

**ATTENTION :** ENCADRE ROUGE = BILANS A SAVOIR ABSOLUMENT + VOCABULAIRE A MAITRISER EN ORANGE

**Pb. Scientifique général du CHAP. 2 :** *Quels sont, au-delà des mutations et du brassage génétique, les modalités de diversification du monde vivant ?*

## - CHAPITRE 2 - LA DIVERSIFICATION DU VIVANT

### Acquis à mobiliser :

- Notion de biodiversité à différentes échelles, et relations de cause à effet entre la biodiversité à l'échelle des organismes et la biodiversité génétique
- Le phénotype macroscopique dépend du phénotype cellulaire, lui-même induit par le phénotype moléculaire
- Le phénotype moléculaire dépend du patrimoine génétique de la cellule et de la nature des gènes qui s'expriment sous l'effet de l'influence de facteurs internes et externes variés
- L'expression d'un phénotype dépend donc du génotype et de l'environnement)
- les mutations sont la source aléatoire de la diversité des allèles, fondement de la biodiversité
- Notion de caractères héréditaires, transmis lors de la reproduction sexuée, et modalités de cette transmission (*cf thème 1A1 de Tle S*)
- Possibilité de survenues d'anomalies lors du déroulement de la méiose, et ont perçus les conséquences de ces anomalies, pour l'individu, mais aussi dans un contexte d'évolution du vivant
- Notion de plan d'organisation (des vertébrés)
- Notion d'homologie moléculaire (utilisées pour établir des relations de parentés)

### Introduction :

L'existence de **mutations**, ainsi que le **brassage génétique** réalisé à chaque génération par la méiose et la fécondation, expliquent en grande partie la diversité génétique des êtres vivants.

Pendant, ces mécanismes ne sont pas les seuls : **d'autres processus de diversification** des êtres vivants existent. Certains font intervenir des *modifications des génomes, d'autres non.*

**Pb. Scientifique :** *Quels sont les mécanismes permettant une modification du génome (autres que le brassage génétique et les mutations) et donc une diversification du vivant ?*

**Objectif 1** = Étudier les modalités d'une modification du génome.

## I- Modifications du génome à l'origine d'une diversification du vivant

**Pb. Scientifique :** *Comment des modifications de l'expression des gènes peuvent-elles être à l'origine d'une diversification du monde vivant ?*

### A- Modifications du développement et gènes homéotiques

#### 1. Des innovations génétiques qui affectent LA REGIONALISATION du corps

On appelle **gènes homéotiques** les gènes « architectes » de l'organisme qui codent pour des protéines qui orchestrent le développement de l'individu.

Ces **gènes homéotiques** sont responsables de *la mise en place de l'organisation antéro-postérieure de l'organisme*, c'est-à-dire de la **mise en place des différentes régions du corps**, ainsi que de **la durée de la mise en place** des caractères morphologiques d'un individu. D'abord identifiés chez la drosophile, ces gènes ont été découverts chez la souris et chez l'Homme.

• **ACTIVITE 1 : ETUDE COMPAREE DES GENES HOMEOTIQUES CHEZ LA DROSOPHILE ET COMPARAISON AVEC LA SOURIS**

**Objectifs :** - Comparer des gènes du développement pour en identifier les homologues de séquences.  
- Savoir utiliser le logiciel ANAGENE

**Doc gènes homéotiques**

<http://www.snv.jussieu.fr/vie/dossiers/GeneHomeo/genhomeo.html>

**TP gènes homéotiques**

[http://websvt.free.fr/pages/API/parente\\_organismes/genes\\_homeo/intro.htm](http://websvt.free.fr/pages/API/parente_organismes/genes_homeo/intro.htm)

**Vidéo gènes homéotiques**

[http://www.canal-u.tv/video/universite\\_de\\_tous\\_les\\_savoirs/les\\_genes\\_homeotiques\\_et\\_l\\_evolution\\_des\\_animaux.1291](http://www.canal-u.tv/video/universite_de_tous_les_savoirs/les_genes_homeotiques_et_l_evolution_des_animaux.1291)

**Exemple des membracidés**

[http://www.pedagogie.ac-nantes.fr/35540154/0/fiche\\_ressourcepedagogique/&RH=1160729734281](http://www.pedagogie.ac-nantes.fr/35540154/0/fiche_ressourcepedagogique/&RH=1160729734281)

Depuis les trente dernières années, les scientifiques spécialistes de l'étude du **développement** ont fait des découvertes étonnantes : la plupart des animaux, même très éloignés phylogénétiquement, partagent des familles de gènes impliqués dans la construction de **plans d'organisation** différents.

Ces complexes de gènes, notamment **la famille des gènes dits homéotiques**, déterminent le plan d'organisation d'un être vivant, par exemple la mise en place de différents organes le long de l'axe antéro-postérieur.

**Des modifications de l'ordre d'expression de ces gènes**, ou **de leurs territoires d'expression**, ont des conséquences morphologiques importantes.

