

Thème 3 : Enjeux planétaires contemporains

CHAPITRE 1 : Des écosystèmes en équilibre dynamique

Quels éléments composent un écosystème et comment leurs interactions structurent-elles cet écosystème ?

I. Biocénose et biotope : deux entités de l'écosystème en interaction

A. Le biotope et la biocénose.

Un écosystème est constitué d'un **biotope** et d'une **biocénose** :

- Le **biotope** est le milieu de vie des êtres vivants. Il est caractérisé par un ensemble de paramètres abiotiques ou physico-chimiques (climat, luminosité, pH, pluviométrie, nature géologique des sols...).

- La **biocénose** est l'ensemble des êtres vivants présents dans le biotope. La biocénose est constituée de plusieurs **populations**, c'est-à-dire d'un ensemble d'individus de la même espèce vivant dans le temps et l'espace étudiés.

B. Une structuration de la biocénose par le biotope.

Le biotope influence la répartition de la communauté des êtres vivants. Par exemple, en forêt, la nature géologique du sous-sol va conditionner les espèces végétales présentes.

Exemple : Si la roche mère est siliceuse (granite, grès, gneiss), la litière est acidifiante, la décomposition est ralentie et donc le sol pauvre : s'y installent préférentiellement des espèces comme la Callune ou le Genêt à balai.



La callune, très présente en forêt de Fontainebleau.

II. Les interactions entre les êtres vivants.

Les êtres vivants d'un écosystème sont constamment en interaction. On distingue différents types d'interactions entre des espèces différentes suivant leurs conséquences sur la **valeur sélective** de chaque partenaire, c'est-à-dire sur la **survie** et la **capacité à se reproduire** de chaque individu.

A. Les différents types d'interaction entre les êtres vivants.

1) Le mutualisme, des interactions à bénéfice réciproque.

Le **mutualisme** désigne une interaction dont les effets sont favorables pour la valeur sélective des deux partenaires. Lorsque cette interaction est durable, on parle de **symbiose**.

Exemple de symbiose : Certains filaments de champignons s'associent aux racines des arbres pour former des **mycorhizes**.

- *Avantage pour l'arbre* : meilleure absorption d'eau et de minéraux grâce aux champignons.

- *Avantage pour le champignon* : se nourrit de la matière organique issue de la photosynthèse de l'arbre.



La mycorhize, une symbiose entre champignon et arbre.

2) L'exploitation, une interaction à intérêt unilatéral.

L'**exploitation** désigne une interaction dissymétrique, c'est-à-dire favorable pour l'un et défavorable pour l'autre. C'est le cas du **parasitisme** ou de la **prédation**.

Exemple de parasitisme : La galle pointue du hêtre se forme après qu'une petite mouche parasite ait pondu un œuf sur la feuille en été. Quand la larve éclot, elle provoque la formation d'une excroissance sur la feuille.

- *Avantage pour l'insecte* : La galle sert de nourriture et d'abri à la larve pendant l'hiver.

- *Désavantage pour l'arbre* : Dépense de l'énergie et la matière pour construire la galle à son détriment.



La galle du hêtre.

3) La compétition, des effets négatifs pour les deux partenaires.

La compétition désigne une interaction dont les effets sont défavorables pour les deux. Il s'agit d'une interaction mise en jeu lors de l'accès aux ressources (lumière pour les végétaux (à nuancer, cf TP), proies pour les prédateurs...). Elle peut se manifester entre individus d'une même espèce ou d'espèces différentes.

