

SVT	Thème 1A : Génétique et évolution	Term Spé
Cours	Chapitre 4 : Des mécanismes contribuant à la diversité du vivant	ESTHER

Introduction : on ne peut pas résumer l'évolution du vivant à la transmission génétique de caractères de génération en génération. Les êtres vivants sont des organismes complexes, au sein d'écosystèmes, ils sont en relation avec d'autres organismes (prédation, compétition, mutualisme). Ces relations vont modifier le phénotype des êtres vivants et certaines de ces modifications vont se transmettre.

Prenons l'exemple de Homo sapiens (voir cours d'enseignement scientifique), son histoire évolutive est marquée par la transmission de caractères non-héréditaire. Prenons trois exemples :

- La transmission du microbiote de génération en génération, au moment de l'accouchement, de l'allaitement, etc ;
- La transmission culturelle liées à une exploitation de l'environnement : modes de constructions des habitations et de cultures agricoles ;
- La transmission culturelle de comportements : langage, modes d'alimentation ou encore rites funéraires ;

On retrouve ces différents modes d'évolution non-génétique dans l'ensemble du monde vivant.

Afin de prendre en compte, les aspects non-génétiques d'un phénotype, on a développé le concept de « **phénotype étendu** » selon lequel le phénotype ne doit pas être limité au seul résultat de l'expression des gènes, mais étendu à toutes les manifestations qui en découlent, comme les interactions et le comportement de l'individu dans son environnement. (vidéo à regarder : https://youtu.be/nnOF0oy_UJQ)

Problème : quels sont les mécanismes non génétiques qui engendrent une diversification des êtres vivants ? Dans quelle mesure cette diversité est héréditaire (transmise de génération en génération) ?

Remarque : pour illustrer ce cours certains exemples ont été développés. Il n'est pas obligatoire de mémoriser précisément ces exemples mais bien d'être capable de les utiliser (ou d'en utiliser d'autres) comme arguments pour appuyer vos propos à l'écrit (type 1) ou à l'oral.

I - La diversification par associations d'individus (relations interspécifiques)

Le phénotype d'un être vivant ne résulte pas uniquement de l'expression du génome. Il peut être étendu par **le recrutement d'êtres vivants** dans le cadre d'associations, qu'elles soient symbiotiques ou pathogènes.

Les organismes symbiotiques apportent leurs gènes et leurs capacités à l'hôte. Cela peut protéger ce dernier de pathogènes (microbiote humain), lui apporter une nouvelle fonction métabolique, favoriser son installation durable dans un milieu ou encore lui conférer une plasticité qui facilite les adaptations (zooxanthelles des coraux).

Certaines interactions modifient de façon négative le phénotype étendu d'êtres vivants. C'est le cas par exemple des **parasites** des fourmis, qui modifient leur aspect et leur comportement, ou encore du microbiote humain. Lorsqu'il est déséquilibré, ce dernier peut en effet contribuer à la survenue de maladies infectieuses chroniques ou de l'obésité.

Encart - Exemple des lichens



Photographie : Lichens sur l'écorce d'un arbre : en jaune *Xanthoria parietina*, en blanc *Physcia aipolia*



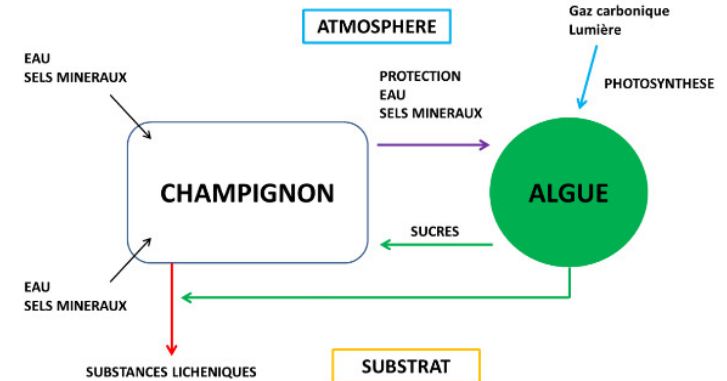
On a identifié plus de 20 000 « espèces » de lichens différents. Les lichens résultent d'une association symbiotique entre un champignon (être hétérotrophe) et une algue (être autotrophe). On peut voir sur cette préparation microscopique d'une coupe transversale de lichen : l'algue verte (unicellulaire, chlorophyllienne) et les filaments de mycélium du champignon.

Le thalle des lichens peut être fruticuleux (forme de fruit) ou foliacé (forme de feuille) comme chez les espèces du genre *Xanthoria*. D'autres lichens présentent un thalle dit "crustacé", adhérent parfaitement au substrat.

