

Processus de diversification des êtres vivants

La biodiversité est à la fois la diversité des écosystèmes, la diversité des espèces et la diversité génétique au sein des espèces. Elle est le résultat de l'évolution à partir des premières formes de vie ayant existé mais son état actuel correspond à une étape de l'histoire du monde vivant. La biodiversité se modifie sans cesse au cours du temps sous l'effet de processus de diversifications.

Les mutations, notamment celles des cellules germinales, génèrent de la biodiversité en créant de nouveaux allèles. Le brassage génétique assuré par la reproduction sexuée permet de nouvelles combinaisons alléliques et donc une diversité génétique des organismes. 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. Les processus impliqués dans la diversification du vivant sont divers.

1. Diversification avec modification de génomes

A. Diversification du vivant par associations de génomes

N.B. : cette partie sera traitée un peu plus tard quand nous ferons les « Plantes domestiquées »

Paspalum quadrifarium possède tous ses chromosomes en quatre exemplaires, il est tétraploïde. Un individu est dit polyploïde s'il possède plus de deux jeux complets de chromosomes. Ainsi, par la combinaison d'au moins deux génomes existants, de nouvelles espèces apparaissent. Elles présentent des combinaisons de génomes originales et donc des caractéristiques nouvelles propres.

Il existe différentes possibilités d'obtention d'espèces polyploïdes :

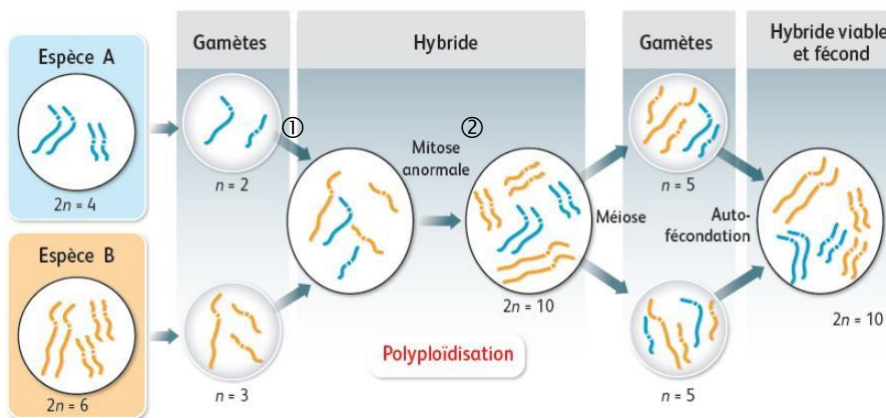
→ Dans les cas d'**autopolyploïdie**, il y a doublement du stock chromosomique d'une **même espèce**, par méiose anormale produisant des gamètes diploïdes, ou par mitose anormale.

→ Dans les cas d'**allopolyploïdie**, une hybridation **entre deux espèces** est suivie d'un doublement des chromosomes

Le mécanisme décrit permet d'expliquer comment un génome où $2n = 4$ et un génome où $2n = 6$ peuvent être combinés en un seul génome où $2n = 4 + 6 = 10$.

NB : Hybridation :

Les individus hybrides issus de tels croisements sont stériles puisque la méiose est rendue impossible par la présence de chaque chromosome en un unique exemplaire mais peuvent se reproduire via une reproduction asexuée.



Polyploïdisation

Une non séparation lors d'une mitose incomplète aboutit à rétablir des paires de chromosomes homologues. Les méioses redeviennent alors possibles

Parmi les plantes du genre *Brachypodium* (Poacées) il existe des espèces dont une à $2n = 10X$, une à $2n = 18x$ et des une à $2n = 28X$.

L'hybridation génomique révèle que la troisième possède les chromosomes de deux premières, elle résulte donc d'une hybridation. Les observations de terrain réalisées par des scientifiques permettent de retracer l'histoire évolutive de certaines espèces. Des analyses d'ADN apportent des arguments concrets en faveur du scénario historique présenté.

