



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur Et de La
Recherche Scientifique
Université de M'Sila
Collection scientifique de la Faculté des Sciences

Écologie Générale

Professeur. Fateh MIMECHE

Enseignant-chercheur, Département des Sciences Agronomiques.

Avril 2025

ISBN: 978-9931-251-70-5



1985

جامعة محمد بوضياف - المسيلة
Université Mohamed Boudiaf - M'sila

Nom de l'ouvrage: Écologie générale.

Catégorie d'ouvrage: Pédagogique.

Auteur: Pr. Fateh MIMECHE

Première édition : Avril 2025

ISBN : 978-9931-251-70-5

Nombre des pages : 44 pages

Dimensions : 18 x 25 cm

Édition numérique de la Faculté des Sciences - Université Mohamed Boudiaf M'Sila

Web: <https://www.univ-msila.dz>.

Pour citer ce document :

Mimeche., F. 2025. Écologie générale. Collection scientifique de la Faculté des Sciences - Université Mohamed Boudiaf - M'Sila.

Couverture :

Les photos personnelles.

Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés

© 2025 Université Mohamed Boudiaf M'Sila

Préface

Cet ouvrage aborde un domaine qui suscite l'intérêt de la discipline des sciences agronomiques. Il a été progressivement élaboré en se basant sur le contenu de plusieurs ouvrages scientifiques spécialisés, ainsi que sur l'expérience acquise par l'auteur dans le domaine de l'écologie et de différents écosystèmes et agrosystèmes.

Dans ce livre, le lecteur a l'opportunité de suivre une chronologie structurée, mais il arrive parfois que des redondances soient introduites soigneusement afin de retenir des informations utiles et des concepts essentiels.

Les illustrations affichées dans ce document sont simples, mais l'effort nécessaire est considérable, surtout que des incompréhensions sont à combler, en particulier dans le domaine de l'écologie.

Pr. Mimeche. F.

Listes des tableaux et des figures

Titre	Page
Tableau 1 : bilan des relations biotiques	9
Figure 1 : Représentation Schématique de la hiérarchie des sciences biologiques par ordre de complexité croissante.	2
Figure 2 : Écosystème	3
Figure 3 : Bilan des interactions biotiques d'un écosystème	10
Figure 4 : Des exemples de chaîne alimentaire terrestre et de chaîne alimentaire marine.	12
Figure 5. Diverse schématisation des pyramides écologiques.	16
Figure 6 . Le cycle de l'eau par NOAA National Weather Service Jetstream, CC BY 2.0	20
Figure 7. Le cycle de l'azote	22
Figure 8. Le cycle de carbone	25
Figure 9. Le cycle de phosphore	28
Figure 10 : Les milieux aquatiques (ofb.fr)	32
Figure 11 : Les biomes terrestres	37
Figure 12: Les successions	39

Liste des références utilisées

- Deléage, Jean-Paul (2010). Histoire de l'écologie: une science de l'homme et de la nature. La découverte.
- Dajet P. et Gordan M. (1982). Analyse fréquentielle de l'écologie de l'espèce dans les communautés. Ed. Masson.
- Gobat, Jean-Michel, Aragno, Michel, et Matthey, Willy (2010). Le sol vivant: bases de pédologie, biologie des sols. PPUR Presses polytechniques.
- Ricklefs, Robert E. et Relyea, Rick (2019). Écologie: l'économie de la nature. De Boeck Supérieur.
- Ramade F. (1984). Eléments d'écologie: Ecologie fondamentale. Ed. Mc Graw-Hill.
- Tirard, Claire, Abbadie, Luc, et Loeuille, Nicolas (2021). Introduction à l'écologie. Dunod.

Sommaire

	Page
Chapitre 1 : Notions générales	1
I. Principe et approche de l'écologie	1
1-Définition et notions générales	1
2- Nature de l'écologie	2
3. Notion de Système écologique : écosystème	2
Chapitre 2 : Les facteurs des milieux	5
1. Action des principaux facteurs abiotiques	5
1.1. Les facteurs climatiques	5
1.2. Les facteurs édaphiques	6
2. Facteurs biotiques	8
3. Interaction des milieux et des êtres vivants	10
3.1. Rôle des facteurs écologiques dans la régulation des populations	10
3.2. Notion d'optimum écologique	11
3.3. Valence écologique	11
3.4. La niche écologique	11
Chapitre 3 : Structure trophique d'un écosystème	12
1. Notion de la chaîne alimentaire	12
2. Différents types de chaînes trophiques	15
3. Théorie générale de l'organisation trophique d'un écosystème	16
Chapitre 4 : Flux d'énergie et productivité	18
1. Le flux solaire	18
2. Notion de biomasse	18
3. Transfert d'énergie et rendement (notion de productivité)	18

4. Les cycles biogéochimiques	19
Chapitre 5 : Description sommaires des principaux écosystèmes	30
1. Forêts	30
2. Ecosystème prairial	31
3. Ecosystème des eaux de surface	31
4. Ecosystème océanique	33
5. Agroécosystème	34
6. Les écosystèmes urbains	34
7. Structure de la Biosphère : Les Biomes	35
Chapitre 6 : Dynamique des communautés vivantes	38
1. Evolution des écosystèmes et notion de Climax	38
2. L'action de l'homme sur le milieu	40

Chapitre 1 : Notions générales

I. Principe et approche de l'écologie

1-Définition et notions générales

Crée en 1866 par le biologiste allemand Ernst Haeckel, le terme écologie signifie étymologiquement “la science de l’habitat”, du grec *Oikos* = habitat et *logos* = étude. Plus précisément, Haeckel définissait l’écologie comme “*la science globale des relations des organismes avec leur monde extérieur environnant*”.

A partir de cette définition, l’écologie est devenue : “*la science qui étudie les relations des êtres vivants entre eux et avec leur milieu*”.

La définition de l’écologie peut prendre actuellement un sens beaucoup plus large puisqu’elle englobe l’écologie classique (les observations de terrain) mais également l’écologie chimique, la dynamique des populations et la modélisation.

Dans tous les cas, que sa définition soit large ou restreinte (synécologie, autoécologie), l’écologie prend en compte à la fois l’être vivant et son environnement (à la différence de la physiologie qui étudie un organisme dans des conditions artificielles et qui fait ensuite la synthèse des données obtenues en faisant varier quelques paramètres associés) (Fig.1).

L’autoécologie (*écophysiologie*) s’intéresse aux rapports qu’entretient une espèce particulière avec son milieu de vie : elle définit l’influence des facteurs de l’environnement sur les caractéristiques biologiques (aspects comportementaux, physiologiques et morphologiques) de l’espèce.

La démécologie (*écologie de la population*) s’attache à analyser les lois régissant les populations en traitant de leur répartition spatiale, de densité, de taux de natalité et de mortalité, d’interdépendance et d’évolution.

La synécologie (*relation d’une communauté d’espèces avec son environnement*) fonde ses recherches sur les écosystèmes en étudiant les relations entre les êtres vivants et la matière (vivante et inerte). Elle permet de comprendre comment l’énergie circule, se transforme et se dégrade au sein de la biosphère.

La dynécologie évalue et mesure le potentiel de changement et d’interaction mutuelle des unités écologiques (Populations, communautés, écosystèmes) et les situe dans la dynamique du paysage.

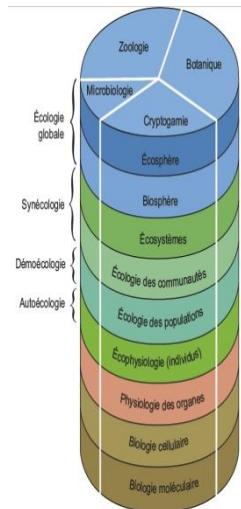


Figure 1 : Représentation Schématique de la hiérarchie des sciences biologiques par ordre de complexité croissante.

2- Nature de l'écologie

Les études écologiques portent conventionnellement sur trois niveaux :

L'individu, la population et la communauté.

- Un **individu** est un spécimen d'une espèce donnée.
- Une **population** est un **groupe** d'individus de la même espèce occupant un territoire particulier à une période donnée.
- Une **communauté** ou **biocénose** est l'ensemble des populations d'un même milieu, peuplement animal (zoocénose) et peuplement végétal (phytocénose) qui vivent dans les mêmes conditions de milieu et au voisinage les uns des autres.

3. Notion de Système écologique : écosystème

Un système écologique ou écosystème fut défini par le botaniste anglais **Arthur Tansley** en 1935.

