

# Thème I: Génétique et évolution

TS

## Thème I: Génétique et évolution

Quels sont les mécanismes générateurs de diversité au sein du vivant ?

### Chapitre 2 : Mécanismes de diversification des êtres vivants

#### I. Les mécanismes génétiques ayant lieu au cours de la reproduction sexuée (méiose et fécondation)

#### II. Modifications de l'expression de certains gènes

- A. Les gènes du développement.
- B. Des modifications de la zone d'expression des gènes du développement.
- C. Des modifications de l'intensité, de la durée ou de la chronologie d'expression des gènes du développement.

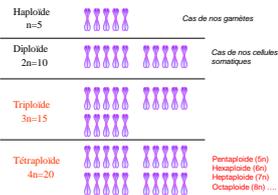
#### III. D'autres mécanismes génétiques de diversification

- A. La polyploïdie (= association de plusieurs génomes)

#### Quelques définitions

**Polypléide** = cellule ou noyau ou organisme possédant plus de deux jeux complets de chromosomes.

#### Polypléidie Notons $n = 7$ lot complet de chromosomes



#### Quelques définitions

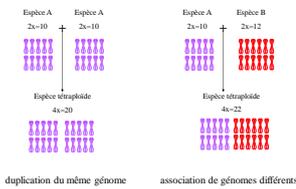
**Polypléide** = cellule ou noyau ou organisme possédant plus de deux jeux complets de chromosomes.

**Autoploïde** (si les lots de chromosomes proviennent de la même espèce).

**Allopléide** (si les lots de chromosomes proviennent de deux espèces différentes)

**Hybridation** = croisement entre deux espèces différentes (ou entre deux races /variétés différentes).

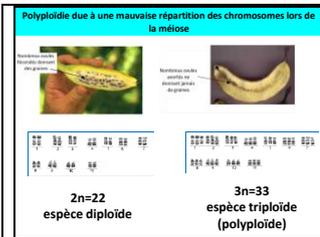
#### Autoploïdie Allopléidie



autopolyploïdie : duplication du même génome  
allopolyploïdie : association de génomes différents

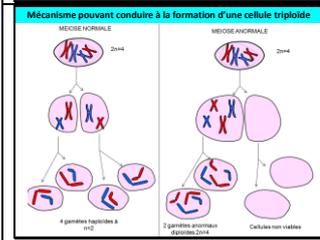
Exemple d'apparition d'une espèce polypléide : la banane

Différents mécanismes peuvent aboutir à la formation d'une espèce polypléide.



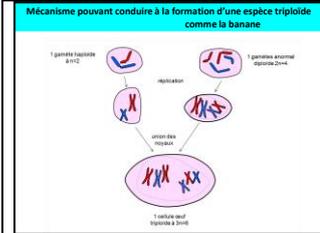
On connaît plusieurs espèces de bananes :

- La banane sauvage qui est une espèce diploïde (2n chromosomes)
- La banane cultivée qui est une espèce triploïde qui possède 3 lots complets de chromosomes (3 chromosomes homologues de chaque « paire »). Cette espèce est polyploïde car elle possède plus de 2 lots complets de chromosomes



Cette espèce triploïde a pu apparaître suite à une méiose anormale. Par exemple, lors de la 1<sup>ère</sup> division de la méiose, si tous les chromosomes vont dans la même cellule (cf image de droite), on se retrouve, à la fin de la méiose, avec 4 gamètes anormaux :

- 2 gamètes diploïdes qui comportent une chromatide de chacun des chromosomes de la cellule mère
- 2 gamètes qui ne comportent aucun chromosome



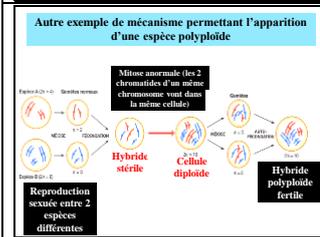
Lors de la fécondation, si un gamète diploïde s'unit avec un gamète « normal » haploïde, on obtiendra une cellule œuf triploïde qui possèdera 3 exemplaires de chaque chromosome.

Cette cellule œuf sera à l'origine d'un individu polyploïde puisqu'il comportera 3 lots complets de chromosomes.

Cet individu sera stérile car l'appariement des chromosomes homologues lors de la prophase 1 est impossible.

Cet individu pourra tout de même se reproduire par reproduction asexuée.