Les événements de polypléidisation connus sont très nombreux dans les lignées végétales (un événement est actuellement connu dans la lignée des Mycètes et quelques événements dans les lignées animales) Ils ont été nombreux dans l'histoire évolutive des êtres vivants. => **Les phénomènes d'hybridations et de polypléidisations ont joué un rôle important dans la diversification et l'évolution des êtres vivants.**

B. Diversification du vivant par transfert de gènes

Au cours de l'évolution le génome de nombreuses espèces s'est enrichi de gènes nouveaux provenant d'autres espèces.

Les études d'arbres de parenté contradictoires (donc ne racontant pas la même histoire évolutive) et les études génétiques (par exemple la recherche de séquences typiquement virales dans le génome humain) sont des arguments forts en faveur de l'existence de transferts horizontaux de gènes (par opposition au transfert vertical se faisant par reproduction sexuée des parents aux descendants)

Deux mécanismes concernent aussi bien les eucaryotes que les procaryotes :

→ le transfert d'ADN libre dans le milieu

→ le transfert par voie virale.

Un gène peut être transféré d'un individu à un autre, que ce dernier appartienne à la même espèce ou non. L'individu receveur subit donc une modification de son génome et son phénotype peut en être modifié.

*Par exemple, chez les grands primates, c'est un gène issu d'un transfert horizontal avec un virus (gène codant la **syncytine**) qui permet la formation du placenta.*

L'importance de ces transferts semble variable puisque le génome humain contiendrait 20 % de séquences d'origine virale et le génome du maïs 50 %.

Ces pourcentages, loin d'être anecdotiques, sont cependant une approche quantitative ; l'approche qualitative de l'importance évolutive des transferts horizontaux est beaucoup plus complexe.

La comparaison de séquences protéiques ou génétiques permet de construire des arbres de parenté. On considère que deux espèces possédant une molécule semblable l'ont hérité d'un ancêtre commun et sont apparentées. Les différences s'expliquent par l'accumulation de mutations ponctuelles au cours du temps suite à la duplication.

L'histoire des êtres vivants ne se résume pas à leur histoire généalogique *via* la reproduction sexuée ; d'autres mécanismes peuvent intervenir (comme les transferts horizontaux) et complexifier la représentation que nous avons de l'histoire du vivant.

=> La diversification du vivant est possible sans mutation et hors reproduction sexuée par transfert horizontal de matériel génétique

II. Diversification du vivant et modification de l'expression des génomes

Un même ensemble de gènes responsables de la mise en place du plan d'organisation est présent chez de très nombreux êtres vivants, il s'agit des gènes de développement (ou gènes homéotiques ou gènes architectes)

Tous les organismes étudiés possèdent les mêmes gènes du développement. Les gènes homéotiques conservent une organisation commune sur les chromosomes et leur position sur le chromosome est corrélée à leur région d'expression dans l'axe antéropostérieur. Seul le nombre de copies d'un gène varie d'un organisme à l'autre. Ainsi, les gènes homéotiques sont partagés par la plupart des animaux, ce qui peut paraître surprenant quand on observe la diversité de morphologie et d'anatomie de ces animaux.

La comparaison de la séquence d'homéoboxes (région de protéines contrôlant l'expression d'autres gènes par emboîtement sur l'ADN) d'espèces aussi différentes que la drosophile, l'Homme et la souris montre

une ressemblance à plus de 75 %, ce qui suggère qu'ils dérivent tous d'un même gène ancestral présent chez un ancêtre commun à tous ces organismes.

Les gènes du développement jouent un rôle très important en modulant l'expression d'autres gènes et permettent la construction de plans d'organisation différents.

→ Des gènes s'exprimant dans des territoires différents sont à l'origine de plans d'organisation différents.

→ Des variations dans l'intensité d'expression de certains gènes du développement peuvent expliquer des variations morphologiques. L'histoire évolutive des pinsons de Darwin est décrite depuis longtemps mais des données moléculaires récentes apportent une dimension supplémentaire : les formes variées des becs résultent uniquement de l'intensité et de la durée d'expression de ces gènes communs. (***Polydactylie***)

→ Des variations dans la chronologie de l'expression de gènes du développement peuvent également expliquer des variations morphologiques (***Bipédie franche chez l'adulte Humain...***)

Comme les autres gènes, les gènes du développement s'expriment à un moment donné, dans certaines cellules, avec une certaine intensité et pendant un temps donné.

