

THÈME : GÉNÉTIQUE ET ÉVOLUTION

Chapitre : D'autres mécanismes de diversification du vivant

Certains éléments de la diversification des espèces ne sont pas liés aux génomes.

Bien que les individus présentent des caractéristiques phénotypiques directement dépendantes de leurs gènes et de leurs allèles, de nombreux caractères sont également liés à l'environnement tels que l'association avec des organismes vivants, (symbiose, parasitisme), la communication (chant, langue), ou encore le recrutement de composants du milieu (outil, création de nids ...).

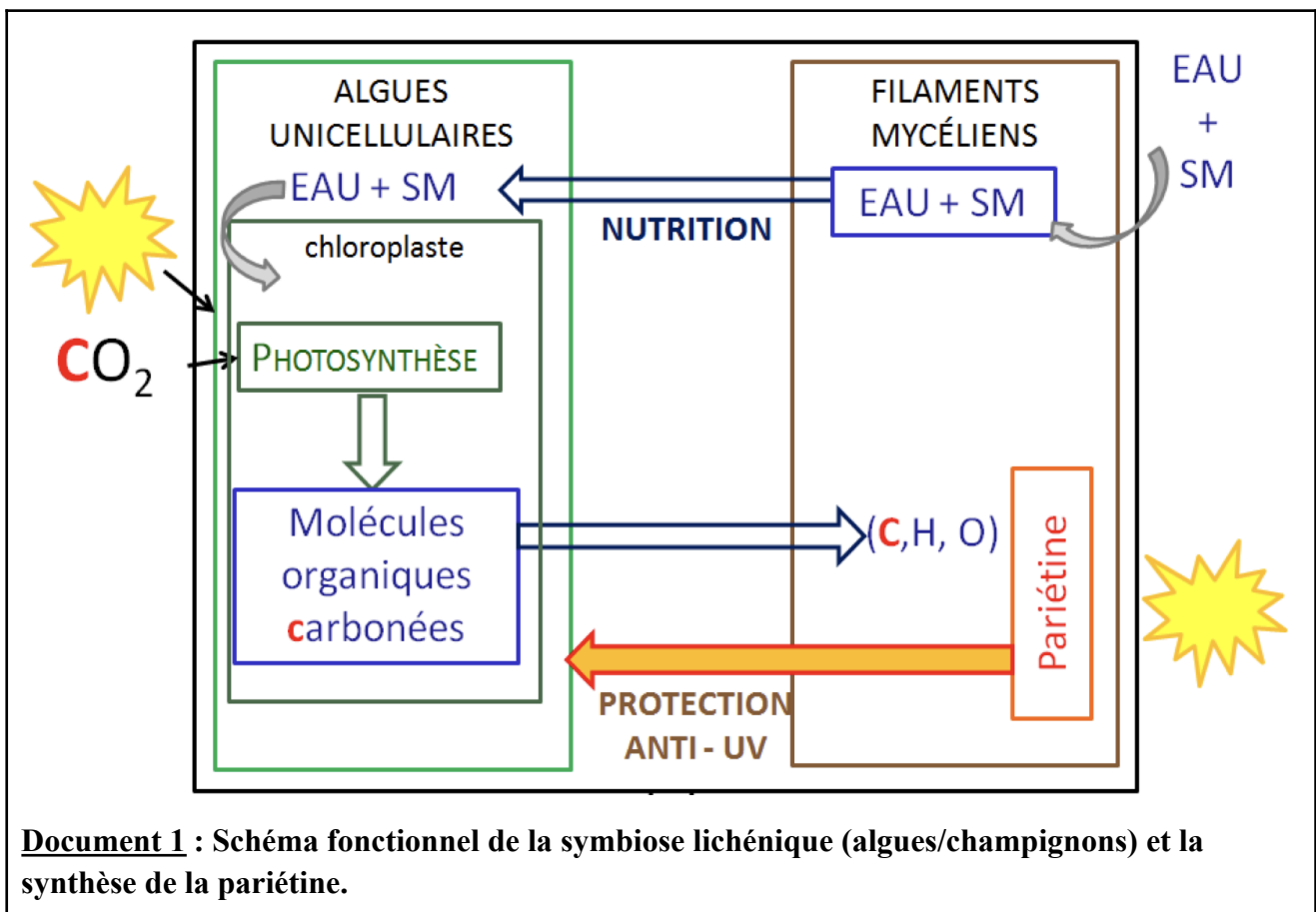
L'ensemble de ces éléments sont transmis, de génération en génération, mais de façon indirecte et donc indépendante des génomes.