Autre exemple d'apparition d'une espèce polyploïde : hybridation suivie d'une anomalie de la méiose



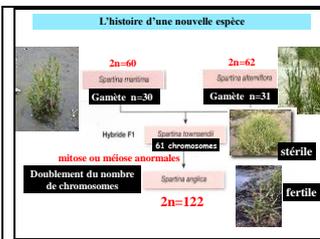
Il peut arriver que 2 espèces différentes se reproduisent (hybridation) et donnent naissance à un individu stérile.

Dans cet ex, une espèce A qui possède 2 paires de chromosomes s'hybride avec une espèce B qui possède 3 paires de chromosomes. L'individu issu de cette reproduction est stérile car ses chromosomes ne sont pas homologues (puisque ils sont tous différents) et leur appariement en prophase 1 est impossible.

Cet hybride stérile peut tout de même se maintenir dans le milieu par reproduction asexuée.

Si une mitose anormale (réplication et séparation des chromatides mais ces chromatides restent dans la même cellule) conduit, chez cet hybride, à doubler le nombre de chromosomes, chaque chromosome retrouve un homologue et la méiose redevient possible. L'individu peut alors se reproduire par reproduction sexuée. Cet individu est polyploïde car il comporte la totalité des chromosomes de l'espèce A et de l'espèce B.

Un exemple concret de polyploïdisation



**Un exemple : l'histoire des spartines (genre *Spartina*, Poacée) :**  
*Jusqu'à la fin du XVIIIe siècle une seule espèce de Spartina connue en Europe : Spartina maritima (2n = 60)*  
*1829 : première observation en Angleterre de l'espèce d'Amérique du Nord : Spartina alterniflora (2n = 62)*  
*1870 : un hybride stérile (2n = 61) est découvert en Angleterre, il est nommé Spartina townsendii*  
*Cette hybride est issu de la reproduction entre Spartina maritima et Spartina alterniflora*  
*Cet hybride se reproduit par reproduction asexuée qui lui permet de se répandre dans le milieu.*  
*1892 : un hybride fertile (2n = 122) est découvert, il est nommé Spartina anglica. L'hybride possède les 60 chromosomes de maritima et les 62 chromosomes d'alterniflora. Cet hybride fertile est certainement dû à un évènement accidentel (mitose ou méiose anormale) qui a permis de doubler le nombre de chromosome chez Spartina townsendii*

*L'espèce hybride polyploïde (car elle comporte les chromosomes de Spartina maritima et de Spartina alterniflora) se répand : niche écologique plus large que les parents.*



Les évènements de polyploïdisation sont courants dans le monde végétal (70 % des angiospermes (plantes à fleurs) ont eu au moins un épisode de polyploïdie au cours de leur histoire évolutive) car de nombreux végétaux peuvent se reproduire par reproduction asexuée. L'hybride stérile peut alors se maintenir dans le milieu

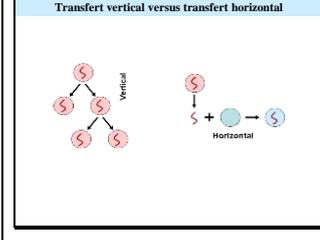


Les épisodes de polyploïdisation sont rares dans le règne animal car la plupart des animaux ne se reproduisent que par reproduction sexuée. Généralement, les hybrides stériles meurent avant qu'un évènement accidentel (mitose ou méiose anormale) double le nombre de chromosomes.

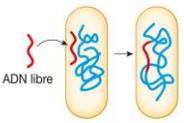
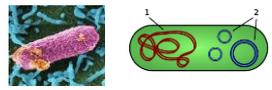
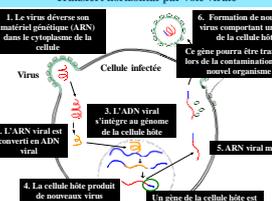
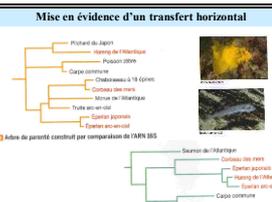
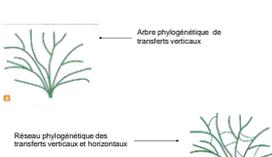
**Polyploïdisation et diversification du vivant**

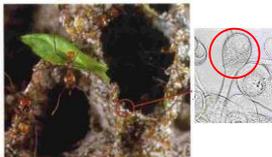
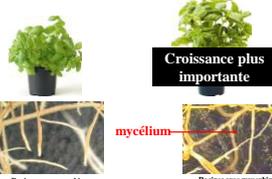
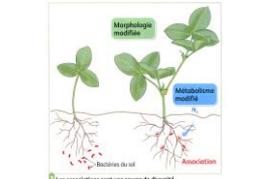
Polyploïdisation est source de diversification car elle permet la fabrication de nouveaux génomes par association de génomes existant