Ces gènes ont été identifiés chez de nombreux groupes éloignés dans l'arbre du vivant ; ils présentent de fortes homologues de séquences, preuve qu'ils dérivent de **gènes ancestraux communs**.

Des différences morphologiques entre des espèces proches peuvent résulter de **variations dans la chronologie et l'intensité d'expression** de gènes communs.

**Pb. Scientifique :** *Comment des modifications de l'expression des gènes dans leur chronologie et leur durée peuvent-elles être à l'origine d'une diversification du monde vivant ?*

**2. Des innovations génétiques qui affectent LA CHRONOLOGIE du développement**

• **ACTIVITE 2 : MODIFICATION DANS LA CHRONOLOGIE ET L'INTENSITE DU DEVELOPPEMENT**

- **Objectif :** Interpréter un changement évolutif en termes de modification du développement.

Les gènes vont entrer en jeu à des moments et en des lieux précis lors du développement. **La chronologie et le timing de l'expression de ces gènes sont donc essentiels**, ce qui interroge sur leur « contrôle ».

Il existe une **homologie importante des gènes de développement** au sein des groupes (vertébrés, mais aussi d'une façon plus générale au sein du vivant),

Donc des changements dans ces gènes peuvent avoir des conséquences très importantes et être **à l'origine de nouveaux plans d'organisation**, contribuant ainsi à la **diversification du vivant**.

**BILAN**

D'autres mécanismes de diversification du génome existent :

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.

**Pb. Scientifique :** Quelles sont les autres mécanismes à l'origine d'une diversification du monde vivant ?

## B- D'autres mécanismes de diversification du génome

### TP 3 : RECHERCHE ET ANALYSE DES DIFFERENTS MOYENS DE DIVERSIFICATION DES GENOMES – TD INFO

- **ACTIVITE 3 A 6 :** TRANSFERT PAR VOIE VIRALE / HYBRIDATION - POLYPLOÏDISATION / SYMBIOSES / COMPORTEMENTS NOUVEAUX

**Pb. :** En quoi les transferts de gènes entre espèces sont-ils un facteur de diversification du vivant ?

#### 1. Transfert par voie virale

- **ACTIVITE 3 :** ETUDE DE L'EXEMPLE DE LA MISE EN PLACE DU PLACENTA HUMAIN

**Objectif :** Identifier et comprendre un autre mécanisme de diversification du génome

**BILAN** - Lors de la reproduction sexuée, du matériel génétique est transmis de manière « **verticale** », des parents aux descendants. Cependant, des transferts de matériel génétique, qualifiés d'« **horizontaux** », sont également possibles, **en dehors de toute filiation**, entre individus de la même espèce ou non.

Chez les bactéries, les transferts horizontaux sont très fréquents ; ils ont, pour la première fois, été décrits par Griffith, en 1928. C'est l'un des mécanismes expliquant comment des résistances aux antibiotiques peuvent se propager chez les bactéries.

De tels transferts sont de plus en plus invoqués dans d'autres branches du vivant.

Un indice pouvant révéler un transfert horizontal est la construction d'**arbres de parenté contradictoires**. La comparaison de séquences d'ADN permet en effet de construire des arbres de parenté, mais il arrive que, selon les séquences utilisées, les arbres obtenus ne soient pas cohérents : il faut alors admettre qu'ils ne racontent pas la même histoire évolutive.

En effet, des similitudes génétiques traduisent généralement un héritage commun plus ou moins récent, transmis de génération en génération. Mais elles peuvent aussi provenir d'un **transfert horizontal de gène**. Dans ce cas, la proximité génétique ainsi révélée ne traduit pas de filiation entre les espèces.

**BILAN** - Différents **mécanismes de transferts horizontaux** sont aujourd'hui établis :

- l'**intégration** par une cellule d'un **fragment d'ADN libre** dans le milieu
- des **transferts** faisant intervenir des « vecteurs », par exemple des **virus**.

L'estimation de la quantité d'ADN viral présent dans l'ADN cellulaire révèle des résultats surprenants : 10 % dans le génome humain, 50 % dans le génome du maïs.

Mais l'importance évolutive de ces transferts reste difficile à évaluer, en particulier chez les eucaryotes pluricellulaires.

Un arbre phylogénétique traduit les relations de parenté entre des êtres vivants. Si l'on y fait figurer les transferts horizontaux de gènes, l'arbre se transforme en « **réseau phylogénétique** », plus complexe, mais certainement plus représentatif de ces relations.

**Pb. :** Comment des génomes entiers peuvent-ils s'associer et quelles sont les conséquences de ces associations ?

## 2. Hybridations suivies de polyploïdisation

### • ACTIVITE 4 : HYBRIDATIONS ENTRE VEGETAUX

**Objectif :** Identifier et comprendre un autre mécanisme de diversification du génome

**BILAN** - Alors que beaucoup d'espèces sont diploïdes, une espèce **polyploïde** se caractérise par la possession de **plus de deux jeux complets de chromosomes**.