Problématiques : Comment expliquer la diversification d'espèces sans modification de l'ADN ? Quels sont les différents mécanismes permettant ce type de diversification ?

I. Les mécanismes de diversification par association d'individus

A) La symbiose, une association à bénéfice réciproque

Les symbioses entre espèces différentes apportent des avantages aux deux partenaires, augmentant leur capacité de survie. Dans le cas des endosymbioses transmises de génération en génération (cf.chapitre complexification des génomes), des interactions s'établissent et modifient le génome des partenaires comme chez l'Élysie émeraude. Il existe cependant beaucoup d'associations symbiotiques non héréditaires, sans modification des génomes.



Document 1 : Schéma fonctionnel de la symbiose lichénique (algues/champignons) et la synthèse de la pariétine.

Dans le cas des lichens, l'association entre un champignon et une algue aboutit à une nouvelle forme de vie possédant son propre phénotype, qui n'est pas la simple addition de celui des deux partenaires. Par exemple, certaines activités métaboliques comme la synthèse de pariétine, pigment protégeant du rayonnement ultraviolet, n'existent que chez le lichen. De telles innovations favorisent la colonisation par les lichens de milieux de vie hostiles aux organismes non symbiotiques.

Un autre exemple de symbiose est le microbiote intestinal. L'acquisition du microbiote intestinal se fait à la naissance, lorsque les membranes fœtales se rompent. Les bactéries vont alors coloniser rapidement et de façon importante le tube digestif du nourrisson. Ceci s'explique par l'immaturation du système immunitaire du nouveau-né qui rend le tube digestif permissif à l'implantation des bactéries. La diversité et la composition du microbiote intestinal est influencée par de nombreux facteurs, dont le mode d'accouchement, l'âge gestationnel, le type d'alimentation dans la petite enfance, le mode de vie, l'alimentation, la prise de médicaments...

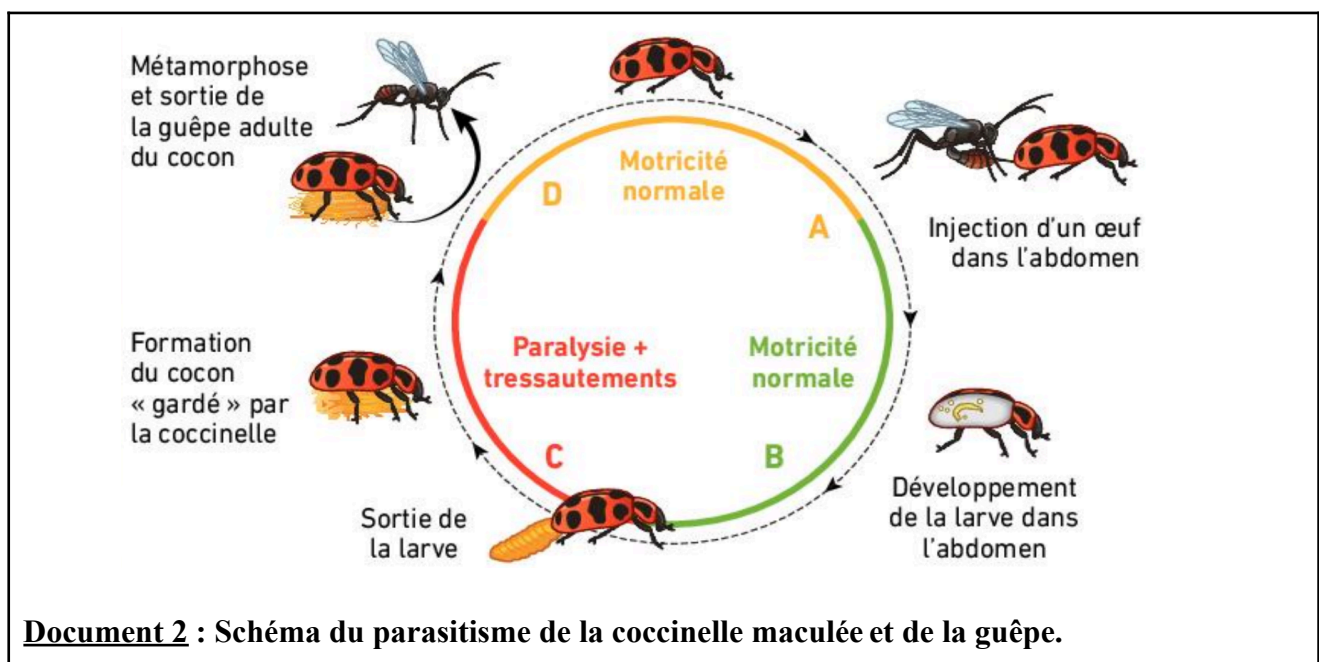
Ceci explique l'idée que chaque individu possède un microbiote intestinal différent. La composition du microbiote intestinal va progressivement se complexifier avec l'âge. C'est seulement à l'âge de 2-3 ans que la maturité du microbiote intestinal est atteinte. Relativement stable au cours du temps, sa composition peut évoluer transitoirement au cours de la vie en fonction de l'alimentation, l'environnement, l'état de santé ou encore le stress.

