

LA BIODIVERSITE

- A. Définition, émergence et maintien
- B. Ecosystèmes : équilibres fragiles
- C. Pourquoi préserver la biodiversité

A. Définition, émergence et maintien

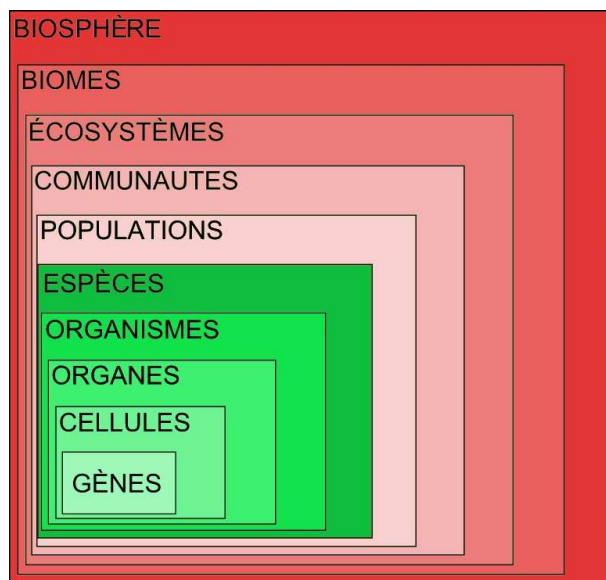
1. Définitions

Néologisme : contraction entre « biologie » et « diversité » (1986).

Définition : Variabilité des organismes vivants de toute origine, y compris, entre autres, les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie ; cela comprend la diversité au sein des espèces et entre espèces ainsi que celle des écosystèmes.

Depuis 1993 : le maintien de la biodiversité locale passerait par le maintien de notre diversité culturelle (qui recouvre la connaissance de notre milieu de vie) au niveau de la planète. Les cultures autochtones ont donc été incluses dans la notion.

La diversité naturelle des organismes s'envisage à divers niveaux :



Gène : variété des gènes qui régissent le fonctionnement de notre corps, avec des mutations propres à chacun.

Cellule : l'expression de ces gènes détermine les protéines que contient la cellule, et par là même les fonctions qu'elle remplit.

Organe : remplit ses fonctions grâce aux cellules qui le composent.

Organisme (individu) : est constitué d'organes spécifiques qui lui permettent de « fonctionner ».

Espèce : notion théorique, elle est constituée des individus se ressemblant et capables de se reproduire en donnant une descendance fertile. Dans la nature, ces individus se répartissent en populations, elles-mêmes réparties dans divers endroits de la planète (ex : l'homme).

Population : sous-ensemble d'une espèce qui vit dans un milieu particulier.

Communauté : somme des populations vivant dans le même milieu et interagissant entre elles.

Ecosystème : somme des espèces vivantes, de leur biotope *et des relations établies entre ces divers éléments* ???

Biome : ensemble d'écosystèmes, il est souvent nommé à partir des végétaux qui y sont adaptés (ex : savane, steppe, etc.) et caractérisé par son climat.

Biosphère : somme des biomes.

A tous ces niveaux, des échanges d'énergie sont réalisés (matière organique, chaleur, etc.), qui tendent vers un équilibre.

Les trois échelles de la biodiversité :

Le gène : La diversité génétique au sein d'une même espèce (entre les individus ou les populations). Elle permet à une population de s'adapter aux modifications de l'environnement.

L'espèce : La diversité des espèces est facilement perceptible, avec pour indicateurs le nombre, la nature et l'abondance des espèces.

L'écosystème : La diversité des écosystèmes forme la biosphère.

2. L'émergence de la biodiversité

Elle correspond à l'apparition de nouvelles espèces, par le phénomène de spéciation.

L'espèce :

Définition (Ernst Mayr 1942) : « Une espèce est une population ou un ensemble de populations dont les individus peuvent effectivement ou potentiellement se reproduire entre eux et engendrer une descendance viable et féconde, dans des conditions naturelles. Ainsi, l'espèce est la plus grande unité de population au sein de laquelle le flux génétique est possible et les individus d'une même espèce sont donc génétiquement isolés d'autres ensembles équivalents du point de vue reproductif (autres espèces). »

Du point de vue de la biodiversité, on considère plutôt les populations (sous-ensembles d'une espèce) qui vivent dans des écosystèmes donnés.