Le champignon réalise la reproduction sexuée et asexuée tandis que l'algue ne réalise qu'une reproduction asexuée.

L'association champignon-algue présente une grande originalité : le lichen fabrique des substances lichéniques (exemple : pariétine, acides lichéniques) très nombreuses, ce qui n'est pas le cas avec le champignon seul. Plus de 700 molécules ont été découvertes. Ces substances apportent aux lichens diverses propriétés spécifiques : fixation sur le substrat, maintien de l'équilibre hydrique, régulation de la photosynthèse, protection contre les radiations lumineuses ou les variations de température. Ces molécules permettent aux lichens de s'installer sur des substrats dépourvus de matière organique (pierres, rochers, lave, etc.).

Figure - l'association entre le champignon et l'algue au sein de la symbiose lichénique



Remarque : les plus anciens lichens connus datent du Dévonien (~400 Ma) ; il semble fort probable que la colonisation de la surface des roches ou du sol par divers types de microorganismes et de lichens ait été parmi les premières étapes ayant permis la conquête des terres émergées par les organismes vivants à cette époque.

Vidéos à consulter :

<https://youtu.be/UbOKlrVG0IM> <https://youtu.be/jfanT730Xp0>
https://www.canal-u.tv/video/mnhn/la_symbiose_lichenique.45375

Autres liens :

<https://phys.org/news/2019-06-dinosaurs-died-lichens.html>
<https://www.encyclopedie-environnement.org/vivant/lichens-surprenants-organismes-pionniers/>
<https://www.pourlascience.fr/sd/biologie/le-menage-a-trois-des-lichens-12390.php>

II – La diversification par le recrutement de composants de l'environnement (relations avec le biotopes)

Le recrutement d'éléments inertes de l'environnement contribue aussi au phénotype étendu et à la diversification des êtres vivants : constructions (berceaux de l'oiseau jardinier, formation récifale des Hermelles, fourreaux des trichoptères, barrage des castors), parures, etc.

Ces comportements peuvent s'expliquer par la sélection naturelle, dont la sélection sexuelle : ils peuvent apporter un meilleur camouflage contre les prédateurs ou une meilleure attractivité sexuelle.

Encart – Exemple des récifs à Hermelles

La plupart des récifs sont des formations de coraux (en symbiose avec une algue, zooxanthelle) MAIS on observe également d'autres types de récifs et parmi-eux : les récifs Hermelles.

Les Hermelles (*Sabellaria alveolata*) sont des vers sédentaires et tubicoles. Ils forment des tubes de grains de sables cimentés par des sécrétions. On a donc bien une espèce dont le phénotype étendu est lié au recrutement de composants de l'environnement (grains de sables). Selon l'environnement, la composition du tube varie entre des grains de silice et des morceaux calcaires de coquilles de coquillages Bivalves.

Ces tubes de sables forment par endroit des récifs comme dans la baie du Mont Saint-Michel ou au Pays de Galles.

Autres liens :
<https://www.zoom-nature.fr/le-ver-qui-batit-des-recifs/>

Hermelle sans son tube de sable (phénotype simple)



Hermelle avec son tube de sable (phénotype étendu)

Récif d'Hermelles au Pays de Galles



III – La transmission culturelle et l'évolution biologique (relations intraspécifiques)

Chez certains animaux, les pratiques culturelles sont aussi une source de diversité : chant des oiseaux, utilisation d'outils différents selon les populations, langues dans les sociétés humaines, etc.

Ces traits sont transmis par apprentissage de génération en génération, ou entre contemporains. Ils subissent une évolution : l'innovation d'une pratique peut être sélectionnée ou non, ou être perdue par hasard, même si elle confère un avantage à la survie et la reproduction.

Certains traits culturels comme la langue chez les humains limitent les échanges entre populations, ce qui maintient voire accentue leurs différences génétiques. Certains traits culturels contribuent donc à diversifier les populations : l'évolution culturelle influence l'évolution biologique.

Exemple – L'apprentissage chez les Primates (voir Manuel Belin page 104)

Plusieurs exemples de transmission culturelle ont été documentés chez les primates non-humains. Les animaux apprennent en observant leur mère et les membres de leur groupe, ainsi qu'en jouant. Dans l'ensemble, les pratiques fournissant un avantage sélectif ont tendance à se transmettre, mais ce n'est pas toujours le cas.

