

Chapitre 6 :

Essentielle à l'évolution, la diversification des individus ne trouve pas uniquement son origine dans les processus génétiques (méiose, fécondation, transferts horizontaux, polyploïdisation...). D'autres mécanismes interviennent dans la diversification des phénotypes : ils ont conduit les scientifiques à étendre la notion des phénotypes.

Etudions quelques mécanismes de diversification du vivant non génétiques.

I.

A.

Les **symbioses, associations et à bénéfiques** entre 2 espèces différentes, peuvent se traduire par de **nouvelles formes de vie**, sans modifier leur information génétique.

Quelques exemples de symbioses :

- *Les lichens*
TD : Les lichens, des associations symbiotiques entre algue et champignon.
- Le ver de Roscoff : ce ver est en association symbiotique avec une algue photosynthétique localisée dans ses cellules. Ce ver est fréquent sur les plages de la côte atlantique, il a la double particularité d'être vert et d'être dépourvu de tube digestif. Il utilise la matière organique produite par la photosynthèse de l'algue. L'algue bénéficie, entre autres, d'un milieu de vie protecteur et aux conditions régulées..
- Le lupin et ses racines. Cet exemple illustre l'innovation métabolique qui peut naître de l'association de deux partenaires. Des nodosités sont présentes sur les racines de lupin. Ces nodosités abritent des bactéries du genre *Rhizobium*, fixatrices de diazote atmosphérique. Les bactéries métabolisent le diazote atmosphérique sous forme d'ions ammonium et le rendent utilisable par la plante. Sans cette association, la plante ne peut pas exploiter le diazote atmosphérique.
- Le crabe pom pom girl ou crabe boxeur : il tient en permanence des anémones de mer urticantes avec lesquelles il coopère pour assurer une survie réciproque.
- Le Bernard l'ermite est un crustacé qui utilise une coquille laissée vide par un mollusque. Certaines espèces vivent en association avec une anémone de mer fixée sur la coquille : le crustacé profite de la protection des poils urticants de l'anémone qui se nourrit des restes de repas du Bernard l'ermite.
- Le **microbiote** intestinal : les bactéries vivant dans l'intestin facilitent la digestion et renforcent les défenses immunitaires de leurs hôtes. Le microbiote d'un individu est acquis par contact lors de l'accouchement puis de l'allaitement, et continue à se diversifier au cours de la vie.

B.

Des associations néfastes non héréditaires entre des organismes d'espèces différentes, comme dans le cas d'un parasitisme, peuvent aussi exister et contribuer également à une diversification du phénotype. En effet les êtres vivants sont fréquemment parasités par des organismes pathogènes (champignons, bactéries, virus...)

-Ex : les gammarets (petits crustacés) peuvent être infestés par des parasites qui s'enkystent. Les crustacés changent alors de comportement : ils sont attirés par la lumière, remontent à la surface et tournoient frénétiquement devenant ainsi des proies pour les oiseaux qui constituent l'hôte suivant du parasite.

- Ex : les larves des Fourmis *leptothorax nylanderi* peuvent être parasitées par des vers plats, en se nourrissant des déjections des oiseaux contenant des œufs du ver. Ces derniers éclosent dans le tube digestif des fourmis. Les fourmis parasitées sont jaunes, moins agressives et davantage consommées par les oiseaux qui constituent l'hôte secondaire du parasite.

II.

Le phénotype est une notion, récemment apparue en sciences, qui prend en compte non seulement les caractères des individus résultant de l'expression des gènes mais également tout ce qui est rendu possible grâce à l'expression des gènes.

De nombreux animaux recrutent ainsi dans leur milieu des composants abiotiques (inertes) et leur phénotype. Ex : *fourreau des larves de trichoptère*. Ces larves vivent en eau douce et se fabriquent un fourreau à partir de gravier ou de débris de végétaux du milieu. Ces fourreaux sont différents entre individu de la même espèce, selon les composants recrutés. La forme des fourreaux dépend, elle, de l'espèce. Le fourreau modifie donc le phénotype de l'individu.

Chez d'autres animaux, l'expression des gènes s'étend plus loin au-delà de l'organisme et se manifeste par des et/ou certains caractéristiques:

- les termitières
- les toiles d'araignées
- les ruches
- les berceaux, les tonnelles et les parades des oiseaux jardiniers satinés
- Les parures ou parades de certains animaux pour se défendre ou se reproduire (ex parade nuptiale du paradisier)

III.

Contrairement aux comportements innés, les comportements acquis sont le produit des expériences et des apprentissages individuels. L'apparition de comportements nouveaux peut ainsi être source de diversification du vivant si ceux-ci se transmettent au sein d'une population.

L'acquisition et la transmission de nouvelles pratiques culturelles sont donc aussi source de diversité : chants variés des oiseaux, utilisation d'outils différents selon les populations de chimpanzé, langages et recettes de cuisine dans les sociétés humaines, etc.....

- **comportementale au sein d'une population**

Par hasard ou par intuition ou ? , un individu développe un nouveau comportement qui l'avantage.

- **La transmission des comportements au sein d'une population.**

Des individus copient d'autres individus dans une même population.