L'apparition de nouvelles espèces :

On peut observer des variations génétiques (mutations) chez les individus d'une même espèce. Ces mutations peuvent prédisposer les individus qui les portent à une meilleure survie dans un milieu donné, ou lors de modifications de celui-ci, et notamment de la dégradation des conditions de vie. Ces individus survivant mieux, vont donc aussi mieux se reproduire et leurs caractéristiques génétiques être sélectionnées au détriment des autres (c'est la sélection naturelle).

Ainsi, si l'on imagine une même population, dont une partie va migrer vers un autre milieu, les individus les mieux adaptés à celui-ci seront sélectionnés. Dans l'une et l'autre sous-populations, de nouvelles caractéristiques génétiques

s'accumuleront et petit à petit elles divergeront jusqu'à créer deux espèces différentes, dont les individus seront maintenant trop éloignés génétiquement pour pouvoir se reproduire.

Donc, à partir de la même population d'une espèce donnée, deux nouvelles espèces, dotées de caractères adaptés aux deux milieux, ont émergé : c'est le phénomène de spéciation.

En parallèle, d'autres espèces disparaissent.

3. Le maintien de la biodiversité

Dans chaque écosystème, les interactions qui s'établissent entre les êtres vivants entre eux ou avec leur biotope tendent vers un équilibre. Néanmoins, en permanence, des éléments extérieurs (espèce invasive, changement brutal de température, précipitations excessives, etc.) viennent perturber l'écosystème.

Généralement, plus il y a d'interactions, plus l'écosystème est résistant aux perturbations extérieures, protégeant les espèces qui y vivent. Par exemple, si une espèce A peut en manger plusieurs autres dans son écosystème, la disparition d'une de ces proies n'affectera pas l'espèce A. Par contre, si elle ne se nourrit que d'une espèce, la disparition de celle-ci provoquera celle de l'espèce A.

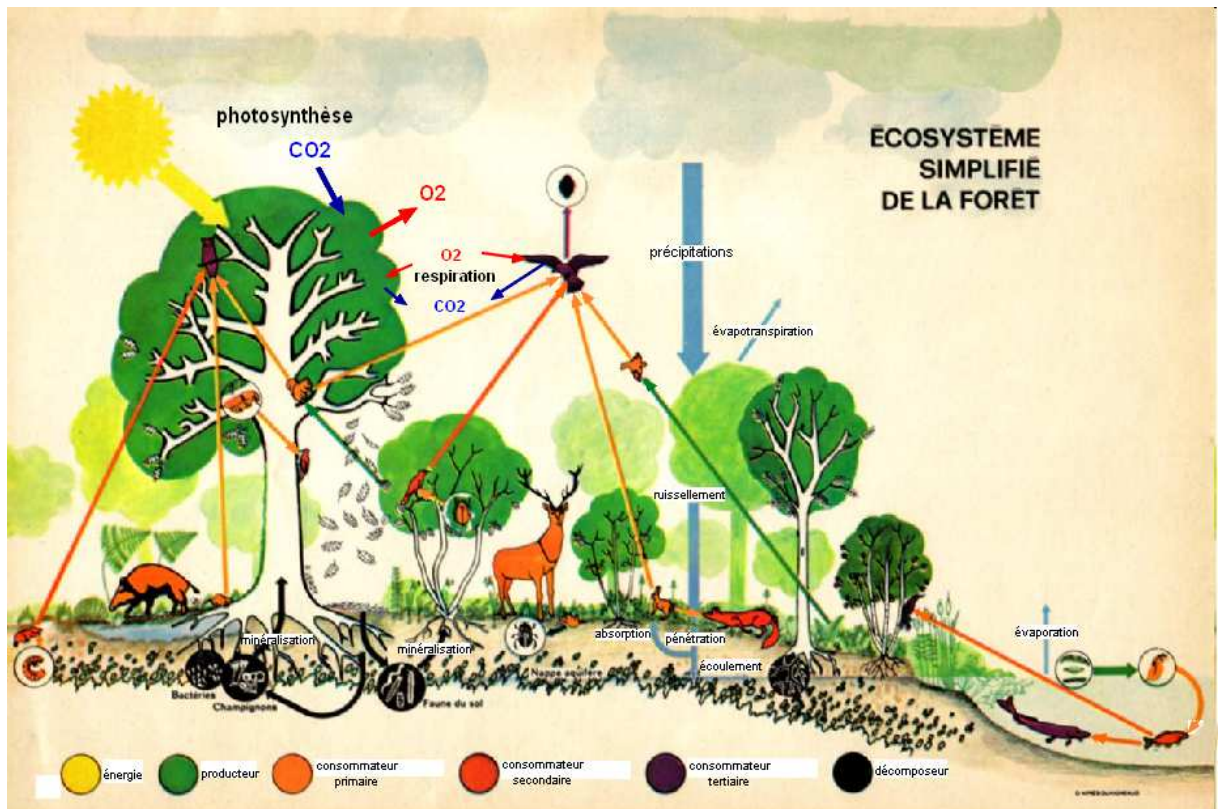
On peut aussi observer des interactions entre les écosystèmes, qui tendent aussi vers un équilibre.