Un **écosystème** est par définition un système, c'est-à-dire un ensemble d'éléments en interaction les uns avec les autres. C'est un système biologique formé par deux éléments indissociables, **la biocénose** et **le biotope**. **Biocénose + Biotope = Écosystème**

La biocénose (de *bios*: vivant, et *koinos*: commun) est l'ensemble des organismes qui vivent ensemble (zoocénose, phycénose, microbiocénose, mycocénose...). Ils forment une **communauté en interaction**.

Le biotope (écotope) (de *bios*: vivant, et *topos* : lieu) est le fragment de la biosphère qui fournit à la biocénose le milieu abiotique indispensable. Il se définit également comme étant l'ensemble des facteurs écologiques abiotiques (substrat, sol « édaphotope », climat « climatope ») qui caractérisent le milieu où vit une biocénose déterminée (Fig. 2).

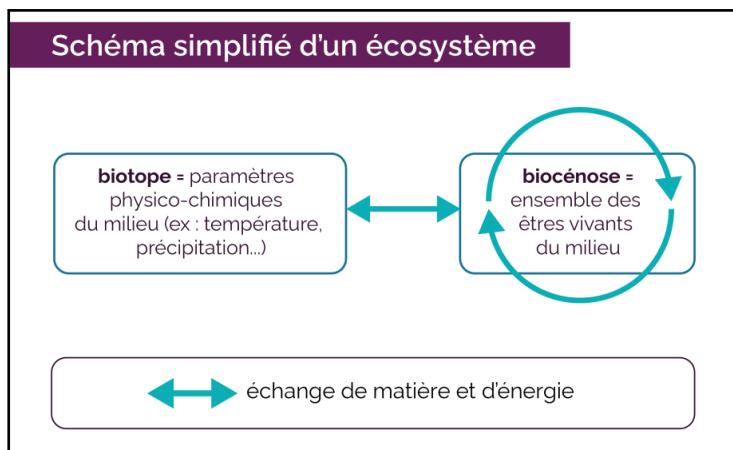


Figure 2 : Écosystème

La biosphère est la partie de l'écorce terrestre où la vie est possible. La biosphère comprend une partie de la **lithosphère** (partie solide de l'écorce terrestre), une partie de la **atmosphère** (la couche gazeuse entourant la Terre) et une partie de la **hydrosphère** (partie du système terrestre constituée d'eau). La biosphère désigne l'ensemble de ces milieux et tous les êtres vivants qui y vivent.

Exemple : une forêt constituée d'arbres, de plantes herbacées, d'animaux et d'un sol. **Ecosystème :** forêt.

Biocénose : phytocénose (arbres, plantes herbacées) et zoocénose (animaux). **Biotope** : sol.

La notion d'écosystème est multiscalaire (multi-échelle) de taille variable, c'est à dire qu'elle peut s'appliquer à des portions de dimensions variables de la biosphère; un lac, une prairie, ou un arbre mort...

Suivant l'échelle de l'écosystème nous avons :

- un **micro-écosystème** : exemple une flaque d'eau;

- un **méso-écosystème** : exemple une forêt ;
- un **macro-écosystème** : exemple un océan.

Les écosystèmes sont souvent classés par référence aux biotopes concernés.

On parlera de :

- **Écosystèmes continentaux** (ou terrestres) tels que : les écosystèmes forestiers (forêts), les écosystèmes prairiaux (prairies), les agro-écosystèmes (systèmes agricoles);
- **Écosystèmes des eaux continentales**, pour les écosystèmes lentiques des eaux calmes à renouvellement lent (lacs, marécages, étangs) ou écosystèmes lotiques des eaux courantes (rivières, fleuves) ;
- **Écosystèmes océaniques** (les mers, les océans).

Chapitre 2 : Les facteurs des milieux

1. Action des principaux facteurs abiotiques

Les principaux facteurs non biotiques du milieu sont l'eau, la lumière, la température, l'air, les composants physiques et chimiques du sol, le vent, le feu. Ils fixent l'extension des populations (facteurs limitants), leur vitalité (facteurs de production) et leur évolution.

1.1. Les facteurs climatiques 6

L'eau. Les êtres vivants renferment en moyenne **70 % d'eau** nécessaires à leur bon fonctionnement.

La lumière. La lumière a principalement une action énergétique mais c'est aussi un stimulus essentiel qui déclenche ou règle de nombreux comportements ou niveaux d'activité chez les animaux et les plantes par son intensité, sa longueur d'onde, et par sa période (photopériode). La photopériode est, de tous les facteurs saisonniers de l'environnement le plus régulier et le plus prévisible : c'est donc un excellent synchroniseur pour les activités des organismes qui obéissent à un rythme saisonnier (ex: cycle de la reproduction ou de la floraison, migration...).

La température. La température devient contraire à la vie vers des valeurs supérieures à 60 °C (seuil critique d'altération de la structure des protéines) et celles inférieures à 0 °C (seuil de détérioration par gel des structures cellulaires). Bien avant d'altérer la structure des protéines, les températures élevées peuvent provoquer une dessiccation fatale des organismes, l'action de la température sur les êtres vivants dépendant

Le milieu, au sens écologique du terme = environnement biotique et abiotique des êtres vivants

Milieu biotique: Relations entre les individus de la même espèce et entre individus d'espèces différentes.

Milieu abiotique: Température, eau, lumière, vent et sol, humidité, etc.

de l'humidité ambiante. Dans la gamme des valeurs tolérées, l'accroissement de la température interne des organismes a pour effet d'accélérer les réactions biochimiques, conformément à la loi de Van't Hoff: pour tout écart de 10 °C la vitesse des réactions varie généralement d'un facteur 2 ou 3 (loi du Q10).

La capacité de tolérance à la température varie selon les organismes : les plantes et les animaux **poikilothermes** n'ont pas la capacité de réguler leur température interne à l'inverse des vertébrés **homéothermes** (oiseaux et mammifères). Lorsque la température ambiante s'écarte durablement des valeurs tolérables, les organismes ne peuvent survivre sauf si les espèces ont développé des comportements et des adaptations physiologiques (migration, hibernation vraie, stades de résistance pour les animaux; abaissement du point de congélation par déshydratation et concentration des substances dissoutes pour les végétaux).

La température, qui a une action majeure sur le fonctionnement des êtres vivants, varie selon un dessin géographique net et, en conséquence, les espèces animales et végétales se distribuent selon des aires de répartition souvent définissables à partir des isothermes. Ainsi, les biogéographes utilisent-ils généralement, pour repérer les limites de répartition des espèces, les isothermes de janvier et de juillet qui correspondent aux températures mensuelles moyennes extrêmes

La pluviométrie et Hygrométrie. La pluviométrie constitue un facteur écologique d'importance fondamentale car l'eau qu'elle procure conditionne la vie des êtres vivants.

Le gaz carbonique. Il existe qu'en très faible quantité dans l'atmosphère (3/10000) mais son rôle est essentiel comme matière première des molécules organiques photosynthétisées.

Le vent et les perturbations atmosphériques : le vent agit soit directement par une action mécanique sur le sol et les végétaux soit indirectement en modifiant l'humidité et la température.

1.2. Les facteurs édaphiques

1.2.1. Caractéristiques physiques des sols

Texture des sols. La texture du sol se définit comme l'ensemble des propriétés qui résultent d'une composition granulométrique donnée ces propriétés concernant l'aptitude du sol à la rétention de l'eau et sa circulation, cohésion (adhérence), plasticité la fixation des cations et des anions et enfin la couleur

0-2 microns : argile / 2-20 microns : limon fin/ 20-50 microns : limon grossier / 50-200 microns: sable fin/

200-2000 microns : sable grossier / 2mm-20mm : graviers / plus de 20mm : pierres

Hygrométrie des sols :

La capacité de rétention de l'eau dans les sols varie beaucoup en fonction de leur porosité. Cette hygrométrie (=humidité) des sols se mesure généralement en pourcentage de l'eau contenue dans un sol par rapport au volume total de terre

La température des sols. La température des couches superficielles varie suivant un double périodicité, journalière et saisonnière.