B. De récents changements dans notre vision des relations entre les êtres vivants (Point culture en plus !).

De Darwin à Dawkins, les scientifiques du 20^{ème} siècle ont majoritairement théorisé l'évolution comme étant une véritable « lutte pour la survie » : face à des ressources limitées, les individus seraient en compétition les uns avec les autres. Ainsi Darwin formulait : « *Partout, la nature entière est en guerre, chaque organisme avec un autre, ou avec la nature extérieure* ». La loi de la jungle serait-elle la seule règle en matière d'évolution ? Pas à en croire les récents travaux scientifiques qui révèlent des alliances insoupçonnées. Insectes sociaux, communication et entraide entre les arbres, bactéries mutualistes dans nos intestins.... La coopération serait au moins aussi importante que la compétition dans l'évolution du vivant. Cette nouvelle vision des relations entre les êtres vivants, bien qu'encore peu généralisée, a des répercussions importante dans notre vision du monde et nos modes de vie. Prenons le cas de l'agriculture. Dans le cas d'une agriculture compétitive, face à des ravageurs de culture potentiellement en compétition avec nous pour une même ressource, la stratégie est de les éliminer à l'aide de produits phytosanitaires, avec les conséquences observés sur notre santé et celle des écosystèmes. Dans une agriculture coopérative, l'idée est de retrouver de la diversité pour accueillir des insectes et auxiliaires de culture susceptibles de réguler les ravageurs.

III. Les stocks et les flux de matière et d'énergie au sein de l'écosystème.

A. Les réseaux trophiques.

Au sein d'un écosystème, on désigne par **réseau trophique** l'ensemble des relations alimentaires entre les individus d'un écosystème. En d'autres termes, il traduit la circulation de matière et d'énergie entre les êtres vivants.

On distingue différents niveaux :

- Les producteurs primaires :

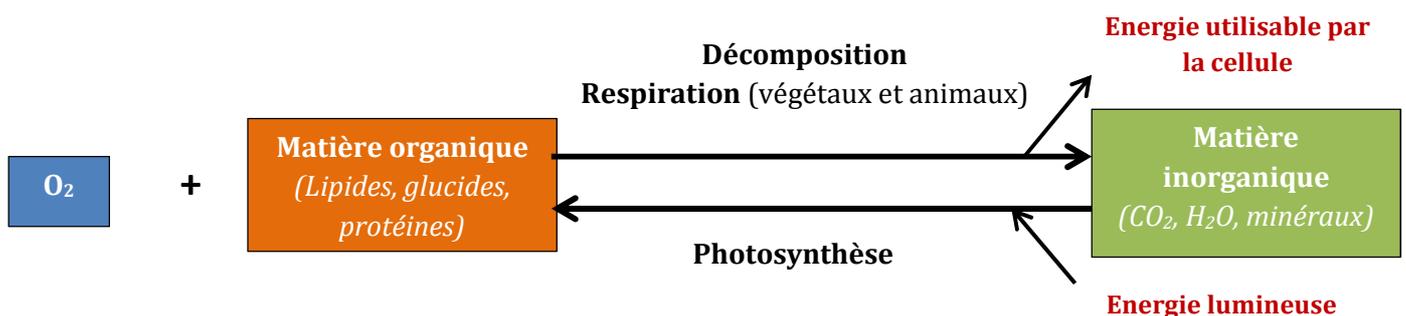
Il s'agit des végétaux chlorophylliens. **Autotrophes**, ils utilisent de l'énergie lumineuse pour produire de la **biomasse** (matière organique contenue dans les êtres vivants) à partir de CO_2 (forme minérale du carbone) par photosynthèse ($6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 (\text{glucose}) + 6\text{O}_2$).