B. Ecosystème : équilibres fragiles

1. Définition :

L'écosystème est un ensemble relativement homogène et stable (en l'absence de perturbations) constitué par une communauté d'êtres vivants (animaux, végétaux, champignons, bactéries) appelée biocénose, en relation avec un biotope (facteurs physicochimiques déterminés par le climat, la topographie, la nature du sol, l'humidité, etc.). Un écosystème évolue, en l'absence de perturbation d'origine naturelle ou humaine, vers un état d'équilibre théorique (puisqu'il y a toujours des perturbations !) appelé climax.

2. Un écosystème : LA FORET



Le cycle de la matière organique dans la forêt :

- La pluie apporte de l'eau, notamment au sol.
- Les végétaux absorbent cette eau et des sels minéraux via leurs racines (sève brute).
- Pendant la photosynthèse, à partir de dioxyde de carbone (CO₂), d'eau (H₂O) et de sels minéraux, en utilisant l'énergie lumineuse généralement grâce à la chlorophylle, les végétaux fabriquent du glucose (C₆H₁₂O₆). Cette molécule sera la base pour la synthèse des autres molécules constituant la matière organique des végétaux.
- Un premier groupe d'animaux végétivores ou phytophages (consommateurs primaires) se nourrit de cette matière organique.
- Ces animaux sont mangés par des carnivores ou zoophages (consommateurs secondaires), eux-mêmes dévorés par d'autres prédateurs (consommateurs tertiaires), etc.
- Tous ces êtres vivants meurent un jour et leur matière est alors dégradée jusqu'au produire des minéraux qui seront absorbés avec l'eau par les végétaux, etc. Ce sont d'abord les détritivores (charognards, vers de terre, etc.), qui agissent sur les cadavres, puis les transformateurs (champignons, bactéries) qui réduisent la matière organique en minéraux.

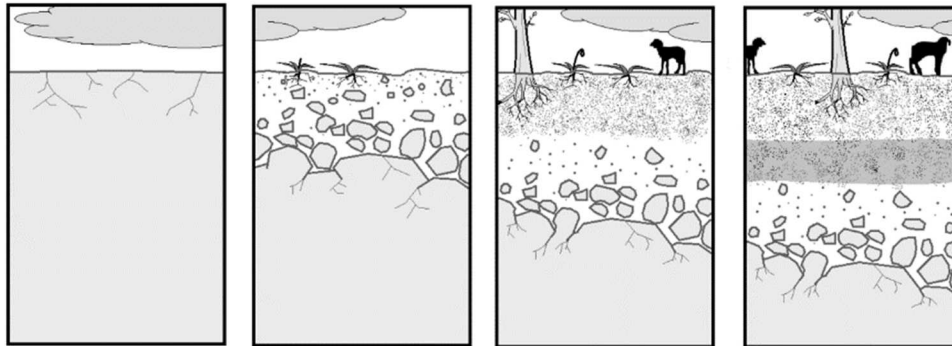
3. Les impacts de la roche-mère sur la biodiversité, en surface et dans le sol :

Sous la terre, se trouve la roche-mère qui supporte le sol et « l'alimente » en minéraux et influe sur divers éléments (rétention d'eau, etc.). Cette roche peut être de diverses natures.

En effet, les roches sont des matériaux dont la composition en minéraux est très variable, fonction de divers facteurs :

- **Provenance** : magmatique (refroidissement du magma : granite, basalte, etc.), sédimentaire (accumulation des produits d'érosion d'autres roches ou des coquilles, os, etc. de petits organismes aquatiques : argile, craie, etc.) ou métamorphique (modification par la température et la pression puis recristallisation des 2 types de roches précédents : orthogneiss, marbre, etc.) ;
- **Refroidissement** plus ou moins rapide ;
- **Pression** (profondeur) plus ou moins importante ;
- **Apports** sédimentaires ou des roches voisines.

a. Les étapes de la formation du sol :