Dans certaines situations, par exemple en cas de prise répétée d'antibiotiques, leur équilibre n'est plus assuré : on parle de dysbiose. Il tend néanmoins à revenir à son état initial en 1 à 2 mois.

B) Le parasitisme, une association bénéfique pour l'un des partenaires, néfaste pour l'autre

Les êtres vivants sont fréquemment parasités par des organismes pathogènes (champignons, bactéries, virus) qui vivent à leurs dépens. Le plus souvent, cette relation n'est pas fatale pour l'hôte qui en est la cible, mais elle contribue à modifier son phénotype.

C'est par exemple le cas de la coccinelle maculée.



Les guêpes femelles pondent un œuf dans l'abdomen de leur hôte, la coccinelle, et pendant le développement larvaire, le parasite s'alimente de ses tissus. Ensuite, la larve de la guêpe s'extrait de l'abdomen de la coccinelle, sans la tuer, et commence à tisser un cocon entre ses pattes.

De plus, un virus est présent dans le système reproducteur de la guêpe, mais s'y multiplie peu.

En revanche, quand la guêpe pond un œuf dans l'abdomen de la coccinelle, le virus, transmis à l'œuf, se réplique abondamment pendant le développement de la larve et contamine son hôte.

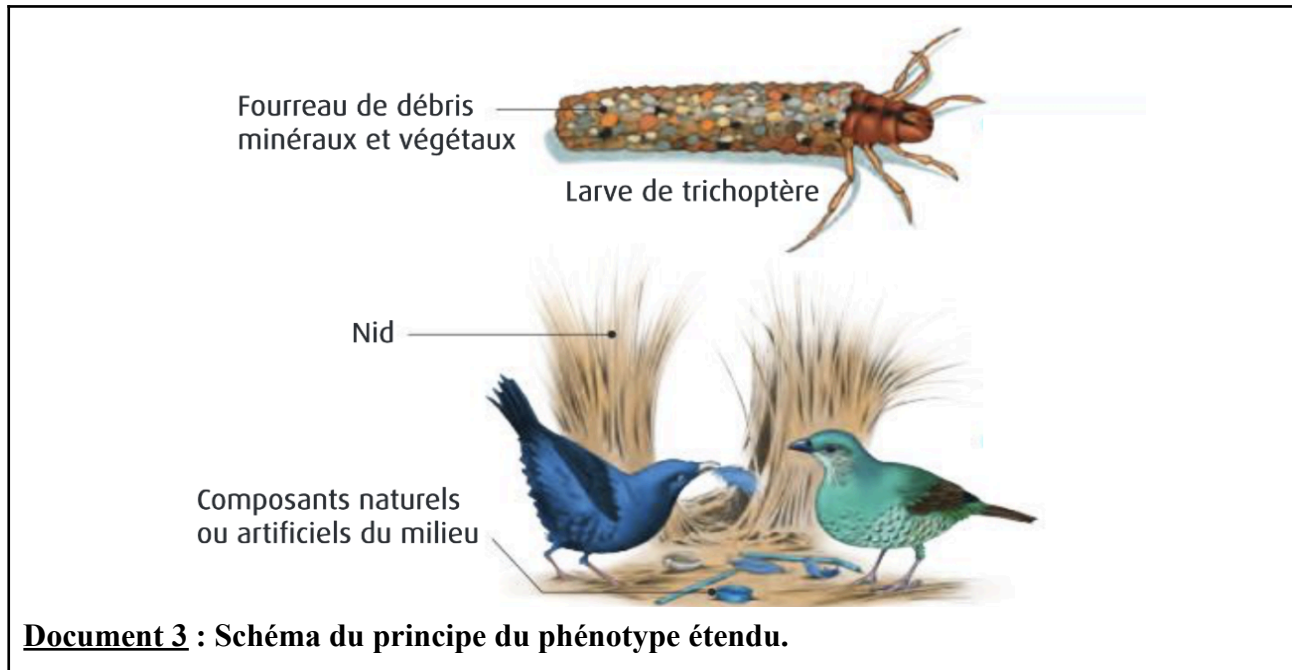
La réponse immunitaire antivirale de la coccinelle est alors supprimée, ce qui permet au virus de l'infecter. Le virus agit sur le système nerveux de l'insecte, entraînant une dégénérescence du tissu nerveux, associée à une paralysie et des tremblements.