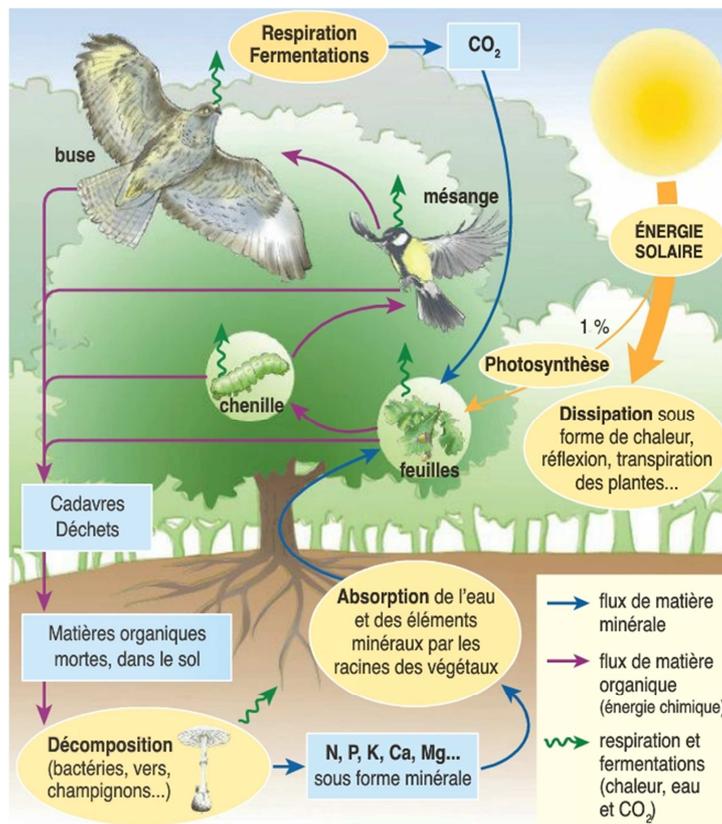
- Les consommateurs :

Hétérotrophes, ils utilisent la matière organique produite par d'autres êtres vivants comme source d'énergie et de matière pour croître et vivre. Ils la dégradent lors du processus de respiration ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 (\text{glucose}) + 6\text{O}_2 \rightarrow 6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$). On distingue les **consommateurs primaires** (herbivores) et les **consommateurs secondaires** (prédateurs).

- Les décomposeurs :

Ce sont des consommateurs au rôle particulier. **Hétérotrophes**, ils se nourrissent de la matière organique morte qu'ils transforment et minéralisent par respiration et/ou fermentation. Ils jouent un rôle fondamental dans le sol car participent à sa formation. Ceci permet le recyclage d'une grande partie de la matière.



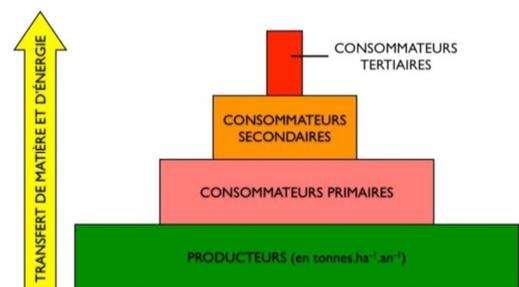


Les relations trophiques entre les êtres vivants d'un écosystème forestier.

B. Flux de matière au travers des écosystèmes.

Les interactions trophiques des organismes conduisent au passage de matière organique d'un organisme à un autre : c'est un **flux** de matière. Ils correspondent à la circulation de matière (eau, matière organique) et donc d'éléments (carbone, azote) constituant cette matière. Ces flux peuvent être représentés sous la forme d'une **pyramide écologique** (exemple : pyramides des biomasses).

Les pertes de matières d'un niveau trophique à un autre sont très élevées : le **rendement écologique** est faible. Ces pertes sont essentiellement dues à la respiration des organismes (qui convertie l'énergie contenue dans la matière organique en énergie utilisable par la cellule), la perte de matière sous la forme d'excréments et la mort des organismes.



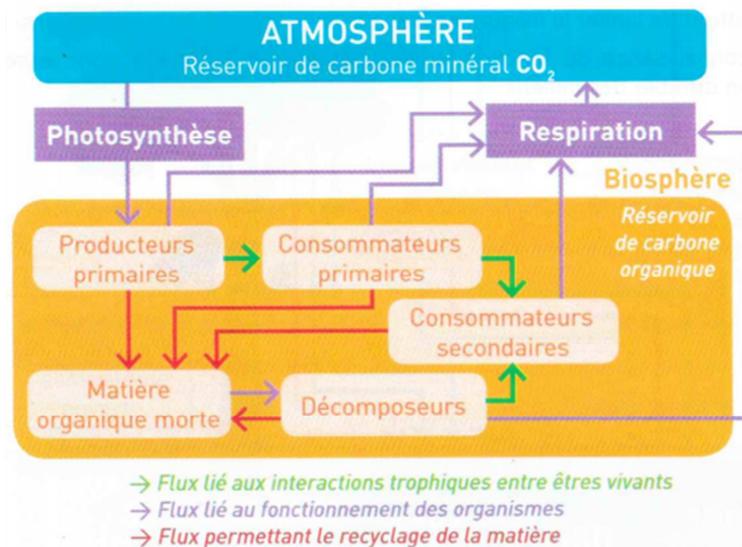
La pyramide des biomasses.