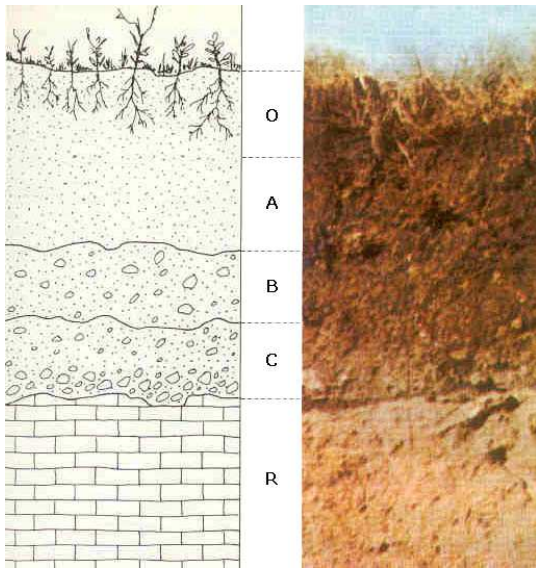


Les différentes étapes de la formation d'un sol (pédogénèse) : de la météorisation de la roche mère à l'évolution de l'enrichissement en humus et de la pédofaune.

Extrait de Wikipédia

- Avant que ne s'installent les êtres vivants, la roche est à nu.
- Des espèces pionnières, notamment de bactéries, champignons et végétaux, adaptées, s'installent sur cette roche, y puisant minéraux et eau.
- Cette végétation attire une faune qui lui est elle-même adaptée.
- Tous ces êtres vivants en mourant, viennent augmenter la quantité d'humus, favorisant l'installation de nouvelles espèces et générant petit à petit un écosystème.
- En retour, les caractéristiques de cet écosystème agissent sur le sol, et partant, sur la roche-mère et son altération en fragments de tailles plus ou moins importantes.

b. Structure d'un sol :



O : zone comprenant, de haut en bas, la litière fraîche (débris bruts), une zone de fragmentation des débris et une zone de transformation en humus.

A : zone composée d'éléments minéraux et d'humus.

B : zone où s'arrêtent de descendre un certain nombre d'éléments et où des processus physico-chimiques et biochimiques provoquent la destruction des minéraux du sol.

C : roche-mère peu altérée.

R : roche-mère non altérée.

Extrait de Wikipédia

c. Caractéristiques de la roche-mère qui influencent la biodiversité :

Cette roche-mère est érodée de façon mécanique et chimique, notamment par l'eau. Ainsi, sa composition et le relief qu'elle adopte alors vont influencer la biodiversité.

➤ Les composants chimiques

- i. Le pH : les fragments plus ou moins importants (galets -> sables -> limons) qu'elle libère vont se retrouver dans la terre et leur composition chimique impacter celle-ci. Ainsi, selon que la roche contient ou pas du calcaire, qui libère des ions calcium, elle influe sur le pH, en rendant respectivement basique ou acide l'humus. La présence d'ions calcium modifie la capacité d'absorption de l'eau par les plantes et une végétation adaptée à ce milieu va donc s'installer, attirant ensuite une faune spécifique.
- ii. La rétention de l'eau : la composition chimique de la roche va aussi agir sur l'aptitude de la terre à garder ou non l'eau. Ainsi, les argiles, retenant l'eau, attirent-elles des espèces végétales hydrophiles tandis que les calcaires, dans les failles desquels l'eau s'infiltre, portent plutôt des espèces adaptées à la sécheresse.

Par exemple, les causses du Quercy blanc au sous-sol calcaire, accueillent des pelouses sèches et des chênes pubescents (truffiers !), adaptés à une sécheresse importante en été.

➤ Le relief

Le relief imprimé par la roche au sol, l'orientant vers l'un ou l'autre des points cardinaux, va lui aussi influencer les espèces, en fonction de leur adaptation aux températures (Nord/Sud) et à la pluviométrie (Est/Ouest) d'une région. L'érosion de la roche tend à diminuer ces effets.

Ainsi, l'observation de la végétation permet-elle parfois, en confrontant toutes ces données, de savoir quelle roche se trouve sous le sol qu'elle occupe.