On peut donner deux exemples extraits du livre :

- L'apprentissage de l'usage d'outils pour casser des noix chez les Chimpanzés ;
- Le lavage des patates douces et des grains de Blé chez les Macaques au Japon (voir les vidéos : <https://youtu.be/0Lk8Ra7PWdw> & <https://youtu.be/EmB31R1NP1c> & https://youtu.be/ph_1RE7RuWU)



Photographie : une femelle macaque lavant une patate douce dans l'eau de mer sur l'île de Koshima (Japon)

Conclusion :

l'étude de différents chapitres de ce thème « Génétique et évolution » souligne la complexité de la transmission des caractères entre les générations.

Dans ce dernier chapitre, on montre que le phénotype d'un individu est certes dépendant des gènes/allèles qui lui ont été transmis mais aussi de nombreux autres facteurs non génétiques liés à des interactions avec l'environnement : association bénéfique/nuisible avec d'autres espèces, recrutement d'éléments de l'environnement ou encore apprentissage et transmission culturelle.

Les points clés du chapitre à maîtriser

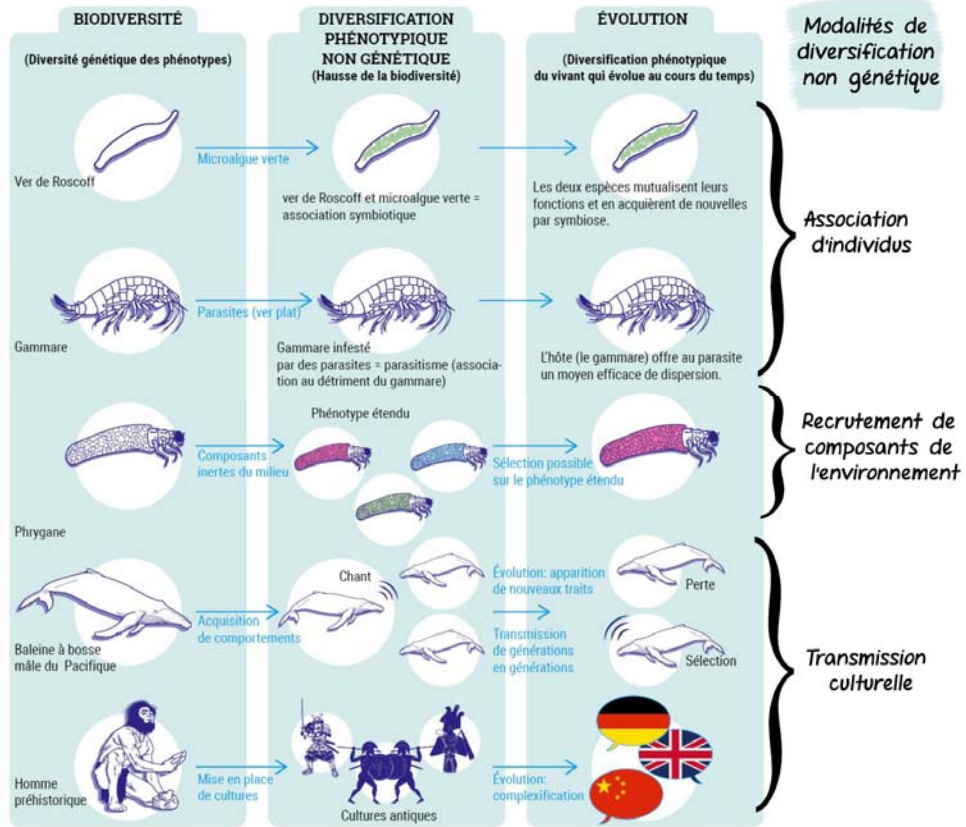


- Étudier un **exemple de diversification** du vivant sans modification du génome ;
- Appréhender la notion de **phénotype étendu** ;
- Appréhender la notion d'**évolution culturelle** et ses liens avec celle d'évolution biologique (TP tolérance au lactose) ;

Compétences travaillées lors des TP

- analyser et interpréter des données génétiques à l'aide du logiciel GENIEGEN ;
- comparer des phénotypes pour mettre en évidence une co-évolution entre espèces ;
- identifier différents partenaires d'une symbiose (ex : lichens)

Schéma bilan - La diversification non génétique du vivant (modifié depuis Nathan)



Bilan du cours en vidéo : <https://youtu.be/09KtYuqWGW8>

Autres ressources :

- Rhizobium fabacées : <https://docplayer.fr/168524887-Diversite-fonctionnelle-des-rhizobia-associes-a-la-feverole-en-agro-ecosysteme-sud-de-france.html> + <https://lejournal.cnrs.fr/videos/ces-plantes-qui-elevent-leurs-bacteries>