1.2.2 Caractéristiques chimiques des sols :

pH : Le pH d'une solution est la quantité d'ion H⁺ libre qu'elle contient

Les éléments minéraux :

- **Le phosphore** : élément indispensable pour tous les êtres vivants car il est un des constituants essentiels des acides nucléiques.
- **L'azote** : très important ne peut être assimilé directement que par les bactéries telluriques dites *autotrophes*.
- **Le potassium** : les végétaux cultivés sont beaucoup plus exigeants en K⁺ que les plantes sauvages.
- **Le calcium** : il intervient dans la cellule vivante en tant que neutralisant des acides, le calcaire édaphique intervient de façon déterminante dans la répartition de nombreuses espèces végétales.
- **Le magnésium** : il présente après le calcium l'élément le plus abondant chez les végétaux, l'excès de cet élément par rapport au calcium dans les sols provoque des carences calciques.
- **Le sodium** : il constitue l'élément prédominant dans les sols salés, bien qu'il soit indispensable pour tous les êtres vivants sa concentration dans les interdit le développement normale de la plupart des espèces végétales.

Les oligo-éléments : sont une série d'éléments minéraux indispensable, à des faibles concentrations pour le développement des plantes et ou des animaux, la photosynthèse exige la disponibilité de manganèse, de fer et du cobalt. La présence de ces éléments est indispensable au développement des communautés vivantes dans le sol

Bore : 20 ppm/ Cuivre : 3-5 ppm/ Fer : 20 ppm/ Manganèse : 20 ppm /Molybdène : 0.07-0.10 ppm Zinc : 15 ppm / Cobalt : 0.05 ppm / Sélénum : 0.1 ppm / Vanadium : 0.002 ppm

2. Facteurs biotiques

Outre les relations de mangeurs à mangés, il existe toute une gamme de relations de coopération entre espèces, qui vont de la compétition au mutualisme et au parasitisme.

2.1. La compétition

Il s'agit de la lutte de deux ou plusieurs espèces pour l'utilisation d'une même ressource qui peut être de l'espace ou de la nourriture.

2.2. Ravageurs et prédateurs

Les ravageurs sont des animaux dévastateurs et déprédateurs de milieu naturel ou causant beaucoup de dégâts ou de destruction sur des stocks alimentaires. Chaque espèce de **ravageur** est le plus souvent spécialisée, en raison d'un régime alimentaire ou un mode de vie, dans un élément spécifique.

Les principaux ravageurs sont des insectes, des petits mammifères (rats, souris...) et des oiseaux. Les ravages sont causés par un grand nombre d'individus dans une colonie (Ravageurs des cultures agricoles, Ravageurs forestiers et Ravageurs du bois).

Les prédateurs

Emprunté du latin *praedator*, « pillard, voleur ». Animal qui vit aux dépens d'autres espèces animales qu'il capture et dont il se nourrit. Autrement exprimé, un prédateur est un organisme qui obtient les éléments essentiels à son existence d'autres espèces, qu'il consomme et détruit (**Carnivores et herbivores**).

La prédation influence directement la dynamique de population des espèces en jeu. Elle joue donc un rôle très important dans la régulation des populations des écosystèmes.

2.3. Les relations de coopération: commensalisme et symbiose

Si les écologistes ont beaucoup mis l'accent sur la compétition entre espèces, ils s'intéressent aussi aux relations de coopération (Tab. 1). En effet, les Prokaryotes fonctionnent rarement de manière individuelle dans l'environnement et entretiennent souvent des relations de nature

mutualiste ou symbiotique avec des organismes Eucaryotes. Selon le degré de dépendance, on distingue:

- **Le commensalisme** qui est une relation dans laquelle une espèce tire profit de l'association alors que l'autre n'y trouve ni avantage ni inconvénient. C'est le cas par exemple pour les plantes épiphytes comme les orchidées, ou les animaux qui se fixent sur les coquilles des mollusques, ou encore les insectes qui vivent dans les terriers des rongeurs ou les nids d'oiseaux.

- **Le mutualisme** qui est une association à bénéfices réciproques entre deux espèces qui peuvent néanmoins mener une vie indépendante. L'un des partenaires joue un rôle qui peut être assimilé à un service pour son associé et reçoit en retour une «récompense» et trouve un intérêt à cette association.

On parle le plus souvent de **symbiose** lorsqu'il s'agit d'une association apparemment obligatoire et indissoluble entre deux espèces. Actuellement, chacun des grands types d'écosystèmes possède son cortège d'associations symbiotiques, ce qui apparaît comme l'expression de solutions adaptatives à des milieux divers.

Tableau 1 : bilan des relations biotiques

Interaction biotique	Intérêt pour l'espèce A	Intérêt pour l'espèce B
Neutralisme	0 (neutre)	0
Commensalisme	+ (positif)	0
Prédation	+ (positif)	- (négatif)
Compétition	- (négatif)	-
Exploitation	+	-
Mutualisme (Coopération)/ Symbiose	+	+

4.3 Le parasitisme

Le parasitisme est une forme de relation dans laquelle un organisme (le parasite) tire profit de l'hôte. Les parasites détournent à leur profit une

partie des ressources normalement destinées à la croissance, la survie et la reproduction des hôtes.

4. 4 Amensalisme

L'amensalisme est une interaction biologique interspécifique (entre deux espèces différentes) dans laquelle une espèce inhibe le développement de l'autre. L'amensalisme est observé le plus souvent chez les végétaux. L'individu a un effet négatif par son comportement ou son métabolisme sur un autre sans en retirer le moindre avantage. Il peut par exemple excréter une substance qui sera nocive pour d'autres organismes (= télétoxie) ou par un comportement qui peut nuire à d'autres organismes (= antibiose).

3. Interaction des milieux et des êtres vivants

3.1. Rôle des facteurs écologiques dans la régulation des populations

Les facteurs abiotiques et biotiques forment un ensemble de facteurs écologiques. Tous ces facteurs déterminent la répartition, la dynamique et l'évolution des populations naturelles de l'écosystème. En retour de cette influence, les êtres vivants ont eux-mêmes un impact sur le biotope et la biocénose. La richesse en biodiversité d'un écosystème permet à un plus grand nombre d'interactions biotiques d'exister. Un écosystème est donc d'autant plus complexe que sa biodiversité spécifique est grande, et que les relations biotiques qu'entretiennent les espèces qui le composent sont riches et diversifiées (Fig. 3).

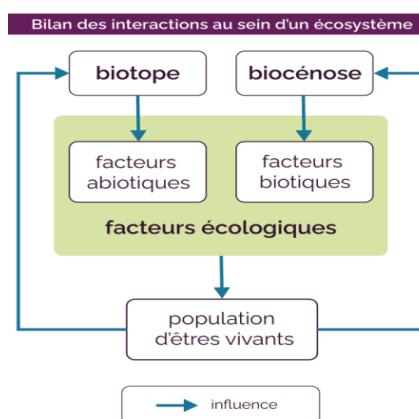


Figure 3 : Bilan des interactions biotiques d'un écosystème

3.2. Notion d'optimum écologique

Un optimum écologique est la valeur d'un facteur écologique, limitant, biotique ou abiotique, pour laquelle l'activité biologique est optimale (homéostasie). Les organismes vivent dans des fourchettes allant de trop à trop peu, appelées limites de tolérance. *Ce concept selon lequel certaines conditions minimales et maximales limitent la présence et le succès d'un organisme est appelé la loi de la tolérance ou optimum de Shelford.*

3.3. Valence écologique

Une valence écologique est la capacité d'une espèce à supporter les variations plus ou moins grandes des facteurs écologiques. Elle est aussi appelée l'amplitude écologique. La valence des espèces euryèces, euryhygrie, eurytherme... (qui supportent de grandes variations de températures) s'oppose à celle des espèces sténoèces.

Une espèce sténoèce, animale ou végétale, est un sténobiote dont la faculté d'adaptation est faible et dont la survie est liée à des conditions étroites de température (sténotherme), de nourriture (sténophage), de milieu salé (sténohalin), de profondeur (sténobathe), etc. Les espèces sténoèces sont de très bons bioindicateurs par leur intolérance au moindre changement d'un paramètre physico-chimique de leur milieu de vie.

3.4. La niche écologique

En écologie, une niche écologique est une place occupée par une espèce dans un écosystème. Le terme concerne aussi bien l'habitat de cette espèce que le rôle qu'elle joue sur le plan trophique, sur le régime alimentaire. Par exemple, la niche écologique des écureuils est celle des animaux qui vivent dans les arbres et mangent des noix.