4. Les interactions dans un écosystème

Les relations alimentaires (ou trophiques) :

- Les chaînes alimentaires : elles sont linéaires, commencent toujours par un producteur de matière organique (souvent un végétal chlorophyllien). Les producteurs sont dits « autotrophes ». Viennent ensuite les consommateurs, primaires ou secondaires, qui sont dépendants des producteurs pour se fournir en matière organique. Ils sont « hétérotrophes ». Enfin, on trouve les décomposeurs qui permettent le recyclage de la matière organique.
Les flèches entre les divers maillons de la chaîne signifient : « est mangé par » et représentent le sens du transfert d'énergie.
- Les réseaux trophiques : un même être vivant peut participer à plusieurs chaînes alimentaires. Toutes ces chaînes constituent un réseau. Un écosystème comporte plusieurs chaînes qui, généralement, peuvent participer à plusieurs réseaux.
- La pyramide d'énergie : elle permet d'envisager la matière organique sous sa forme énergétique, et donc de la quantifier. On représente alors les transferts de cette énergie sous forme de pyramide (éléments issus d'un document provenant du Webpedagogique : <https://lewebpedagogique.com/sciencesgabi/files/2014/12/EX-pyramide.pdf>).

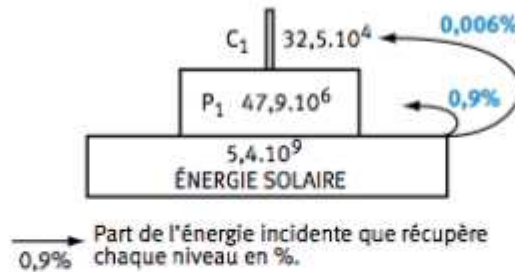
Flux d'énergie (en kJ/ha/an) dans deux écosystèmes

Ecosystème	Energie solaire incidente	Producteurs primaires (P1)	Consommateurs de premier ordre (C1)	Consommateurs de second ordre (C2)
Champ de blé en Hollande	$5,4 \cdot 10^9$	$47,9 \cdot 10^6$ (grain de blé)	$32,5 \cdot 10^4$ (tissu humain)	aucun
Prairie en France	$41,6 \cdot 10^9$	$163,4 \cdot 10^6$ (herbe)	$11 \cdot 10^6$ (tissu de bœuf)	$8,4 \cdot 10^4$ (tissu humain)

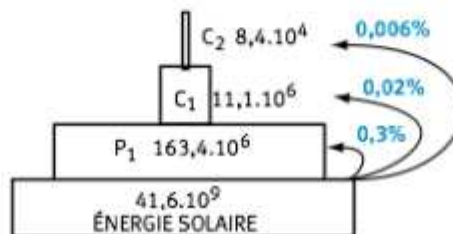
Ainsi, dans le champ de blé en Hollande, l'énergie solaire qui parvient sur le champ est de $5,4 \cdot 10^9$ kilo joules/hectare/an, celle que l'on retrouve dans les grains de blé est de $47,9 \cdot 10^6$ kJ/ha/an et dans les tissus humains, la part provenant de l'absorption du blé est de $32,5 \cdot 10^4$ kJ/ha/an. On peut donc constater qu'il y a une forte déperdition, avec en moyenne 10% de conservation à chaque maillon. On peut représenter ces transferts d'énergie dans une pyramide dont la longueur de chaque rectangle (représentant un maillon) est proportionnée à l'énergie reçue.

Voici les deux chaînes évoquées ci-dessus représentées sous forme de pyramides des énergies.

Pyramide des énergies pour le champ hollandais produisant la farine de blé consommée par l'homme (valeurs en kJ/ha/an)



Pyramide des énergies pour la prairie qui produit les vaches qui sont consommées par l'homme (valeurs en kJ/ha/an)