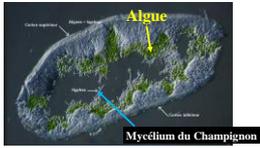
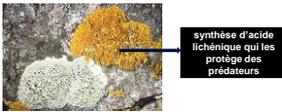
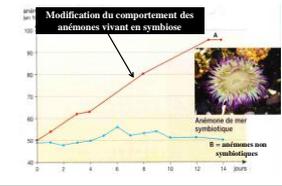
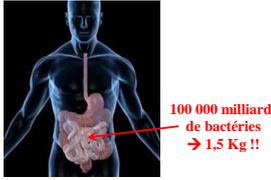
- Chapitre 2 : Mécanismes de diversification des êtres vivants**
- I. Les mécanismes génétiques ayant lieu au cours de la reproduction sexuée (méiose et fécondation)
  - II. Modifications de l'expression de certains gènes
    - A. Les gènes du développement.
    - B. Des modifications de la zone d'expression des gènes du développement.
    - C. Des modifications de l'intensité, de la durée ou de la chronologie d'expression des gènes du développement.
  - III. D'autres mécanismes génétiques de diversification
    - A. Hybridation suivie de polyploïdisation (= association de plusieurs génomes)
    - B. Transferts horizontaux de gènes.

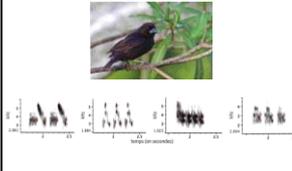
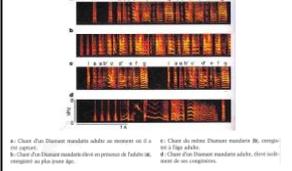
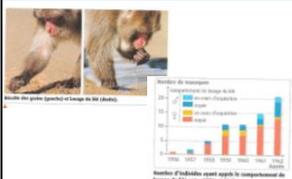


**Transfert vertical :** de génération en génération par l'intermédiaire de la reproduction sexuée  
**Transfert horizontal :** transfert de matériel génétique d'un individu à un autre, appartenant à la même espèce ou non, en dehors de toute filiation.

<p><b>Deux mécanismes connus</b></p> <p>Intégration d'ADN libre dans le milieu Transfert par voie virale</p>	
<p><b>Transfert horizontal à partir d'ADN libre dans le milieu</b></p>  <p>ADN libre</p> <p>L'ADN libre passe dans la cellule et est intégré à l'ADN cellulaire.</p>	<p>Ce transfert horizontal par intégration d'ADN libre dans le milieu est très fréquent chez les bactéries qui s'changent des petits ADN circulaires (les plasmides). Il peut aussi se produire en milieu aquatique lorsqu'un individu est blessé. Certaines cellules blessées peuvent libérer de l'ADN dans le milieu. Cet ADN peut être intégré dans une cellule reproductrice (ovule ou spermatozoïde) présente dans le milieu. Si une telle cellule est utilisée lors de la fécondation, le gène sera transmis de génération en génération.</p>
<p><b>Transfert horizontal chez les bactéries</b></p>  <p>Propagation de la résistance aux antibiotiques</p>	<p>Ex : transfert d'un gène de résistance aux antibiotiques chez les bactéries</p>
<p><b>Deux mécanismes connus</b></p> <p>Intégration d'ADN libre dans le milieu Transfert par voie virale</p>	
<p><b>Transfert horizontal par voie virale</b></p>  <p>1. Le virus déverse son matériel génétique (ARN) dans le cytoplasme de la cellule</p> <p>2. L'ARN viral est converti en ADN viral</p> <p>3. L'ADN viral s'intègre au génome de la cellule hôte</p> <p>4. La cellule hôte produit de nouveaux virus</p> <p>5. ARN viral modifié</p> <p>6. Formation de nouveaux virus comportant un gène de la cellule hôte. Ce gène pourra être transmis lors de la contamination d'un nouvel organisme.</p>	<p>Lorsqu'un virus infecte une cellule, il libère son matériel génétique dans le cytoplasme de cette cellule, ce matériel génétique va alors s'intégrer au génome de la cellule hôte qui va le répliquer et produire des protéines et de l'ARN viral permettant ainsi la production de nouveaux virus. Lors de la production de ces particules virales par la cellule hôte, il est possible qu'un ou plusieurs gènes de cette cellule hôte s'intègre au génome du virus. Si un tel virus infecte un autre organisme, il pourra alors transmettre ces gènes à ce nouvel organisme.</p>
<p><b>Mise en évidence d'un transfert horizontal</b></p>  <p>Actes de parenté construits par comparaison de l'ADN mitochondrial</p> <p>Actes de parenté construits par comparaison du gène de la lactase à l'ADN</p>	<p>Ces transferts horizontaux peuvent être mis en évidence par l'étude d'arbres de parentés contradictoires en fonction de la séquence choisie (que l'on compare entre plusieurs espèces)</p> <p>Si ces arbres ne sont pas cohérents, il faut admettre qu'ils ne « racontent » pas la même histoire évolutive (la proximité génétique de certaines espèces peut être due à un transfert horizontal de gène(s)).</p>
<p><b>Réseau phylogénétique</b></p>  <p>Arbre phylogénétique de transferts verticaux</p> <p>Réseau phylogénétique des transferts verticaux et horizontaux</p>	
<p><b>Estimation de la quantité d'ADN viral présent dans l'ADN cellulaire</b></p> <p>10% chez les humains</p> <p>50% dans le génome de maïs</p>	