(La largeur des rectangles est représentative de l'importance de la biomasse).

C. Stocks de matière, flux et cycles biogéochimiques.

Un cycle se caractérise par la circulation d'un élément d'un compartiment à un autre jusqu'à ce qu'il retourne à son point de départ. Les compartiments sont appelés des **réservoirs** car l'élément y est pour une durée variable ou **temps de résidence** (durée moyenne). La circulation de l'élément d'un compartiment à un autre est appelé un **flux**.

Cas du réservoir de carbone : Les différentes composantes d'un écosystème peuvent être considérées comme des **réservoirs** de carbone. La biomasse, les sols forestiers, l'atmosphère sont des puits de carbone. Les flux entre ces réservoirs dépendent généralement de l'activité de la biocénose. Les producteurs primaires soustraient du carbone à l'atmosphère (photosynthèse) alors que les consommateurs en relarguent (respiration). La sol est capable de stocker le carbone de la biosphère et d'en produire vers l'atmosphère (décomposition).



Le cycle biologique du carbone (1^{ère} spe, SVT,

Cycle biologique du carbone et réchauffement climatique (point culture en plus) :

20% des émissions de gaz à effet de serre sont issues de la dégradation des forêts et pour cause : du carbone est stocké dans la matière organique des arbres. En brûlant les forêts pour faire de la culture sur brûlis, le carbone stocké est relargué sous la forme de CO₂ dans l'atmosphère, contribuant à l'effet de serre. De plus, la décomposition est favorisée dans les sols mis à nu : la matière organique contenue dans les sols y est entièrement dégradée par les décomposeurs, générant du CO₂ (issu de la respiration).

Est-ce une solution de planter des forêts pour lutter contre le réchauffement climatique ?

Plus de 50% des émissions de gaz à effet de serre sont dues à la combustion d'énergies fossiles : charbon, pétrole, gaz. Elles sont issues de matière organique qui a échappé à la décomposition en raison de conditions physico-chimiques particulières (par exemple une absence de dioxygène, ce qui empêche la respiration des décomposeurs) : il s'agit de stocks très importants qui se sont formés sur des millions d'années ! Ainsi, planter des arbres pourra compenser la perte récente du couvert forestier, mais ne compensera pas les émissions dues à la combustion d'énergie fossiles : il faut impérativement réduire nos émissions (division par 6 en France d'ici 2030) !

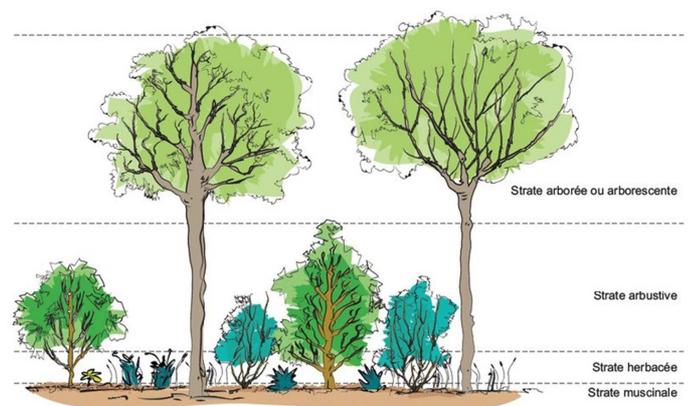
IV. Conséquences des interactions biotiques sur l'organisation et la dynamique des écosystèmes.