Elle distingue également l'ensemble des facteurs constituant le milieu qui permettent à une espèce de vivre dans un biotope, s'y nourrir, survivre, se reproduire et ainsi assurer le maintien de l'espèce dans le biotope (et non pas de chaque individu de l'espèce en particulier).

La niche écologique est donc un concept de l'espace occupé par une espèce qui comprend non seulement l'espace physique mais également le rôle fonctionnel joué par l'espèce. Une espèce donnée peut occuper différentes niches à des stades différents de son développement. Selon les modèles de niches, elles prennent diverses appellation telles que : niche de Grinnell (ou niche grinnellienne), niche d'Elton, niche de Hutchinson.

Chapitre 3 : Structure trophique d'un écosystème

1. Notion de la chaîne alimentaire

Une chaîne trophique ou chaîne alimentaire est une succession d'organismes dont chacun vit au dépend du précédent. Tout écosystème comporte un ensemble d'espèces animales et végétales qui peuvent être réparties en trois groupes : les producteurs, les consommateurs et les décomposeurs. (Fig. 4)

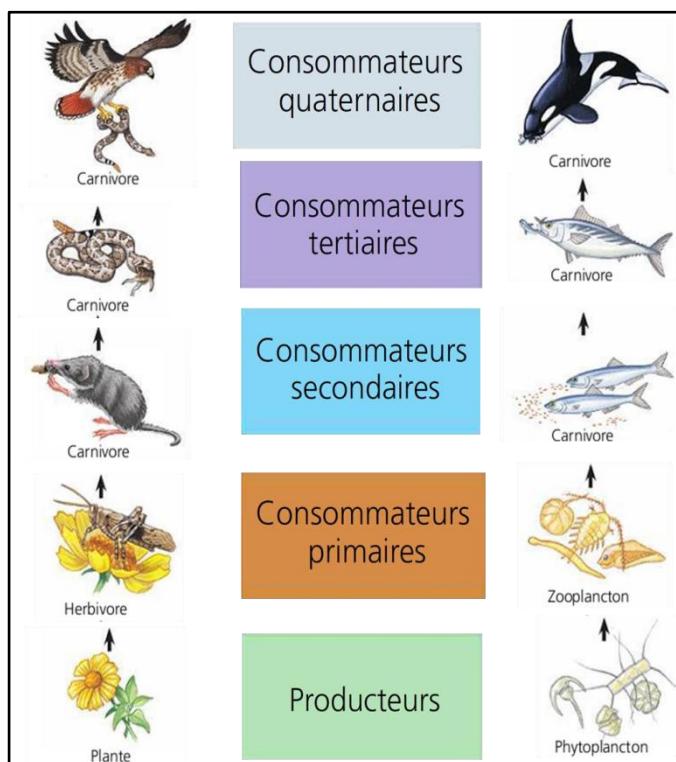


Figure 4 : Des exemples de chaîne alimentaire terrestre et de chaîne alimentaire marine.

✓ Les producteurs

Ce sont les végétaux autotrophes photosynthétiques (plantes vertes, phytoplancton : cyanobactéries ou algues bleus : organisme procaryote). Ayant le statut de producteurs primaires, ils constituent le premier niveau

trophique de l'écosystème. En effet, grâce à la photosynthèse ils élaborent la matière organique à partir de matières strictement minérales fournies par le milieu extérieur abiotique.

✓ **Les consommateurs**

Il s'agit d'êtres vivants, dits hétérotrophes, qui se nourrissent des matières organiques complexes déjà élaborées qu'ils prélèvent sur d'autres êtres vivants. Ils se considèrent comme étant des producteurs secondaires. Les consommateurs occupent un niveau trophique différent en fonction de leur régime alimentaire. On distingue les consommateurs de matière fraîche et les consommateurs de cadavres.

a- Les consommateurs de matière fraîche, il s'agit de :

- **Consommateurs primaires (C1)** : Ce sont les phytophages qui mangent les producteurs. Ce sont en général des animaux, appelés herbivores (mammifères herbivores, insectes, crustacés : crevette), mais aussi plus rarement des parasites végétaux et animaux des plantes vertes.
- **Consommateurs secondaires (C2)** : Prédateurs de C1. Il s'agit de carnivores se nourrissant d'herbivores (mammifères carnassiers, rapaces, insectes,...).
- **Consommateurs tertiaires (C3)** : Prédateurs de C2. Ce sont donc des carnivores qui se nourrissent de carnivores (oiseaux insectivores, rapaces, insectes,...).

Le plus souvent, un consommateur est omnivore et appartient donc à plusieurs niveaux trophiques.

Les C₂ et les C₃ sont soit des prédateurs qui capturent leurs proies, soit des parasites d'animaux.

b- Les consommateurs de cadavres d'animaux

Les **charognards** ou **nécrophages** désignent les espèces qui se nourrissent des cadavres d'animaux frais ou décomposés. Ils terminent souvent le travail des carnivores. **Exemple** : Chacal, Vautour,...

✓ **Les décomposeurs ou détritivores**

Les décomposeurs sont les différents organismes et microorganismes qui s'attaquent aux cadavres et aux excréta et les décomposent peu à peu en assurant le retour progressif au monde minéral des éléments contenus dans la matière organique.

- **Saprophyte** : Organisme végétal se nourrissant de matières organiques en cours de décomposition. **Exemple:** Champignons.
- **Saprophage** : Organisme animal qui se nourrit de matières organiques en cours de décomposition. **Exemple :** Bactéries.
- **Détritivore** : Invertébré qui se nourrit de détritus ou débris d'animaux et/ou de végétaux. **Exemple :** Protozoaires, lombrics, nématodes, cloportes.
- **Coprophage** : Animal qui se nourrit d'excréments. **Exemple :** Bousier.

Producteurs primaires, consommateurs et décomposeurs sont liés par une chaîne alimentaire. Le caractère cyclique de la chaîne est assuré par les décomposeurs.

✓ Les fixateurs d'azote

Ils ont une position particulière dans la chaîne trophique. Leur nutrition azotée se fait à partir de l'azote moléculaire. Quant au carbone et à l'énergie nécessaire à leur nutrition, ils utilisent des matières organiques plus élaborées qu'ils prennent à certains détritus ou à des racines ou feuilles des autotrophes. Ils sont donc autotrophes pour ce qui est de l'azote et hétérotrophes du point de vue carbone. C'est le cas des Azotobacter en fixation non symbiotique et les Rhizobiums en fixation symbiotique.

✓ Classification des êtres vivants selon leurs besoins en alimentation

On distingue:

- Les **Autotrophes** (Producteurs) : Végétaux chlorophylliens (plantes vertes vasculaires terrestres et algues aquatiques) qui utilisent l'énergie solaire, le gaz carbonique, l'eau et des sels minéraux pour les transformer en matière biochimique élaborée.
- Les **Hétérotrophes** (Consommateurs primaires) : Dépendent entièrement des autotrophes et ne peuvent se nourrir qu'avec des matières organiques complexes (glucides, acides aminés,...) qu'ils puisent directement sur les autotrophes (phytophages) ou indirectement (carnivores)
- Les **parasites** (consommateurs secondaires) qui tirent leurs aliments à partir d'hôtes qu'ils ne tuent pas obligatoirement.
- Les **saprophytes** (Décomposeurs) : Champignons, bactéries, levures et autres organismes hétérotrophes utilisant la matière organique morte

(détritus végétaux, excréments et cadavres d'animaux dont ils assurent une minéralisation progressive et totale.

✓ **Les types de régimes alimentaires**

Le régime alimentaire varie en fonction des espèces, des saisons, selon les disponibilités alimentaires, l'activité de l'animal et son stade de développement. Il n'existe aucun type de régime alimentaire absolu.

Certains animaux ont un régime alimentaire varié (**Euryphages**), d'autres suivent un régime spécial (**Sténophages** qui se nourrissent d'une seule catégorie d'aliments). On distingue:

- Les **Herbivores** ou Phytophages; consommateurs de végétaux classés selon la partie du végétal consommé : Phyllophage (feuilles), Granivores (graines), Xylophages (xylème ou bois), Carpophages ou Frugivores (fruits),...
- Les **Carnivores** ou Carnassiers, consommateurs d'animaux classées selon le type d'animal consommé: Entomophages (Insectivores), Aphidiphages (Aphidiens ou pucerons), Piscivores (Poissons), Charognards (Nécrophages, cadavres frais),...
- Les **Détritivores**: Coprophages (excréments), Saprophages (matière organique en décomposition),...
- Les **consommateurs** à large spectre alimentaire : Polyphages (consomment à la fois des aliments de nature animale et végétale), les Omnivores (alimentation très diversifiée), les Microphages (Planctonophages)

2. Différents types de chaînes trophiques

Il existe trois principaux types de chaînes trophiques linéaires :

- **Chaîne de prédateurs:** Dans cette chaîne, le nombre d'individus diminue d'un niveau trophique à l'autre, mais leurs tailles augmentent (règle d'Elton énoncée en 1921). **Exemple :** (100) Producteurs + (3) Herbivores + (1) Carnivore.
- **Chaîne de parasites :** Cela va au contraire d'organismes de grandes tailles vers des organismes plus petits, mais de plus en plus nombreux (la règle d'Elton n'est pas vérifiée dans ce cas).