<p><b>Transfert horizontal et diversification du vivant</b></p> <p>Transfert horizontal est source de <b>diversification</b>  <b>Enrichissement de génomes</b> existant par acquisition de nouvelles séquences d'ADN ( codant éventuellement pour de nouveaux caractères)</p>	
<p><b>Chapitre 2 : Mécanismes de diversification des êtres vivants</b></p> <p><b>I. Les mécanismes génétiques ayant lieu au cours de la reproduction sexuée (méiose et fécondation)</b></p> <p><b>II. Modifications de l'expression de certains gènes</b></p> <p><b>III. D'autres mécanismes génétiques de diversification</b></p> <p>A. Hybridation suivie de polyploïdisation (= association de plusieurs génomes)  B. Transferts horizontaux de gènes.</p> <p><b>IV. Mécanismes de diversification non génétiques</b></p> <p>A. La symbiose.</p>	
<p><b>Quelques définitions</b></p> <p>La symbiose est une association de deux êtres vivants <b>durable</b> et à <b> bénéfices réciproques</b>.</p> <p>Elle est <b>source de diversification</b>.</p>	
<p><b>Symbiose et modification morphologique</b></p>	
<p><b>Symbiose entre fourmis et champignons</b></p> 	<p>la symbiose entre les fourmis champignonnistes et les champignons : les fourmis cultivent des champignons dans leur fourmilière et les taillent à l'aide de leurs mandibules. Cette taille favorise le développement des champignons et provoque l'apparition de boules riches en sucres et en protéines dont les fourmis se nourrissent. Ces boules ne se développent pas lorsque le champignon pousse en absence de fourmi.</p>
<p><b>Symbiose entre un végétal et un champignon : mycorhize</b></p> 	<p>Association symbiotique entre champignon du sol et racines des végétaux</p>
<p><b>Ex 1: Symbiose entre un végétal et un champignon : mycorhize</b></p> 	<p>Favorise la croissance des deux partenaires.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Le mycélium créé un réseau souterrain qui augmente la surface exploitée par le végétal, donc la quantité d'eau et de sels minéraux absorbée, donc la croissance du végétal</li> <li>-Le champignon bénéficie de matières organiques produites par le végétal</li> </ul> <p>+85% des végétaux ont des mycorhizes</p>
<p><b>Symbiose entre un végétal et une bactérie</b></p> 	<p>Exemple 3. symbiose entre le trèfle et des bactéries du genre Rhizobium. Les bactéries bénéficient des sucres produits par la plante ce qui favorise leur prolifération et la bactérie fixe l'azote atmosphérique qui favorise la croissance de la plante =&gt; modification morphologique du végétal.</p>