Des variations dans l'intensité, la durée, la localisation ou la chronologie de l'expression de ces gènes peuvent expliquer une diversité des organismes possédant les mêmes gènes.

Ainsi, des variations d'expression des gènes du développement peuvent être à l'origine d'une diversification des êtres vivants.

III. Diversification du vivant sans modification de génomes

Une diversification des êtres vivants est aussi possible sans modification des génomes.

A. Diversification du vivant par association : la symbiose

Des individus appartenant à des espèces différentes peuvent vivre en association étroite et durable : en symbiose : Ces associations symbiotiques entre êtres vivants apportent un bénéfice réciproque (meilleure protection, meilleure nutrition) aux partenaires et leur permet d'occuper une place qu'ils n'auraient pu occuper seuls.

Elles doivent être renouvelées à chaque génération.

Elles peuvent permettre aux organismes impliqués de modifier leur croissance (cas des mycorhizes : association de champignons hétérotrophes prélevant eau et sels minéraux – racines de plantes autotrophes fournissant la MO), de produire de nouvelles molécules (cas des champignons des lichens), de produire de nouvelles structures (cas des champignons en symbiose avec des fourmis), de produire de nouveaux comportements (cas des anémones en symbiose avec des algues). Le métabolisme des deux partenaires est ainsi modifié.

Par ces associations, de la diversité phénotypique est créée alors que les génomes des êtres vivants impliqués ne sont pas modifiés.

Les symbioses constituent une source de diversification des êtres vivants sans modification des génomes.

Il semblerait que toutes les mitochondries des eucaryotes résultent d'un évènement d'*endosymbiose* survenu il y a 2 milliards d'années : des bactéries aérobies auraient été phagocytées par des cellules eucaryotes primitives anaérobies et seraient devenues les mitochondries. Les mitochondries sont les organites de la respiration cellulaire, entourés d'une double membrane et contenant leur propre ADN circulaire.

Cas particulier de votre Elysia où il y a et endosymbiose ET modification du génôme.

B. Diversification du vivant par transmission non génétique de comportements

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

* Le chant spécifique des oiseaux a une importance capitale dans la fonction de reproduction et de revendication territoriale.

Un oiseau élevé isolé de ses congénères présente un chant déstructuré. Cela prouve bien que l'acquisition d'un chant adulte structuré dépend d'un mécanisme d'apprentissage par imitation d'autres individus.

L'expérimentation montre que les oisillons reproduisent les chants entendus entre 10 et 50 jours après leur éclosion (période correspondant à leur phase d'écoute et de mémorisation) même s'il ne s'agit pas des chants de leurs parents biologiques. Ce chant s'acquière grâce à une phase d'écoute précédant la phase d'imitation et de cristallisation.

Des Pinsons de la même espèce mais vivant dans des régions différentes ne possèdent pas le même chant (dialectes). Cette diversité aura une incidence sur la descendance des différentes populations car les Pinsons ayant un chant différent sont rejetés.

L'arbre généalogique des langues européennes montre une diversité des langues et l'existence de parenté entre ces différentes langues. Or le langage résulte d'un apprentissage. Il s'agit donc d'une diversité d'origine non génétique transmise de génération en génération au sein de populations.

* De même, chez les chimpanzés, l'observation des individus experts est nécessaire (mais non suffisante) pour l'acquisition du savoir-faire indispensable au maniement de l'outil.

=> Ces deux exemples illustrent bien que des comportements nouveaux peuvent être transmis par voie culturelle.

Bilan- Diversité des mécanismes de diversification du vivant

- les mutations et l'apparition de nouveaux allèles ;
- les brassages génétiques des allèles induits par les modalités de la reproduction sexuée ;
- la diversification des génomes par polyploïdisation, transferts de gènes, ou anomalies de méiose ;
- les différences dans les modalités d'expression des gènes du développement ;
- les associations entre organismes sans modification des génomes ;
- le développement de comportements transmis par voie non génétique.



BIODIVERSITE