Exemple : (50) Herbes + (2) Mammifères herbivores + (80) Puces + (150) Leptomonas.

- **Chaîne de détritivores**

Va de la matière organique morte vers des organismes de plus en plus petits (microscopiques) et nombreux (la règle d'Elton n'est pas vérifiée dans ce cas). **Exemple :** (1) Cadavre + (80) Nématodes + (250) Bactéries.

3. Théorie générale de l'organisation trophique d'un écosystème

La schématisation de la structure des biocénoses est généralement conçue à l'aide de pyramides écologiques, qui correspondent à la superposition de rectangles horizontaux de même hauteur, mais de longueurs proportionnelles au nombre d'individus, à la biomasse ou à la quantité d'énergie présentes dans chaque niveau trophique. On parle alors de pyramide des nombres, des biomasses ou des énergies (Fig.5).

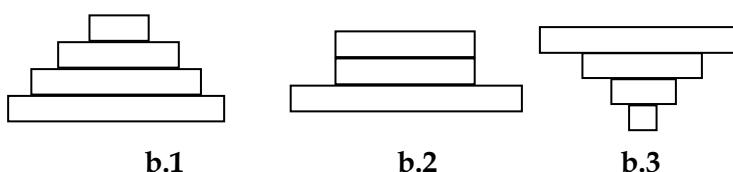


Figure 5. Diverse schématisation des pyramides écologiques.

a. Le réseau trophique

Le réseau trophique se définit comme un ensemble de chaînes alimentaires reliées entre elles au sein d'un écosystème et par lesquelles l'énergie et la matière circulent. Il se définit également comme étant l'ensemble des relations trophiques existant à l'intérieur d'une biocénose entre les diverses catégories écologiques d'êtres vivants constituant cette dernière (producteurs, consommateurs et décomposeurs).

b. Les pyramides écologiques :

La structure trophique d'un écosystème peut être décrite en termes d'individus, de biomasse ou d'énergie. Elle peut être représentée graphiquement par les pyramides écologiques qui sont de 3 types :

b.1. *La pyramide des nombres :*

Le nombre d'individus de chaque niveau trophique y est représenté. Ce nombre décroît d'un niveau trophique à l'autre. Cette pyramide met à pied d'égalité des organismes de masses différentes.

b.2. *La pyramide des biomasses :*

Représente pour chaque niveau trophique la biomasse correspondante (biomasse sèche). Les pyramides des biomasses accordent la même importance à des tissus ayant des valeurs énergétiques différentes.

b.3. *La pyramide des énergies :*

La pyramide des énergies est le mode de représentation le plus satisfaisant car chaque niveau trophique est mentionné par la quantité d'énergie accumulée et de celle dépensée par les organismes de chaque niveau (KCal) par unité de surface (ou de volume) et de temps.

Dans les pyramides écologiques, les décomposeurs sont placés habituellement à côté des prédateurs.

Les chaînes d'énergie permettent de quantifier le transfert et la productivité d'énergie dans les chaînes trophiques et évaluer ainsi l'efficacité des écosystèmes.

Globalement un millionième seulement du flux solaire initial est converti en biomasse de carnivore.

Chapitre 4 : Flux d'énergie et productivité

L'énergie est à l'origine de toute vie, et chaque phénomène biologique à une composante énergétique. La source première d'énergie pour les êtres vivants est le soleil.

1. Le flux solaire

La surface du soleil est à une température d'environ 6 000 °K. (5727 ° Celsius) elle émet des radiations dont la longueur d'onde varie de 0,2 à 4 µm, c'est à dire depuis l'ultra-violet jusqu'au proche infrarouge. En moyenne: 30 % du flux est réfléchi ou diffusé vers l'espace (par les nuages, les aérosols et la surface de la Terre); 70 % est absorbé par l'atmosphère et par la surface et transformé en chaleur. Cette portion d'énergie solaire convertie en chaleur est le moteur des mouvements des masses d'air et d'eau à la surface du globe, et donc des climats. La Terre, dont la température superficielle est beaucoup plus basse, émet à son tour un flux d'Infra-Rouges de forte longueur d'onde (de 3 à 30 µm environ).

Si le soleil ne brillait pas, la température moyenne de notre planète serait d'environ -243 °C. A l'inverse, si le rayonnement solaire atteignait en totalité la surface terrestre, la température moyenne terrestre serait de +120 °C.

2. Notion de biomasse

La **biomasse** mesure la masse totale de matière vivante (poids vif d'animaux, plantes, micro-organismes) dans une zone donnée (biotope ou pyramide écologique). Elle peut se limiter à celle d'un groupe (ex.: biomasse végétale).

Autrement exprimé, c'est la masse de tous les êtres vivants par unité de surface en milieu terrestre et par unité de volume en milieu aquatique.

3. Transfert d'énergie et rendement (notion de productivité)

La productivité est le taux de production de nouvelle biomasse par un individu, une population ou une communauté. Elle est un indicateur de la fertilité ou la capacité d'un habitat ou d'une zone donnée. Appliquée aux domaines de l'élevage et de la culture, la productivité indique le taux de production de biomasse exprimé comme la production au cours d'une

période de temps déterminée. En écologie, la production primaire, la production secondaire et la production tertiaire. La productivité est mesurée en grammes de poids sec par mètre carré par an. La production primaire la plus élevée a lieu dans la mer des Wadden et dans les forêts tropicales humides.

4. Les cycles biogéochimiques

Le **cycle biogéochimique** est le recyclage, par les micro-organismes, des éléments chimiques comme l'azote, le phosphore, le carbone, l'oxygène, l'hydrogène et le soufre, qui seront utilisés par d'autres organismes.

Un **cycle biogéochimique** correspond à un ensemble de processus grâce auxquels un élément passe d'un milieu à un autre, puis retourne dans son milieu original, en suivant une boucle de recyclage infinie.

a) Eau

Le cycle de l'eau, ou **cycle hydrologique**, est alimenté par l'énergie du soleil, qui réchauffe la surface des océans et des autres réservoirs d'eau. Ceci provoque l'évaporation de l'eau liquide et la sublimation de la glace – qui passe directement d'un état solide à gazeux. Ces processus induits par le soleil transforment l'eau atmosphérique en vapeur d'eau.

Au fil du temps, la vapeur d'eau atmosphérique se condense en nuages et finit par tomber sous forme de **précipitations**, c'est-à-dire de pluie ou de neige. Lorsque les précipitations atteignent la surface de la Terre, plusieurs options s'offrent à elles : elles peuvent s'évaporer à nouveau, ruisseler en surface, **s'infiltrer** dans le sol ou encore **percoler** dans la terre.

Dans les écosystèmes basés sur Terre, ou **terrestres**, qui sont à l'état naturel, la pluie frappe généralement les feuilles ou toute autre surface des plantes avant d'atteindre le sol. Une partie de l'eau s'évapore rapidement de la surface des plantes. L'eau restante arrive au sol et, dans la plupart des cas, commence à s'y infiltrer (**Fig. 6**).

En général, le déplacement de l'eau en surface par **ruissellement** a lieu uniquement quand le sol est saturé en eau, lorsque la pluie tombe très fortement, ou quand la surface ne peut pas absorber beaucoup d'eau. On prendra comme exemple de surface non absorbante, celui de la roche dans un écosystème naturel, ou encore de l'asphalte ou du ciment dans un écosystème urbain ou suburbain.

L'eau des niveaux supérieurs du sol peut être absorbée par les racines des plantes. Les plantes en utilisent une partie pour leur propre métabolisme, et l'eau assimilée par les tissus végétaux peut se retrouver dans le corps des animaux quand les plantes sont consommées. Néanmoins, la majeure partie de l'eau qui compose une plante est restituée dans l'atmosphère par le processus de **transpiration**, au cours duquel l'eau pénètre dans les racines, circule en hauteur à travers des tubes vasculaires faits de cellules mortes, et s'évapore à travers des pores appelés stomates et situés dans les feuilles.