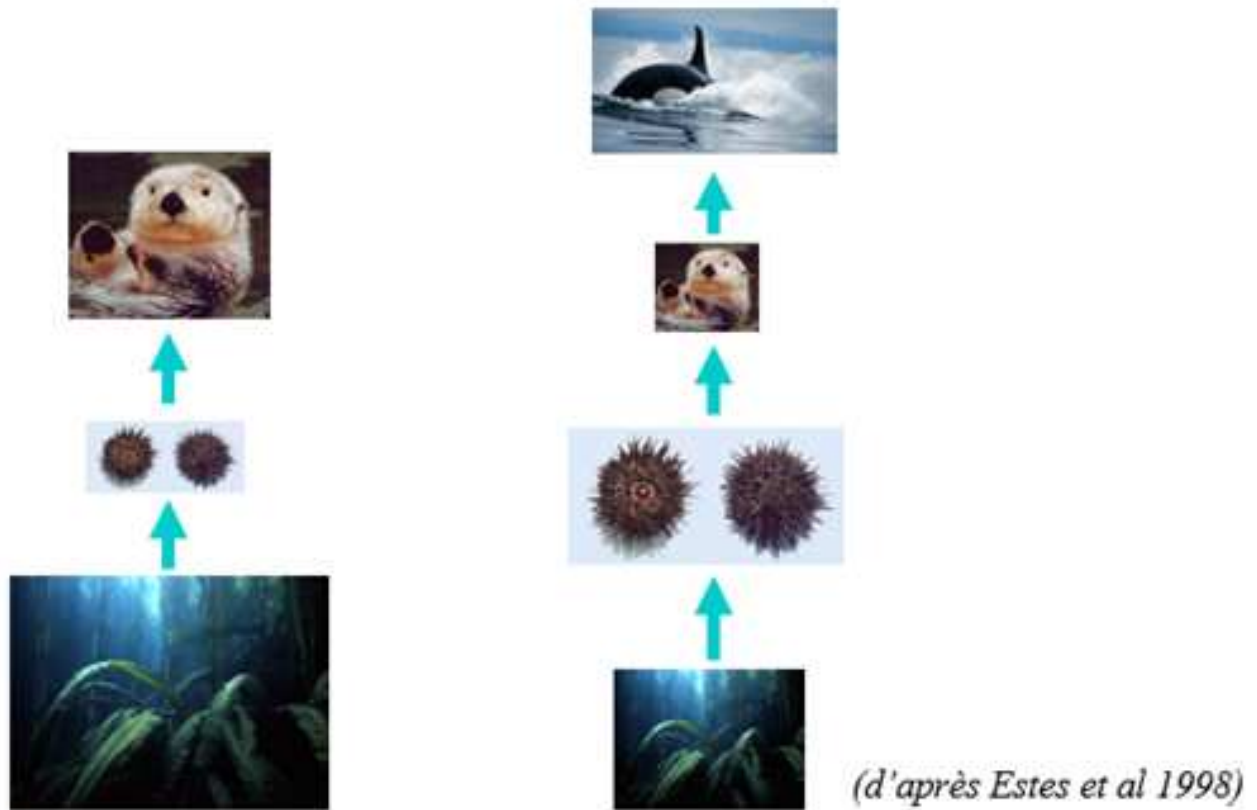


Les autres relations entre espèces (voir eduscol) :

- La symbiose** : relation obligatoire, à bénéfices réciproques.
Ex : les lichens constitués d'un champignon qui prélève l'eau et les sels minéraux et d'une algue (ou une bactérie) qui fournit la chlorophylle pour réaliser la photosynthèse et produit donc la matière organique pour l'ensemble.
- Le mutualisme** : relation non obligatoire, à bénéfices réciproques.
Ex : La pollinisation des fleurs par certains insectes qui se nourrissent de nectar et pollen ; des fourmis qui protègent les acacias contre les prédateurs et qui y trouvent nourriture et abris ; les bactéries logées dans les racines de légumineuses qui fixent l'azote et en fournissent à la plante. On rencontre de nombreux cas de co-évolution entre les partenaires.
- Le commensalisme** : un seul tire profit, sans nuire à l'autre.
Ex : le pigeon, le moineau, la blatte sont des commensaux de l'homme...
- Le parasitisme** : un seul tire profit, mais en nuisant à l'autre... en évitant toutefois de le tuer !
Ex : poux, tenia, le coucou (qui pond ses œufs dans le nid d'autres oiseaux), etc. Là encore, il y a souvent co-évolution entre l'hôte qui s'adapte pour lutter (système immunitaire) contre le parasite qui lui doit pouvoir continuer de parasiter, sans tuer pour ne pas perdre ses ressources. Suite à cette co-évolution, bien souvent un parasite n'a qu'un seul hôte.
- La compétition** : les espèces (ou les populations d'une même espèce) luttent pour une même ressource.
Ex : colonies de singes Colobus combattent pour les zones d'alimentation ; renards polaires et roux (qui étendent leur territoire suite au réchauffement climatique) luttent pour les terriers de reproduction.
- (Le neutralisme)** : les espèces partagent un même territoire mais n'interagissent pas.
Ex : cerf et musaraigne dans la forêt.

