit ici de donner une idée de l'existence de la diversité des processus impliqués, sans chercher une étude exhaustive. En outre, une diversification des êtres vivants n'est pas toujours liée à une diversification génétique.

Nous savons que les mutations ponctuelles touchant les cellules sexuelles sont à l'origine de nouveaux allèles.

Nous venons de voir que les duplications peuvent être à l'origine de nouveaux gènes.

Mutations et brassages ne suffisent cependant pas à expliquer la diversité des êtres vivants, et surtout son évolution dans le temps. D'autres mécanismes interviennent.

D'autres mécanismes de diversification des génomes existent

Objectifs et mots-clés. Il s'agit de montrer la variété des mécanismes de diversification à l'œuvre et l'apport de la connaissance des mécanismes du développement dans la compréhension des mécanismes évolutifs.

a) *Des hybridations entre espèces différentes*

hybridations suivies de polyploïdisation

(polyploïdie spartina)

Les hybrides obtenus en croisant des espèces proches mais de caryotypes différents sont généralement stériles, les chromosomes ne pouvant s'apparier correctement.

Cependant, un doublement accidentel du caryotype (polyploïdie) peut faire apparaître des paires de chromosomes. La méiose est alors possible, et l'hybride devient fertile.

b) *Le cas des gènes du développement*

S'agissant des gènes impliqués dans le développement, des formes vivantes très différentes peuvent résulter de variations dans la chronologie et l'intensité d'expression de gènes communs, plus que d'une différence génétique.

(bec du pinson, puis livre p.38 et 39)

Certains gènes sont impliqués dans le développement embryonnaire (gènes homéotiques, ou gènes architectes).

Ces gènes sont regroupés en vastes familles multigéniques, et se retrouvent chez les plupart des eucaryotes.

Si la chronologie ou l'intensité de leur expression est modifiée, les conséquences sur la morphologie peuvent être très importantes.

c) Des transmissions culturelles

Chez les vertébrés, le développement de comportements nouveaux, transmis d'une génération à l'autre par voie non génétique, est aussi source de diversité : chants d'oiseaux, utilisation d'outils, etc.

(chant du Pinson des arbres)

Chez l'Homme, la transmission du langage, de techniques etc ... se fait sans modification du génome.

On rencontre cette forme de transmission chez d'autres animaux (ex : chant des oiseaux), et dans certains cas on peut même parler de culture (ex : habitudes « culinaires » chez certains singes).

d) Des symbioses

Une diversification des êtres vivants est aussi possible sans modification des génomes : associations (dont symbioses) par exemple.

Certains organismes sont si étroitement liés qu'ils ne peuvent plus (ou difficilement) vivre séparément. On parle alors de symbiose. Une telle association est bénéfique pour les 2 organismes.

L'impact de ces symbioses sur l'évolution peut-être considérable : on pense ainsi que les organites des eucaryotes sont d'anciennes bactéries symbiotiques.

e) Des transferts horizontaux de gènes

transfert par voie virale

(doc Elysia)

Dans certains cas de symbiose, des transferts de gènes peuvent avoir lieu entre les 2 organismes (transferts horizontaux).

(doc placenta humain)

Ce genre de transfert peut apparaître dans d'autres situations, notamment par l'intermédiaire des virus.

2) L'évolution dans le temps de la biodiversité

Dans un milieu donné, les individus portant certains allèles sont parfois avantagés et ont plus de succès à se reproduire. Les allèles qu'ils portent ont alors tendance à se répandre dans la population. Ce phénomène est appelé sélection naturelle.

Remarque : un même caractère peut représenter un avantage dans un milieu mais un inconvénient dans un autre.

Le simple jeu du hasard peut faire disparaître certains allèles d'une population et ainsi en diminuer la diversité. Ce phénomène, qui est d'autant plus important que l'effectif est faible, est appelé « dérive génétique ».

Lorsque l'effectif initial d'une population est faible, et même si cet effectif augmente considérablement par la suite, la diversité des allèles restera faible : on parle « d'effet fondateur ».

Enfin, des catastrophes peuvent profondément affecter la biodiversité en faisant disparaître de nombreuses espèces. Si la portée est mondiale on parle de crise biologique (ex : il y a 65 Ma de nombreux groupes dont les dinosaures ont disparu suite à la chute d'une météorite).

3) De l'évolution des populations à l'évolution des espèces

Le concept d'espèce est complexe, et peut varier d'une époque à l'autre, ou d'un scientifique à l'autre.

Longtemps considérée comme un groupe d'individus qui se ressemblent (critère phénotypique), l'espèce est désormais davantage définie comme un groupe d'individus interféconds (critère reproductif) et isolé génétiquement des autres populations (critère génétique).

L'espèce n'est pas un objet figé ou éternel, les espèces se modifient, disparaissent, ou au contraire se scindent en nouvelles espèces : on parle dans ce dernier cas de spéciation.

La spéciation peut résulter d'un isolement géographique séparant 2 populations qui finissent par tant diverger génétiquement qu'elles perdent leurs capacités à s'interféconder.

Cet isolement reproductif peut aussi apparaître sans qu'il y ait isolement géographique.