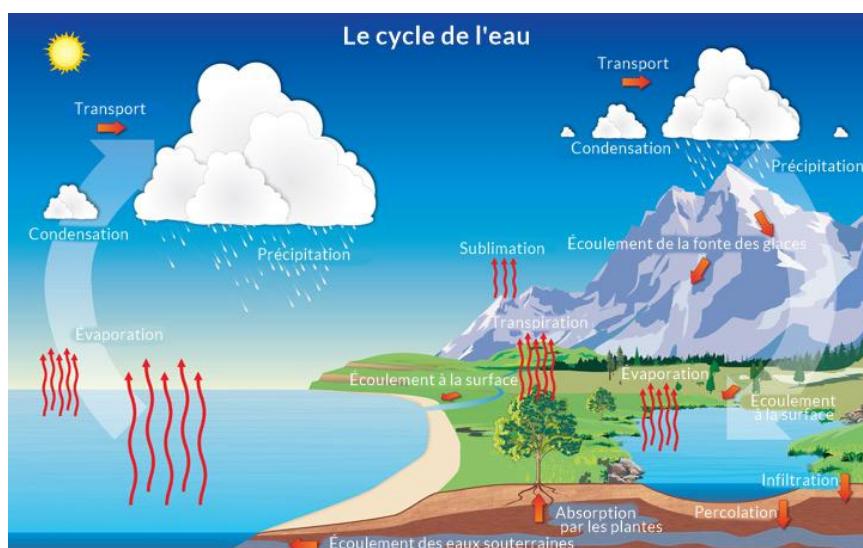


Figure 6 . Le cycle de l'eau par NOAA National Weather Service
Jetstream, [CC BY 2.0](#)

a.1. Pourquoi une plante capterait-elle de l'eau qu'elle ne va pas utiliser ?

Si l'eau n'est pas absorbée par les racines des plantes, elle peut s'infiltrer dans le sous-sol et le substrat rocheux, formant ainsi des nappes souterraines. Ces **eaux souterraines** se situent au niveau des pores entre les particules de sable et de gravier ou dans les fissures des roches. Elles constituent un important réservoir d'eau douce. Les eaux souterraines peu profondes circulent lentement à travers les pores et les fissures et peuvent éventuellement rejoindre un cours d'eau ou un lac et ainsi faire à nouveau partie des eaux de surface.

Certaines nappes souterraines s'installent en profondeur dans le substrat rocheux et peuvent y rester pendant des millénaires. Ces réservoirs d'eaux souterraines, ou *aquifères*, sont généralement exploités comme source d'eau potable ou pour l'irrigation grâce à des puits. Aujourd'hui, beaucoup d'aquifères sont épuisés plus rapidement qu'ils ne sont renouvelés par l'eau qui s'infiltre depuis la surface.

a.2. Le cycle de l'eau est à la base d'autres cycles.

Le cycle de l'eau est important en soi, et les profils de circulation de l'eau et de précipitations ont des effets majeurs sur les écosystèmes de la Terre. Cependant, les précipitations et le ruissellement en surface jouent également un rôle important dans le cycle de divers éléments, tels que le carbone, l'azote, le phosphore et le soufre. En particulier, le ruissellement en surface aide à transporter les éléments des écosystèmes terrestres vers les écosystèmes aquatiques.

b) Azote

Le **cycle de l'azote** est un cycle biogéochimique qui correspond à l'ensemble des échanges d'azote sur la planète.

Le diazote est le plus abondant des gaz atmosphériques (l'air contient 78% de ce gaz). L'azote est essentiel au fonctionnement des êtres vivants. Il sert notamment à fabriquer des **protéines** et à produire les bases azotées présentes dans l'**ADN**. Il ne peut toutefois pas être assimilé directement sous cette forme par la majorité des vivants. Ce sont des bactéries qui transforment l'azote de l'atmosphère en une forme assimilable par les autres organismes vivants. C'est grâce à son cycle biogéochimique que l'azote peut passer d'une forme à une autre.

Il est à noter que les processus du cycle de l'azote se déroulent autant dans la lithosphère que dans l'hydrosphère.

Les principaux processus qui se déroulent lors du cycle de l'azote (Fig. 7) sont les suivants:

- La fixation de l'azote
- La nitrification
- L'absorption d'azote par les végétaux et les animaux
- La décomposition des déchets
- La dénitrification

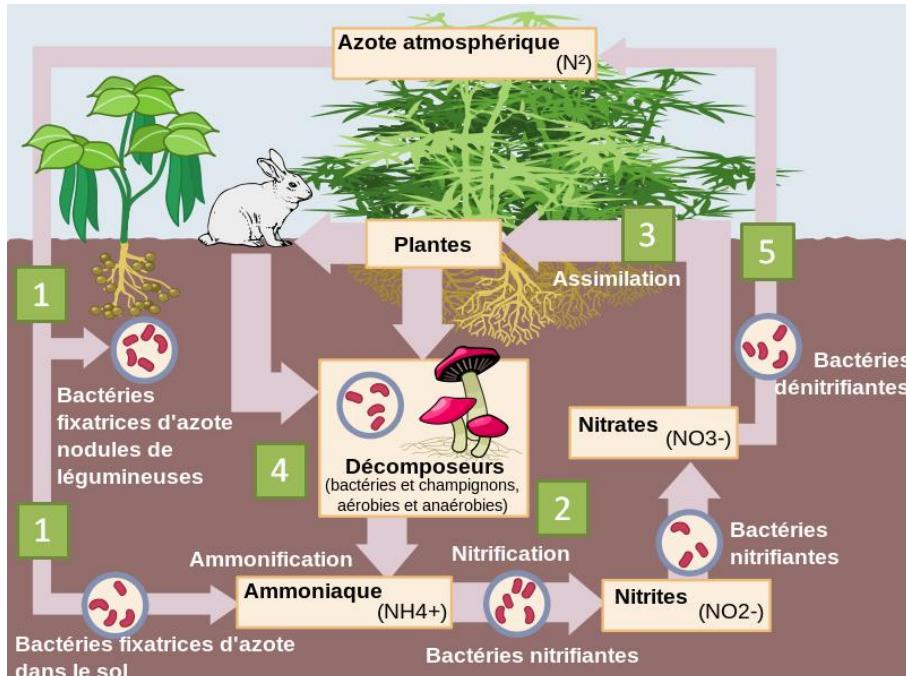


Figure 7. Le cycle de l'azote

b.1. La fixation de l'azote

Certaines bactéries, vivant dans le sol ou dans l'eau, captent l'azote atmosphérique et le transforment en azote utilisable par les plantes et les animaux, soit en ammoniac (NH_3^+). Une portion de l'ammoniac est utilisée par les végétaux et les animaux, alors qu'une autre portion réagit avec de l'hydrogène pour former de l'ammonium (NH_4^+). Parmi les bactéries capables de réaliser la fixation de l'azote, on retrouve des cyanobactéries et certaines bactéries, comme celles du genre *Rhizobium*, vivant en symbiose avec des plantes (entre autres des légumineuses).

b.2. La nitrification

Des bactéries oxydent l'ammonium (NH_4^+) pour former des nitrites (NO_2^-) et d'autres bactéries oxydent les nitrites (NO_2^-) pour former des nitrates (NO_3^-). Ce sont deux **réactions d'oxydation**.

b.3. L'absorption d'azote par les végétaux et les animaux

Les végétaux sont capables, grâce à leurs racines, d'absorber le nitrate et l'ammonium présent dans le sol ou dans l'eau. Les végétaux représentent la

seule source primaire d'azote disponible pour les animaux herbivores. C'est en mangeant les végétaux que les animaux herbivores ingèrent leur azote. L'azote suit ensuite la chaîne alimentaire. Les carnivores ingèrent leur azote en se nourrissant des animaux herbivores ou d'autres animaux.

b.4. La décomposition des déchets

On retrouve de l'azote dans les déchets végétaux et animaux (urine, selles, organismes morts, etc.). Certains champignons et bactéries décomposent ces substances et produisent alors de l'ammoniac. Cet ammoniac va pouvoir se dissoudre pour former de l'ammonium.

b.5. La dénitrification

Les bactéries dites dénitrifiantes transforment les nitrates en diazote. Le diazote retourne alors dans l'atmosphère. Cette réaction chimique produit aussi du dioxyde de carbone (CO_2) et de l'oxyde d'azote (N_2O).