La coccinelle se retrouve ainsi contrainte à rester et de jouer son « garde du corps ».

Bilan : Des associations entre espèces, non transmises de manière héréditaire, peuvent participer à la diversification du vivant. Les symbioses, associations à bénéfice réciproque, peuvent se traduire par de nouvelles formes de vie. Les relations entre pathogènes et leurs hôtes contribuent également à une diversification du phénotype.

II. Les mécanismes de diversification par recrutement de composants de l'environnement

Le concept de “phénotype étendu” a été défini par le généticien Richard Dawkins. Selon lui, l'expression des gènes s'étend au-delà de l'organisme lui-même. Elle se manifeste par exemple par ses constructions (toiles des araignées, nids des oiseaux, fourreaux des phryganes, termitières) ou par certains de ses comportements.



A) Pour la protection et la nutrition des êtres vivants

Les phryganes sont des petits insectes dont la larve aquatique présente la particularité de construire un fourreau, tube la protégeant des prédateurs. Les nombreux types de fourreau sont une adaptation au milieu dans lequel elles vivent. La soie du tube est sécrétée par des glandes salivaires ; cette sécrétion durcit au contact de l'eau et la larve la tisse au moyen de ses pattes et de ses pièces buccales. La jeune larve construit son fourreau à l'aide de cette soie et de la gelée qui entourait les oeufs. Plus tard, elle rajoute les matériaux propres à son espèce : végétaux légers pour les larves des eaux stagnantes ou lentes (petites feuilles vertes ou fanées, morceaux de bois, roseaux), matériaux plus lourds pour celles des eaux courantes à rapides (débris de coquilles de mollusques, grain de sable, petits cailloux).

Ainsi, les constructions réalisées par les organismes vivants résultent souvent de comportements innés. En mobilisant des composants inertes du milieu, ces espèces animales augmentent leurs chances de survie ou de reproduction et donc favorisent la transmission de leurs gènes à leur descendance.