Cette transmission se rencontre notamment chez :

- les macaques japonais avec le comportement de lavage du riz
- les mésanges voleuses de lait...

- **La transmission des comportements au sein d'une population.**

Les individus adultes peuvent transmettre un comportement acquis aux individus plus jeunes. Cette transmission nécessite alors un apprentissage.

Exemple :

- Chants d'oiseaux
- Animaux ayant une vie sociale élaborée c'est le cas des primates comme les chimpanzés où l'on observe de nombreuses pratiques culturelles transmises d'une génération à l'autre.
- Langage chez les humains

Lorsque les pratiques sont propres à chaque population on peut parler d'une véritable culture (ex : cultures chez les chimpanzés). Une culture est en effet définie comme un ensemble de savoirs et de pratiques qui se partagent et se transmettent socialement au sein d'un groupe donné, sans héritage génétique.

- **Les mécanismes de**

L'évolution culturelle est la transformation dans le temps de la culture d'une population. Les **innovations** sont **sélectionnées** si elles sont avantageuses **contre sélectionnées** quand elles deviennent inopérantes (*phénomène de sélection culturelle*), ou **perdues par hasard** (*dérive*).

Ex :

le développement de l'agriculture au sein des sociétés humaines. Elle se caractérise par différentes étapes :

- Innovations culturelles nombreuses (*domestication d'espèces végétales et animales, techniques de cultures, invention de la céramique, sédentarisation dans des villages*) apparaissant à des moments différents dans plusieurs foyers séparés les uns des autres.
- Sélection culturelle permettant la conservation de ces pratiques culturelles apportant, à plus ou moins long terme, un avantage aux populations qui l'adoptent.
- Transmission culturelle soit par apprentissage de génération en génération (*transmission verticale*), soit par imitation entre congénères (*transmission horizontale*).

- **abandon du comportement des mésanges « voleuses de lait »** faisant suite à l'introduction sur les bouteilles de lait de bouchons résistants aux coups de becs.

Conclusion : L'apparition dans une communauté d'un comportement, ensuite transmis de génération en génération par apprentissage ou par imitation (donc par voie non génétique), **enrichit le panel comportemental de la communauté et donc crée de la diversité.**

L'évolution de la biodiversité résulte des interactions entre évolution biologique et évolution culturelle.

TD : Les lichens, des associations symbiotiques entre algue et champignon.

**A partir de l'étude des documents démontrer qu'un lichen possède des caractéristiques propres à l'association symbiotique.
Expliquer pourquoi les lichens peuvent avoir un rôle pionnier dans l'installation de la vie dans un milieu à priori hostile.**

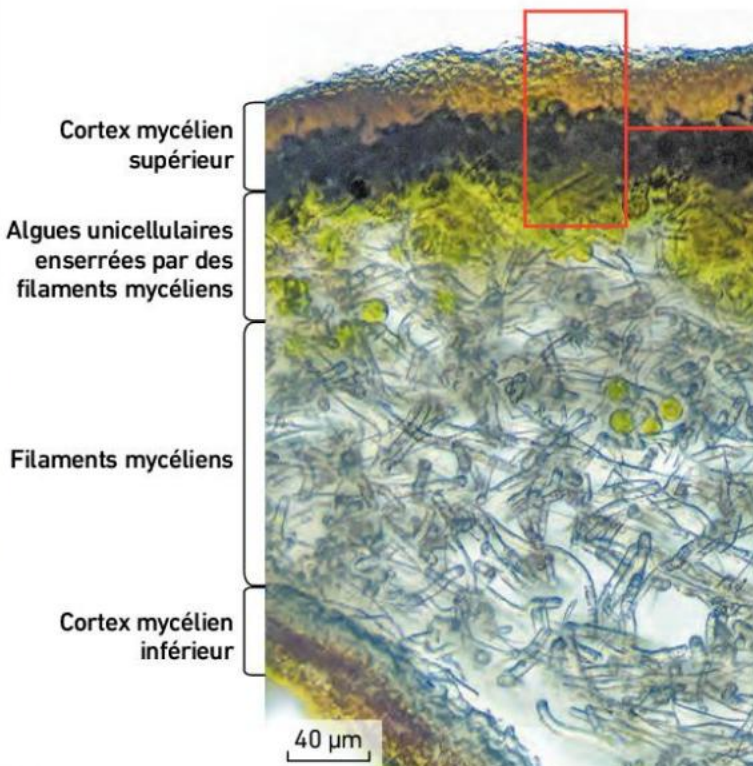
1 Les lichens, des associations symbiotiques entre algue et champignon

Les lichens sont des êtres vivants capables de résister à des conditions extrêmes. Ils sont présents dans presque tous les écosystèmes continentaux, de la toundra aux déserts chauds en passant par les forêts tropicales, des côtes rocheuses aux abords des glaciers. Ce sont souvent des organismes pionniers* capables de coloniser des milieux dépourvus de vie (rochers nus, façades ou toits des maisons...). Il existe environ 20 000 espèces différentes de lichens, dont 3 000 ont été décrites en France. Tous les lichens sont des **associations symbiotiques***, en général entre une algue et un champignon.