A. Interactions biotiques et organisation des écosystèmes.

En forêt, il existe une forte structuration verticale. On distingue ainsi plusieurs niveaux au-dessus du sol :

- une **strate muscinale** (mousses et de champignons), quelques cm de haut
- une **strate herbacée** (herbes, fougères, de jeunes germinations), jusqu'à 1m
- une **strate arbustive** (de 1 à 7m)
- une **strate arborée** (au-dessus de 7m)

La présence d'une espèce dans un biotope dépend des interactions qu'elle entretient avec d'autres espèces. La présence d'une espèce peut faciliter la présence d'autres espèces : c'est la **facilitation écologique**. A l'inverse, la compétition entre deux espèces peut aussi aboutir à exclure une des deux espèces du biotope : c'est l'**exclusion compétitive**. La forêt est largement dominée par les arbres : ils influencent certains paramètres du biotope (filtration de la lumière, régulation de la température et de l'humidité) et par conséquent la répartition de la biocénose (espèces tolérantes à l'ombre favorisées, espèces non tolérantes exclues). Horizontalement, la forêt n'est pas homogène (lisères, clairières, forêt dense...). Cette organisation verticale et horizontale de la flore induit une organisation similaire de la faune.



La structuration verticale des forêts.

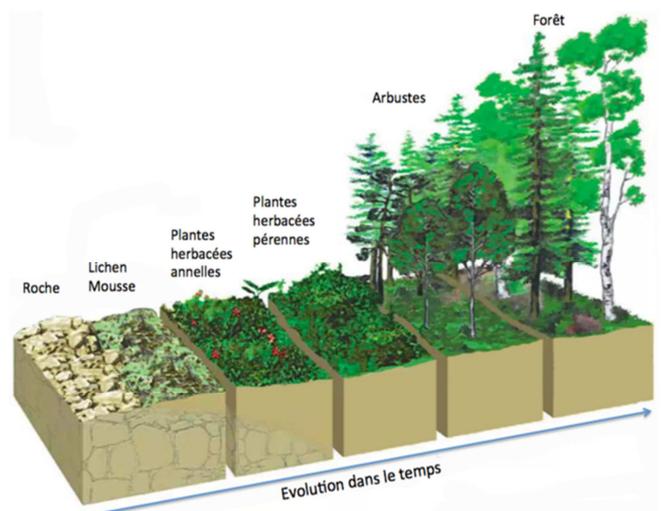
La forêt est largement dominée par les arbres : ils influencent certains paramètres du biotope (filtration de la lumière, régulation de la température et de l'humidité) et par conséquent la répartition de la biocénose (espèces tolérantes à l'ombre favorisées, espèces non tolérantes exclues). Horizontalement, la forêt n'est pas homogène (lisères, clairières, forêt dense...). Cette organisation verticale et horizontale de la flore induit une organisation similaire de la faune.

B. Interactions biotiques et dynamique temporelle des écosystèmes.

Les écosystèmes ne sont jamais stables, ce sont des entités très **dynamiques**. Au cours du temps, un écosystème se modifie sous l'effet de la croissance des organismes, de leur vieillissement, des changements de biodiversité et de la modification d'interaction qui en résultent

Une **perturbation** est un événement qui modifie la composition, la structure et le fonctionnement d'un écosystème. Les perturbations peuvent être d'origine non humaines (tempêtes, maladies...) ou provoquées par les actions humaines (exploitation, pollution...). Elles peuvent modifier légèrement un écosystème (chute d'un arbre) ou de manière beaucoup plus importante (disparition d'une forêt suite à un incendie).

La **résilience** d'un écosystème désigne sa capacité à revenir à l'état dynamique d'avant perturbation. Des études montrent que la complexité du réseau, la diversité génétique et la diversité fonctionnelle favorisent sa résilience. Lorsque certaines perturbations sont trop fortes ou trop répétées, elles provoquent des modifications trop importantes pour que l'écosystème puisse se régénérer : un autre le remplace alors (cf processus de désertification).



La succession écologique menant à une forêt.