Ceux-ci peuvent avoir pour origine la même espèce (autopolyploïde) ou des espèces différentes (allopolyploïde).

Il existe **plusieurs mécanismes** à l'origine d'une polyploïdie :

Par exemple, deux individus appartenant à des espèces différentes peuvent **s'hybrider** ; le descendant hérite donc d'un lot chromosomique de chaque parent. Comme ces chromosomes proviennent de deux espèces différentes, ils ne sont pas homologues et l'appariement lors de la méiose est impossible. Cela explique que les **hybrides** sont, en général, **stériles**.

Si un événement accidentel de **doublement des chromosomes** suit une hybridation, chaque chromosome retrouve un homologue. La méiose redevient possible et la fertilité est rétablie.

Ces polyploïdes présentent des génomes différents de ceux des espèces dont ils proviennent : ils exprimeront donc des caractères différents.

*Dans le monde végétal*, les événements de polyploïdisation ont été relativement courants : 70 % des plantes à fleurs (les angiospermes) ont eu au moins un événement de polyploïdisation dans leur histoire évolutive.

La polyploïdisation semble plus rare *dans le monde animal*.

**Objectif 2 :** Étudier les modalités d'autres mécanismes de diversification sans modification du génome (dans un premier temps)

## II- Diversification du vivant sans modifications du génome

**Pb. Scientifique :** Comment les symbioses peuvent-elles être un facteur de diversification du vivant ?

### A- La symbiose comme mécanisme de diversification du vivant : importance écologique et évolutive

#### • ACTIVITE 5 : EXEMPLE DES MYCORHIZES

**Objectif :** Identifier et comprendre un mécanisme de diversification basé sur l'association de deux espèces

Les êtres vivants vivent **en interaction** les uns avec les autres. Certaines de ces interactions peuvent être plus étroites et constituer **des associations** ; si l'association est durable et à bénéfices réciproques, on parle de **symbiose**.

Les êtres vivants associés peuvent exercer **une influence réciproque** et provoquer **des modifications de leurs phénotypes** (lichens par exemple).

Les **mycorhizes**, qui sont des associations symbiotiques entre des **champignons du sol** et des **racines de végétaux**, favorisent la croissance des deux partenaires de l'association.

En développant un réseau de filaments retenant facilement l'eau et les sels minéraux autour des racines, *le champignon* favorise l'absorption racinaire et donc la croissance du végétal.

Le champignon, quant à lui, bénéficie de matières organiques produites par *la plante*.

Ces structures ont une **importance écologique majeure** : 85 % des végétaux développent des mycorhizes.

Certaines associations entre deux êtres vivants peuvent se traduire par **la synthèse de nouvelles substances**, la mise en place de **nouvelles structures** ou encore **la modification de comportements** qui n'existent pas individuellement chez chacun des partenaires.

Ainsi, par ces associations, **de la diversité se manifeste**, sans pour autant que les informations génétiques des partenaires ne soient modifiées.

**BILAN** - Une diversification des êtres vivants est donc possible *sans modification des génomes* : **associations** (dont symbioses) par exemple.

**Pb. Scientifique** : Comment une diversification des comportements peut-elle opérer indépendamment de facteurs génétiques ?

### B- Le développement de comportements nouveaux

• **ACTIVITE 6 : ACQUISITION D'UN COMPORTEMENT NOUVEAUX CHEZ LES MACAQUES**

**Objectif** : Identifier et comprendre un autre mécanisme de diversification basé sur l'acquisition d'un comportement nouveau

Chez les animaux, surtout chez les vertébrés, certains **comportements** peuvent être qualifiés de « **culturels** ». Ils résultent d'**une transmission** au sein d'une **société d'individus** vivant en commun : les comportements ainsi transmis ne sont pas déterminés génétiquement, mais **appris au contact des congénères**.

Ceci a pu être mis en évidence chez les singes, les oiseaux, les cétacés, les rats (mais aussi chez les bourdons).

**Exemple 1** : On a ainsi montré que certains **oiseaux**, élevés sans adulte, présentent un **chant déstructuré**, comportant certains motifs caractéristiques de l'espèce, mais incomplètement associés. Ceci montre que c'est **en imitant** le chant des autres individus que le chant s'élabore.

**Exemple 2** : Des observations de terrain et des expériences ont prouvé que **les chimpanzés** apprennent à reproduire une action en observant la manière dont leur congénère la réalise. Dans un premier temps, suivant l'apparition d'un nouveau comportement, celui-ci est **appris par observation** d'un individu **de la même génération**. Dans un second temps, l'apprentissage des jeunes se fait **auprès d'individus expérimentés plus âgés**.

**BILAN** - 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, ...

### III - Conclusion

Ces exemples, non exhaustifs, montrent qu'il existe **de nombreux mécanismes de diversification** des êtres vivants. De tels processus enrichissent la biodiversité et jouent un rôle important dans les mécanismes de l'évolution