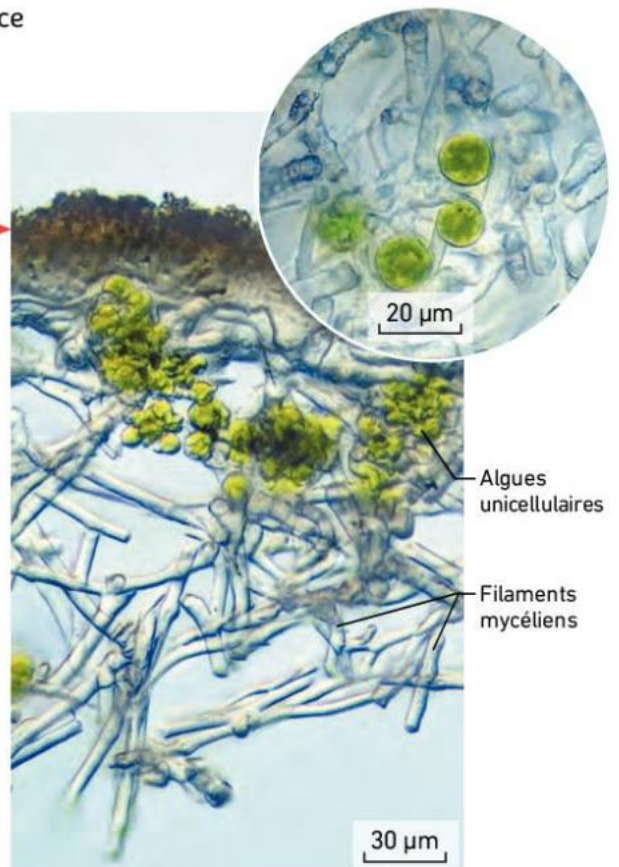


A Différentes espèces de lichens sur une côte rocheuse, en Bretagne.

■ Réaliser des observations microscopiques pour mettre en évidence l'association caractéristique d'un lichen.



B Coupe transversale d'un lichen observé au microscope optique (vue générale).



C Lichen observé au microscope optique (vues de détail).

2 Les lichens : 1 + 1 = 3

Chez les lichens, la symbiose tire profit des aptitudes des deux partenaires : l'algue photosynthétique produit de la matière organique, tandis que les filaments mycéliens retiennent la moindre trace d'humidité disponible.

Mais ce n'est pas tout : le lichen *Xanthoria parietina* présente une couleur jaune caractéristique (A). Ce pigment, la pariétine, joue un rôle de protection contre les effets des rayonnements ultraviolets du soleil, et permet au lichen de s'installer dans des conditions de luminosité extrêmes.

À ce jour, on a recensé plus de 1 500 composés organiques produits par les lichens, dont la plupart n'existent pas chez les autres êtres vivants.

Dans le but de déterminer les conditions nécessaires à la production de pariétine, on a réalisé des cultures *in vitro* dont les résultats sont présentés dans le tableau ci-contre.

Remarque : les polyols sont des produits de la photosynthèse des algues.



A Lichen *Xanthoria parietina* sur un rocher granitique.

	Production de pariétine
Lichen <i>Xanthoria parietina</i> entier	+
Champignon isolé de <i>Xanthoria parietina</i>	-
Algue isolée de <i>Xanthoria parietina</i>	-
Champignon isolé + ajout de polyols*	+

B Résultats d'une culture expérimentale *in vitro*.

Correction :

le lichen est une association symbiotique entre une algue et un champignon (doc1a).

L'observation d'une coupe transversale de lichen présenté par le doc1b montre un phénotype nouveau à l'échelle anatomique avec cette structure en plusieurs couches, deux couches protectrices (cortex mycélien) entourant une couche d'algues photosynthétiques enserrées dans les filaments mycéliens et une couche de filaments mycéliens seuls délimitant des lacunes. Cette structure peut être rapprochée de la structure de la feuille chez les végétaux supérieurs. L'étude de la pariétine (doc2) montre un phénotype nouveau à l'échelle moléculaire avec la synthèse de pariétine, molécule issue d'une collaboration entre les métabolismes des deux symbiotes et permettant l'acquisition d'un caractère nouveau : la résistance au rayonnement UV. 2.

l'association symbiotique entre 2 espèces différentes (champignon et algue) à bénéfique réciproque se traduit par une nouvelle forme de vie comme la capacité à résister au rayonnement UV. 2.

Les caractéristiques développées ci-dessus participent à la colonisation des milieux hostiles. En effet, la structure entre deux cortex mycéliens protecteurs et contenant des filaments délimitant des lacunes favorise la conservation d'eau indispensable à la survie du mycélium et des algues, même dans les milieux arides. La présence des algues unicellulaires dans la couche située juste sous le cortex supérieur permet la photosynthèse, assurant ainsi la nutrition des algues mais aussi du mycélium, même dans les milieux pauvres en matière organique. Enfin, la synthèse de pariétine par certains lichens, comme *Xanthoria parietina*, permet, en absorbant et réémettant le rayonnement UV, la survie dans des milieux fortement exposés aux UV. 3