Les facteurs qui peuvent modifier le cycle de l'azote

Parmi les facteurs naturels qui peuvent modifier le cycle de l'azote, on retrouve, entre autres, la **température**, le **taux d'humidité** et le **pH**. Cependant, avec les explications données ci-dessus, on comprendra que l'activité humaine est malheureusement le facteur qui a le plus d'impact sur la modification du cycle de l'azote. Les engrains que l'on étend sont riches en ammoniac (NH_3), en ammonium (NH_4^+) et en nitrates (NO_3^-). Par le lessivage, ce surplus de composés azotés se retrouve dans les cours d'eau.

L'utilisation des combustibles fossiles dans les moteurs et les centrales thermiques transforment l'azote en oxyde d'azote. La dénitrification est alors augmentée. Or, la dénitrification émet aussi dans l'atmosphère une faible quantité d'oxyde d'azote (N_2O). L'oxyde d'azote est un gaz à **effet de serre** qui contribue à détruire la couche d'ozone dans la **stratosphère**. Il faut savoir qu'une molécule de N_2O est 200 fois plus efficace qu'une molécule de CO_2 pour créer un effet de serre.

c) Carbone

Le **cycle du carbone** est un cycle biogéochimique qui correspond à l'ensemble des échanges de carbone sur la planète.

Le carbone est un élément essentiel à toute forme de vie. On retrouve deux types de carbone dans la nature. D'abord, le carbone est à la base des molécules complexes (**protéines, lipides, glucides**) qui servent à la construction des tissus des organismes vivants. Il s'agit dans ce cas de carbone organique. On retrouve aussi le carbone inorganique lorsqu'il n'est pas lié aux organismes vivants. C'est entre autres le cas du dioxyde de carbone (CO_2) et du méthane(CH_4), deux gaz à **effet de serre** qui ont un impact majeur sur le climat de la planète.

Il existe un échange constant de carbone entre **l'hydrosphère, la lithosphère, la biosphère et l'atmosphère**. Toutefois, l'essentiel du cycle à court terme se déroule entre l'atmosphère, les couches superficielles du sol et des océans ainsi que la biosphère. Il existe deux grands réservoirs de carbone qui le piègent pour une longue période : la lithosphère et l'hydrosphère grâce aux sédiments, aux roches et aux océans.

Le recyclage chimique du carbone est un élément critique pour le maintien de l'équilibre de notre planète. En effet, ce cycle influence directement la productivité biologique et le climat. Parmi les processus qui permettent le recyclage chimique du carbone, certains sont très rapides (processus biochimiques) alors que d'autres se déroulent sur plusieurs centaines d'années (processus géochimiques).

Les principaux processus biochimiques se déroulant lors du cycle du carbone (**Fig. 8**) sont :

- La photosynthèse
- La consommation
- La respiration
- La décomposition et la fermentation
- La déforestation et les feux de forêt

Les principaux processus géochimiques se déroulant lors du cycle du carbone sont :

- La dissolution et la fixation en carbonate de calcium
- La sédimentation et la fossilisation
- Le volcanisme
- La combustion de combustibles fossiles

De plus, certains facteurs, principalement d'origines anthropiques, peuvent modifier le cycle du carbone.

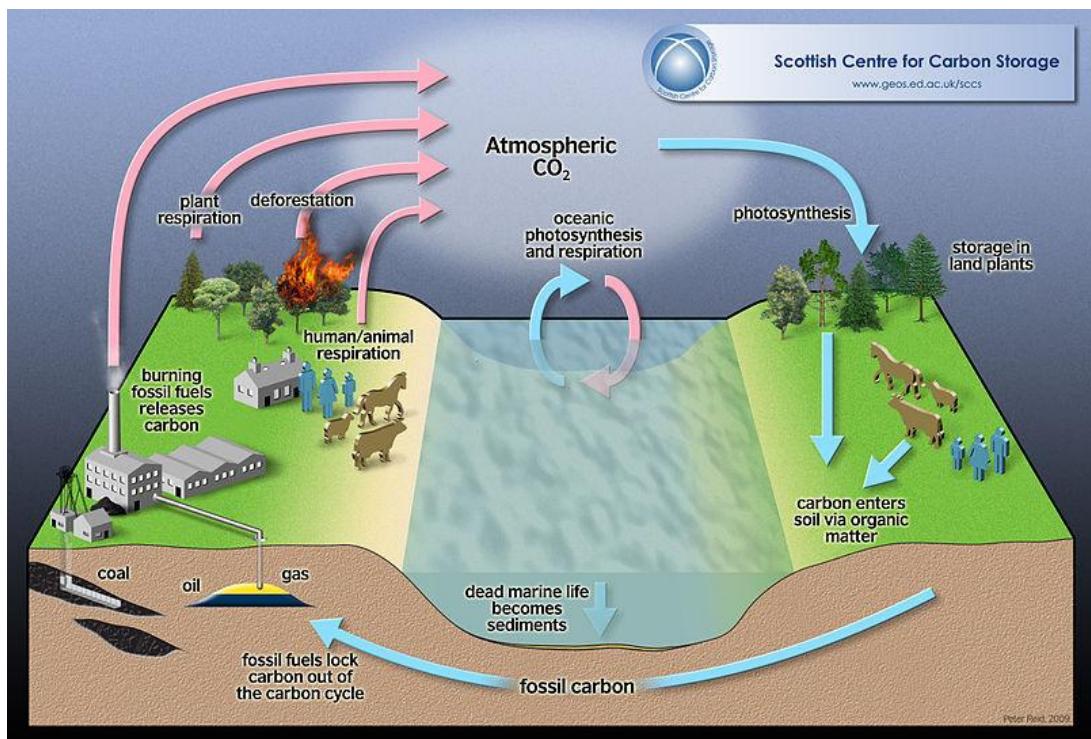


Figure 8. Le cycle de carbone

c.1.Les processus biochimiques du cycle du carbone

c.1.1. La photosynthèse

La photosynthèse se déroule autant en milieu terrestre qu'en milieu aquatique. Par ce processus, les végétaux emmagasinent du carbone d'origine atmosphérique ou du carbone dissous dans l'eau. Ils utilisent l'énergie solaire pour transformer le dioxyde de carbone (CO_2) en glucose en produisant du dioxygène. Le glucose servira ainsi de matière organique servant à la fabrication des tissus végétaux.

c.1.2. La consommation

La consommation se déroule autant en milieu terrestre qu'en milieu aquatique. Les animaux herbivores obtiennent le carbone nécessaire à leur

croissance en consommant des végétaux. Les animaux carnivores, quant à eux, absorbent le carbone contenu dans les animaux dont ils se nourrissent. Le carbone est ainsi transféré d'un échelon à l'autre le long d'une chaîne alimentaire.

c.1.3. La respiration

La respiration se déroule autant en milieu terrestre qu'en milieu aquatique. Le carbone est retourné à l'atmosphère par le processus de respiration. Tous les êtres vivants, qu'ils soient végétal ou animal, respirent. Ils rejettent donc dans l'atmosphère ou dans l'hydrosphère, sous forme de dioxyde de carbone, une partie de la quantité de carbone qu'ils avaient ingérée au départ.

c.1.4. La décomposition et la fermentation

La portion du carbone qui n'est pas relâchée par la respiration s'élimine dans les déchets végétaux et animaux (urine, selles, organismes morts, etc.). Dans les sols et les sédiments des lacs et des océans, ces déchets sont décomposés par des microorganismes. Selon la présence ou l'absence de dioxygène, les décomposeurs effectueront la décomposition ou la fermentation de la matière organique. Ces processus libèrent du dioxyde de carbone (CO_2) et du méthane (CH_4) tout en permettant de transformer la matière organique en matière inorganique.

c.1.5. La déforestation et les feux de forêt

Sous l'action de la combustion, le carbone contenu dans les troncs et les feuilles des arbres se transforme en dioxyde de carbone (CO_2). La déforestation, quant à elle, diminue le nombre d'arbres en présence pouvant effectuer la photosynthèse. Habituellement, en l'absence de ces deux phénomènes, la quantité de carbone fixée à l'échelle planétaire par les organismes qui réalisent la photosynthèse s'équilibre avec celle qui est libérée par la respiration et la décomposition des autres organismes. Toutefois, en présence de ces deux phénomènes, davantage de dioxyde de carbone sera relâché dans l'atmosphère.

c.2. Les processus géochimiques du cycle du carbone

c.2.1. La dissolution et la fixation en carbonate de calcium

La dissolution du carbone se déroule dans l'hydrosphère. Une grande partie du dioxyde de carbone atmosphérique est dissous dans les océans.