B) Pour la reproduction des êtres vivants

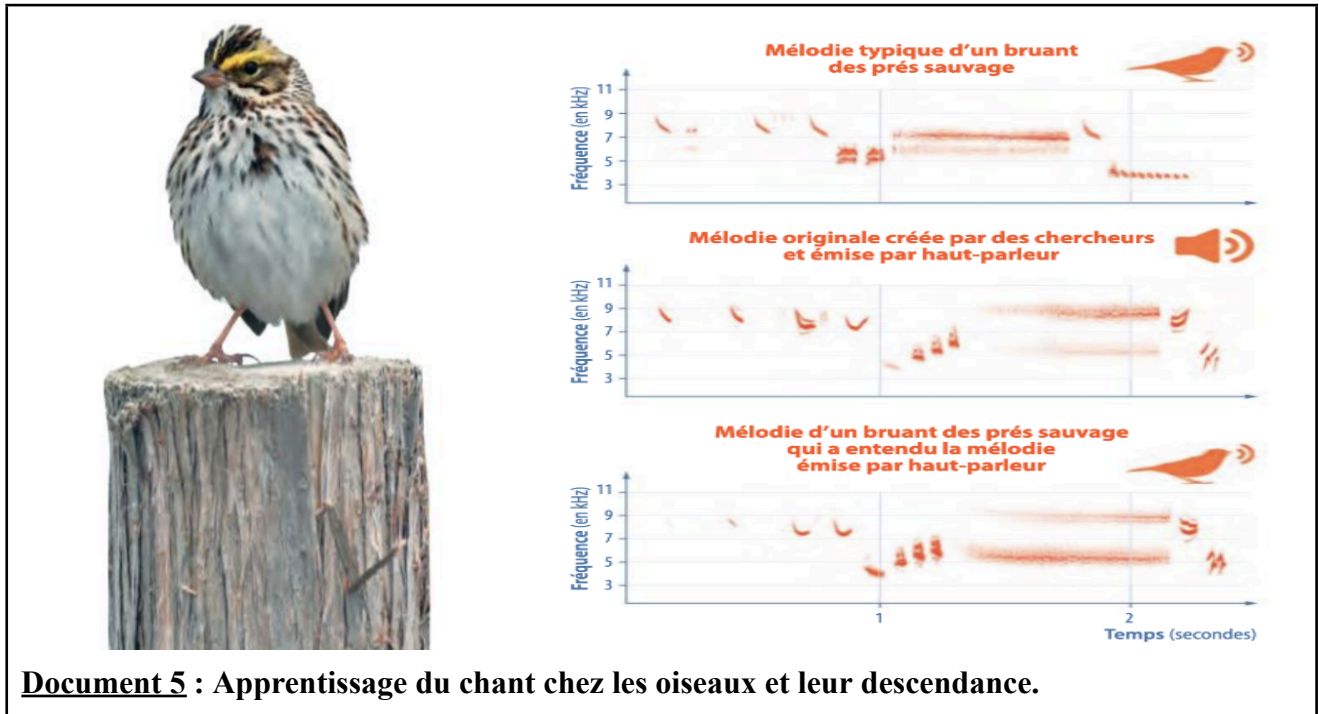
Chez quelques oiseaux comme chez les jardiniers, le nid sera un attribut de parade. Le mâle se sert de ce nid qu'il aménage de plein d'ornement pour attirer la femelle. Ainsi, les parures et parades que manifestent certains animaux pour se défendre ou se reproduire sont également des exemples de phénotype étendu.

Bilan : Le phénotype d'un individu ne se limite pas à l'ensemble des caractéristiques de son organisme, mais s'étend aux modifications de son environnement dues à ses comportements : c'est ce qu'on appelle le phénotype étendu. On peut ainsi inclure dans le phénotype étendu des animaux leurs constructions à partir de composants inertes du milieu, leurs éléments de parure, certains de leurs comportements de reproduction comme les parades.

III. La transmission de comportement et l'évolution biologique

La culture peut être définie comme un ensemble de comportements et de connaissances transmis socialement entre les individus d'une population, puis de génération en génération. Chez les animaux, cette transmission culturelle peut amener jusqu'à une évolution culturelle de l'espèce.

A) La transmission horizontale et verticale des comportements



Les individus adultes peuvent transmettre un comportement acquis aux individus plus jeunes. Cette transmission verticale nécessite alors un apprentissage. Il en est ainsi du chant des oiseaux : si la capacité d'émettre des sons est présente dès la naissance, l'apprentissage du chant typique de l'espèce, parfois même de la population, s'effectue le plus souvent dès le plus jeune âge par imitation du chant des adultes. On parle alors de transmission verticale de comportement.

En Angleterre, certains de ces oiseaux ont développé la capacité de se nourrir en perçant avec le bec l'opercule des bouteilles de lait déposées devant les maisons par le laitier. Rapidement, ce nouveau comportement s'est répandu chez les mésanges, animaux sociaux, par imitation des ses congénères. Un comportement peut se transmettre entre membres d'une même population par imitation entre individus d'une même génération, on parle d'apprentissage entre pairs ou de transmission horizontale de comportement.

B) Évolution culturelle et évolution biologique

Mécanismes	Evolution biologique	Evolution culturelle
Innovations	génétiques (mutations)	Culturelles (inventions)
Sélections des innovations avantageuses	naturelle	culturelle
Transmission verticale ...	par hérédité génétique	par apprentissage
Transmission horizontale ...	par transfert de gènes	par imitation
Disparition possible des innovations...	par dérive génétique	par perte culturelle
Vitesse de diffusion des innovations	rôle des migrations et des barrières géographiques	

Document 6 : Tableau faisant le lien entre évolution culturelle et évolution biologique.