5. Les effets de cascade :

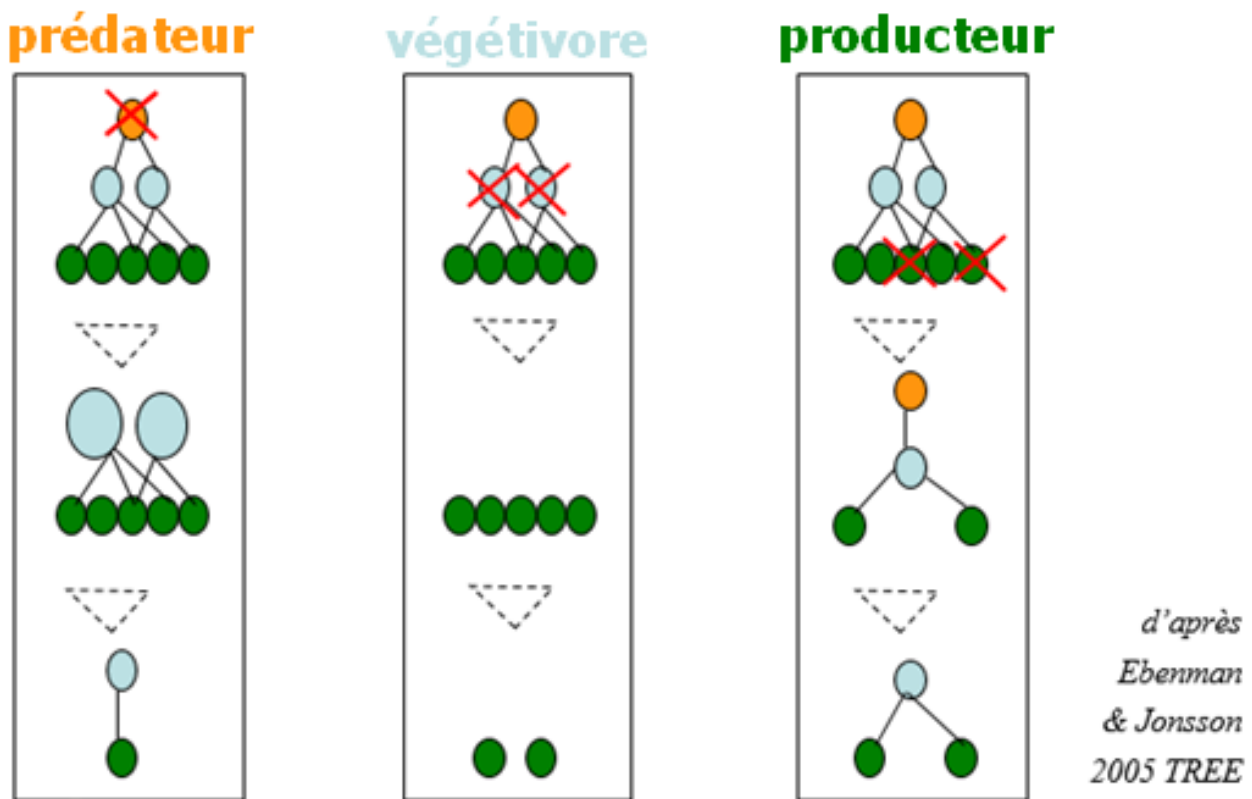
Le littoral des îles Aléoutiennes



Les laminaires (algues) constituent à la fois un milieu de vie et une ressource alimentaire pour de nombreuses espèces, dont les oursins. Ceux-ci sont eux-mêmes mangés par les loutres de mer.

La raréfaction des proies des orques a provoqué leur migration vers ce littoral, où elles dévorent les loutres. La population de celles-ci chutant, les oursins se multiplient et la population de laminaires chute à son tour, mettant à mal tout un écosystème.

Le cas théorique des prédateurs



Voici schématisées les relations alimentaires entre des producteurs (végétaux), des végétivores et un prédateur, dans un écosystème donné.

Si le **prédateur** disparaît de l'écosystème, les populations de végétivores se multiplient et broutent plus de producteurs, jusqu'à faire disparaître certaines espèces végétales et mettre en difficulté leurs propres populations.

Si ce sont les populations de **végétivores** qui disparaissent (migration par exemple), le prédateur disparaît aussi et les espèces végétales en compétition peuvent voir leur diversité se réduire.

Enfin, si ce sont des **espèces végétales** qui disparaissent, les espèces végétivores en compétition vont voir leur nombre réduit et leur prédateur disparaître.

Dans tous les cas, se situant en haut de la chaîne, on voit que la survie du prédateur est rapidement mise en danger.

Un cas d'école... La réintroduction du loup dans le Parc du Yellowstone (Etats-Unis) :

Vidéos : Comment les loups changent les rivières (anglais) :
<https://www.youtube.com/watch?v=Vbp7pqolp3U>



Les loups ont sauvé le parc du Yellowstone (images et texte en français, un peu emphatique) :
https://www.youtube.com/watch?v=QR_1K4lmL74



Mais, quelques temps après la réintroduction du loup, la population de cerfs du parc diminue de façon drastique, jusqu'à se trouver en danger de disparition.