<p style="text-align: center;"><b>Symbiose et synthèse de nouvelles molécules</b></p>	
<p>Symbiose entre une algue et un champignon : le lichen</p> 	<p>Le lichen est une association entre une algue chlorophyllienne et un champignon. L'algue produit des molécules organiques et le champignon capte l'eau et les ions minéraux</p>
<p>Synthèse de nouvelles molécules</p> 	<p>La synthèse d'acide lichénique n'est possible que lorsque l'association symbiotique est en place. L'algue seule et le champignon seul ne sont pas capables de fabriquer cet acide.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Symbiose et modification de comportements</b></p>	
<p>Symbiose entre une anémone de mer et une algue verte</p> 	<p>Les anémones adhèrent à la surface des rochers mais peuvent se déplacer. L'aquarium est séparé en 2 : une partie éclairée, l'autre non. 2 groupe d'anémones sont constitués (symbiotique et non symbiotiques). On place la moitié des anémones de chaque groupe dans la partie éclairée et l'autre moitié dans la partie non éclairée. Au bout de quelques jours, les anémones symbiotiques se sont déplacées vers la partie éclairée de l'aquarium alors que les non symbiotiques ne se sont pas déplacées. =&gt; modification du comportement des anémones lorsqu'elles sont en symbiose avec des algues</p>
<p>Une symbiose chez l'homme</p> 	<p>l'homme vit en association symbiotique avec des bactéries qui peuplent notre tube digestif et nous permettent de digérer certains aliments =&gt; modification du régime alimentaire. Idem pour les vaches qui ne peuvent digérer l'herbe que grâce aux micro-organismes qui peuplent son tube digestif.</p>
<p>Associations symbiotiques</p> <p>source de diversité (morphologie différente, synthèse de nouvelles molécules, modification de comportements) <b>sans modification de l'information génétique</b> des individus.</p>	
<p>Chapitre 2 : Mécanismes de diversification des êtres vivants</p> <p>I. Les mécanismes génétiques ayant lieu au cours de la reproduction sexuée (méiose et fécondation)</p> <p>II. Modifications de l'expression de certains gènes</p> <p>III. D'autres mécanismes génétiques de diversification</p> <p>A. Hybridation suivie de polyploïdisation (= association de plusieurs génomes)</p> <p>B. Transferts horizontaux de gènes.</p> <p>IV. Mécanismes de diversification non génétiques</p> <p>A. La symbiose.</p> <p>B. Transmission culturelle de comportements.</p>	

<p><b>L'apprentissage du chant chez les oiseaux</b></p> 	<p><i>Géospiza fortis</i> (pinson des Galapagos: on constate une diversité des chants en fonction des individus et des circonstances (les femelles choisissent les mâles en fonction de leur chant).</p>															
<p><b>Transmission du chant du Diamant mandarin</b></p>  <p>a. Chant d'un Diamant mandarin adulte au moment où il a appris ce chant. b. Chant d'un Diamant mandarin adulte au moment où il a appris ce chant. c. Chant d'un Diamant mandarin adulte, chant typique d'un individu. d. Chant d'un Diamant mandarin adulte, chant typique d'un individu.</p>	<p>Le chant des oiseaux : les diamants possèdent un embryon de chant inné qui va devenir progressivement par imitation et apprentissage un chant structuré avec des notes, variations et séquences. Un individu élevé séparément possède un chant déstructuré</p> <p><b>Le chant des oiseaux élaboré par imitation</b></p>															
<p><b>Acquisition d'un comportement nouveau chez les macaques</b></p>  <p>Nombre d'individus ayant appris le comportement de lavage de la patate douce en 1962.</p>	<p>Au Japon, étude d'une troupe de macaques japonais d'une cinquantaine d'individus dans années 1950 : Les chercheurs jetaient du blé sur la plage, macaques récoltaient grains 1 à 1 pour les manger. En 1956 une jeune femelle eu l'idée de jeter une poignée de grains mélangés au sable dans l'eau de mer: le blé flotte, le sable coule. Il fut ainsi plus facile de récolter les graines Ce comportement s'est répandu dans la population. Comportement observé dans aucune autre population.</p>															
<p><b>Transmission culturelle chez le chimpanzé</b></p> 	<p>Un jeune chimpanzé apprend à casser des noix</p>															
<p><b>Transmission culturelle des comportements</b></p> <p>source de <b>diversification</b> du vivant ( permet de transmettre dans une communauté puis au cours des générations des comportements apparus chez un individu) <b>non génétique</b></p>																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Definition (qu'est ce que c'est ?)</th> <th>Mécanisme à l'origine</th> <th>Comment la diversité est elle créée?</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>La polygynie</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Le transfert horizontal</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>La symbiose</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>La transmission culturelle de comportements</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Definition (qu'est ce que c'est ?)	Mécanisme à l'origine	Comment la diversité est elle créée?	La polygynie			Le transfert horizontal			La symbiose			La transmission culturelle de comportements			
Definition (qu'est ce que c'est ?)	Mécanisme à l'origine	Comment la diversité est elle créée?														
La polygynie																
Le transfert horizontal																
La symbiose																
La transmission culturelle de comportements																