L'innovation est l'apparition de nouvelles pratiques au sein d'une population. Si ces pratiques se révèlent avantageuses pour les individus qui les mettent en œuvre, elles peuvent être sélectionnées positivement et se répandre au sein de la population. C'est le phénomène de sélection culturelle.

La diffusion d'une innovation culturelle peut être très rapide, particulièrement lors d'une transmission horizontale. La vitesse de la diffusion dépend de plusieurs facteurs : elle est ralentie par les barrières géographiques ou de communication entre populations et est accélérée par les migrations et les liens sociaux entre individus. Une innovation culturelle peut être abandonnée lorsqu'elle ne présente plus d'avantage dans des conditions de vie nouvelles : c'est une contre-sélection. Ainsi, l'introduction sur les bouteilles de lait de bouchons résistants aux coups de bec a entraîné l'abandon du comportement des mésanges «voleuses de lait ».

Une innovation peut également se perdre par dérive. Un exemple connu chez les humains concerne les aborigènes de Tasmanie. Ceux-ci, initialement reliés aux aborigènes australiens, ont formé un petit groupe qui s'est isolé il y a environ 10 000 ans. Lors de leur rencontre avec les premiers explorateurs, on a constaté qu'ils avaient perdu de nombreuses techniques pourtant présentes chez leurs ancêtres (outils en os, utilisation de filets de pêche, lances). Cette perte culturelle est le résultat d'un simple hasard : du fait du faible effectif, certains comportements n'ont pas été suffisamment transmis à la descendance.

Bilan : Un comportement est acquis lorsqu'il est le fruit de l'expérience individuelle ou de l'apprentissage. La transmission d'un comportement acquis au sein d'une population peut s'effectuer par transmission horizontale entre individus d'une même génération ou verticale, entre générations. L'apparition de nouveaux comportements et la différenciation des comportements transmis au sein des populations est une source de diversification. Le partage et la transmission de pratiques et de savoirs au sein d'une population constituent une culture. L'évolution culturelle est la transformation dans le temps de la culture d'une population. Elle fait intervenir des innovations pouvant être sélectionnées si elles sont avantageuses, contre sélectionnées quand elles deviennent inopérantes, ou perdues par hasard. L'évolution de la biodiversité résulte des interactions entre évolution biologique et évolution culturelle.

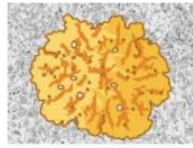
Schéma bilan

Relations et associations entre les êtres vivants

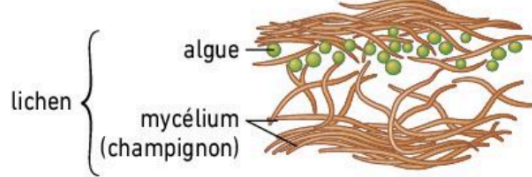
► Symbiose

Association entre des espèces différentes :

- production de nouvelles substances ;
- propriétés nouvelles ;
- colonisation de nouveaux milieux.



lichen → pariétine (protection contre les UV)



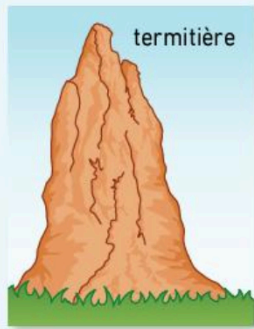
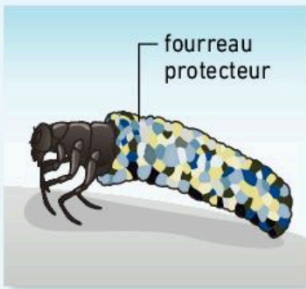
► Relations hôtes/parasites



Une des espèces vit aux dépens d'une autre :

- production de nouvelles substances ;
- modification du comportement de l'hôte.

Utilisation d'éléments inertes



Constructions, utilisation de matériaux...

Recrutement de composants inertes

Associations non héréditaires

Phénotype étendu

Transmission culturelle des comportements acquis



Adultes

Transmission horizontale (au sein d'une génération)

Individus initiés

Individus non initiés



Jeunes

Transmission verticale (entre générations)



Comportement de chasse des baleines

Évolution culturelle

Utilisation d'outils chez les chimpanzés

D
I
V
E
R
S
I
F
I
C
A
T
I
O
N
D
U
V
I
V
A
N
T