Plusieurs hypothèses sont émises sur la/les causes :



maladie ?



manque de nourriture ?



prédateur ?

Le loup, réintroduit depuis peu, est suspecté.

Des biologistes viennent observer la population de cerfs et constatent que ce sont les faons qui sont attaqués, et par des ours. Or ces derniers n'ont jamais disparu du parc. C'est donc leur comportement qui a changé.

Jusque-là, leur principale source d'alimentation était la truite fardée du lac Yellowstone, laquelle se déplace souvent sous la surface de l'eau, permettant aux ours de l'attraper avec la patte. Or la truite grise introduite par l'homme est un prédateur de la truite fardée et se déplace en profondeur, ne la remplaçant pas au menu de l'ours. Celui-ci se rabat donc sur les faons des cerfs...

C. Pourquoi préserver la biodiversité ?

Deux approches convergent pour limiter l'érosion de la biodiversité :

- ne pas perdre les services qu'elle rend à l'humanité : ressources alimentaires (diversité des végétaux, pollinisation, etc.), bois de construction, fibres végétales, eau potable, qualité de l'air, lutte contre l'érosion des sols et les inondations, bien-être ;
- pour elle-même, par respect de la vie, étendu de celle de l'Homme à celle de tout être vivant, par principe.

En se fondant sur les éléments qui constituent la biodiversité, c'est-à-dire les êtres vivants et les interactions qui les lient, on peut définir deux raisons de la protéger, avec ou non pour finalité de servir l'humanité :

- **Les espèces sont uniques, irremplaçables et interdépendantes :**

Chaque espèce est unique et irremplaçable, et sa disparition, irréversible, peut avoir des conséquences importantes et imprévisibles sur d'autres espèces, par un mécanisme d'effet « cascade ».

Toutes les interactions sont encore très loin d'être connues, d'autant que seules 1,8 millions d'espèces sur 10 à 100 millions sont aujourd'hui identifiées. Il est donc impossible d'anticiper toutes les conséquences de la disparition d'une espèce. Jusqu'à une date récente, les marais où pousse l'obione (plante très répandue) au Mont-saint Michel n'étaient

par exemple pas considérés comme des milieux intéressants. On a découvert récemment que la production massive de cette plante permet à de nombreuses espèces de se développer (moules, huîtres) ou de venir s'alimenter (juvéniles de poissons : mulot, etc.).

- **La biodiversité permet au vivant de s'adapter aux changements :**

C'est la diversité des espèces et leur diversité génétique qui permet de s'adapter aux changements (climatique, économique, etc.) et assure la survie du vivant dans sa globalité.

En effet, plus le nombre d'espèces et leur diversité génétique sont élevés, plus les chances sont grandes que certains soient capables de s'adapter à de nouvelles conditions de vie. Dans les années 70, un virus dévastait les rizières de l'Inde et de l'Indonésie. L'institut international du riz a dû tester plus de 6000 types de riz avant de trouver une variété porteuse de gènes de résistance à cette maladie. Il est donc important de conserver un maximum de variétés.

Pédagogiquement parlant, les deux approches sont très différentes.

Autant il est facile d'énumérer nombre de services rendus par la biodiversité aux élèves, services d'autant plus évidents qu'ils sont nécessaires à la survie de l'humanité, autant le respect de la vie pour elle-même ne tombe pas sous le sens, en particulier dans les cultures occidentales.

Cette dernière approche demande de développer ou de cultiver une sorte d'empathie pour la vie, un respect inconditionnel, indépendant de nos intérêts. Ceci peut être envisagé grâce à la lecture d'ouvrages de fiction (voir annexe 3 des défis), par des sorties sensorielles dans la nature, etc.

Petit glossaire

Espèce parapluie : souvent un animal charismatique (tigre, grand panda, etc.) dont le territoire est vaste. La protection de l'espèce permet celle de son territoire, et partant, des espèces qui y vivent. Néanmoins, l'efficacité en termes de conservation des espèces a été mise en doute. Il ne s'agit donc pas d'une notion scientifique mais plutôt de concerner l'opinion publique.

Espèce clé de voute : de par son fonctionnement, elle structure son écosystème ou en régule les interactions, et « protège » ainsi plusieurs autres espèces. Si elle disparaît, l'écosystème entier peut être mis à mal. Des espèces très diverses peuvent être considérées comme clés de voûte : vers de terre, loup, bouleau, etc.

Espèce fondatrice : elle augmente la capacité d'accueil d'un écosystème pour d'autres espèces.

Espèce pionnière : l'une des premières à coloniser un milieu.