En effet, les océans sont des puits à carbone, car ils prélèvent globalement plus de carbone à l'atmosphère qu'ils ne lui en redonnent. Une partie du dioxyde de carbone dissous dans l'eau réagit avec les molécules d'eau, puis avec du calcium pour devenir du carbonate de calcium (CaCO_3). On retrouve le carbonate de calcium dans la composition des coquilles et squelettes des organismes marins.

c.2.2. La sédimentation et la fossilisation

La sédimentation se déroule principalement dans l'hydrosphère. Les coquilles et les squelettes des organismes marins morts s'accumulent au fond de l'océan. Le carbonate de calcium s'accumule donc dans les sédiments et donne naissance à des roches carbonatées. Ces roches suivent le mouvement des plaques tectoniques. Elles plongent sous le manteau de la terre lors du processus de subduction et peuvent éventuellement être ramenées à la surface. Elles peuvent aussi être enfouies dans la croûte terrestre et y être piégées pour de nombreuses années.

c.2.3. Le volcanisme

Les éruptions volcaniques peuvent être en surface de la Terre ou sous-marines. Dans les deux cas, au contact du magma, le carbone contenu dans les roches carbonatées peut se libérer et retourner dans l'atmosphère. Les volcans et les geysers laissent échapper du dioxyde de carbone et du méthane dans l'atmosphère.

c.2.4. La combustion de combustibles fossiles

Les organismes morts qui tombent au fond de l'océan forment une couche de sédiments. Ils peuvent parfois se transformer en combustibles fossiles comme le charbon ou le pétrole s'ils demeurent enfouis dans les sédiments pendant des centaines de millions d'années. L'homme effectue la combustion de ces combustibles fossiles (pétrole, charbon, gaz naturel) pour répondre à ses besoins en énergie. Par ce fait, il augmente la quantité de dioxyde de carbone relâchée dans l'atmosphère et dérègle le cycle du carbone.

d) *Phosphore*

Le **cycle du phosphore** est un cycle biogéochimique qui correspond à l'ensemble des échanges de phosphore sur la planète.

Le phosphore est un élément essentiel à la vie puisqu'il sert, notamment, de matériau de base à l'ADN, aux dents, aux os et aux coquilles. Le phosphore est constamment échangé entre la lithosphère, l'hydrosphère et les organismes vivants. Toutefois, contrairement aux cycles du carbone et de l'azote, il s'agit d'un cycle sédimentaire, c'est-à-dire qu'il ne possède pratiquement pas de composantes gazeuses et qu'il n'implique donc pas de processus atmosphériques. L'essentiel du phosphore provient de l'érosion des roches sédimentaires qui en libère de petites quantités, sous la forme dissoute de phosphates directement assimilables par les végétaux.

Les principaux processus qui se déroulent lors du cycle du phosphore (Fig. 9) sont les suivants:

- 1. L'érosion
- 2. L'absorption par les êtres vivants
- 3. La décomposition des déchets
- 4. La prolifération du plancton et la sédimentation

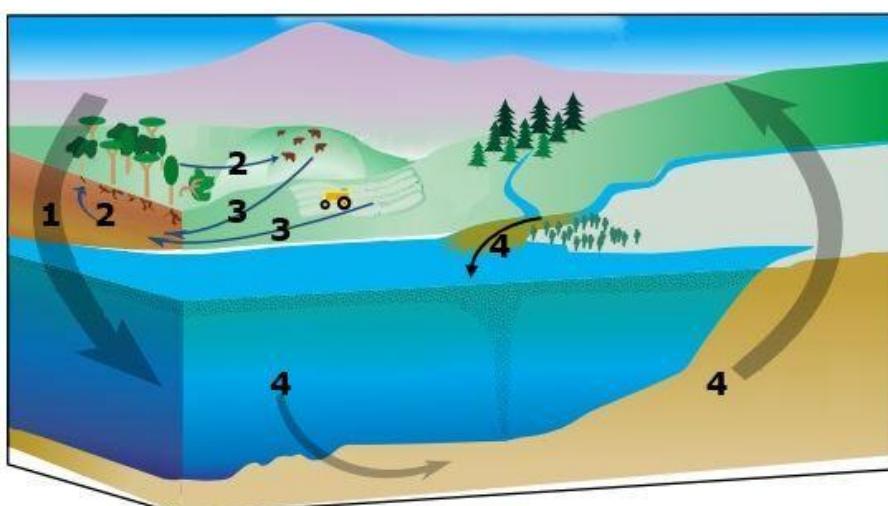


Figure 9. Le cycle de phosphore

d.1. L'érosion

Dans la nature, le phosphore se trouve surtout dans les roches de la lithosphère. Sous l'action de la pluie et du vent, une petite quantité de phosphore s'échappe des roches, généralement sous forme de phosphates.

d.2. L'absorption par les êtres vivants

Les phosphates entrent dans les chaînes alimentaires par les végétaux. Étant nécessaires à leur croissance, les phosphates sont absorbés par ceux-ci. Les herbivores ingèrent ensuite les phosphates en mangeant des végétaux. La chaîne alimentaire se termine lorsque les carnivores consomment des herbivores ou d'autres animaux.

d.3. La décomposition des déchets

Les phosphates ingérés par les animaux retournent dans le sol sous forme de matière fécale et d'urine. En outre, la dégradation des animaux et des végétaux morts par les décomposeurs libère aussi des phosphates. Ainsi, les phosphates retournent dans le sol et le cycle peut alors recommencer.

d.4. La prolifération du plancton et la sédimentation

Le cycle du phosphate se déroule aussi dans l'hydrosphère. Des phosphates provenant des roches ou excrétés par les animaux et les décomposeurs rejoignent les océans. Une partie favorise la prolifération du plancton, alors que l'autre partie tombe au fond des plans d'eau et se mélange aux sédiments. Très lentement, sur des millions d'années, ces sédiments forment des roches et le phosphore retrouve sa forme d'origine (la flèche à droite de l'image ci-dessus).

Les facteurs qui peuvent modifier le cycle du phosphore

Le cycle naturel du phosphore est déstabilisé par les activités humaines, principalement en raison d'apports supplémentaires en phosphore. Les activités humaines telles que l'épandage de grandes quantités d'engrais riches en phosphates sur les terres agricoles, le rejet de résidus de savons phosphatés dans les eaux usées des résidences et des industries entraînent un déséquilibre dans le cycle biogéochimique du phosphore. Un excès de phosphore dans les rivières, les lacs et les eaux marines côtières accélère la croissance des algues, ce qui favorise le processus d'eutrophisation des milieux aquatiques.

Chapitre 5 : Description sommaires des principaux écosystèmes

Les principaux écosystèmes sont : Forêts, Ecosystème prairial, Ecosystème des eaux de surface, écosystème océanique, agroécosystème, les écosystèmes urbains

1. Forêts

Arbres et forêts sont des ressources essentielles pour l'homme et la société, puisqu'ils produisent le bois, matériau renouvelable, durable et écologique, abritent la biodiversité et permettent le développement d'activités humaines variées.

Aujourd'hui, les services attendus par la société sont multiples et la forêt tient des rôles divers :

- Production de bois d'œuvre pour les industries
- Création d'emplois
- Diversification du paysage
- Lieu de détente et d'activités variées
- Stockage du carbone
- Habitat et abri pour de nombreuses espèces animales et végétales
- Purification des eaux qui alimentent les nappes phréatiques

C'est ce qu'on appelle couramment la « multifonctionnalité » de la forêt, constituée des trois composantes de la notion de développement durable: l'économie, le social et l'environnemental. Ce capital naturel doit être géré durablement afin de permettre aux générations futures de disposer de forêts ayant conservé leur diversité biologique, leur productivité, leur capacité de régénération et leur vitalité.

1.1.La fonction économique de la forêt

La forêt est source d'emplois, elle produit un matériau écologique, renouvelable et local, qui est utilisé dans des secteurs aussi variés que la construction, l'imprimerie, l'ameublement, le chauffage, la tonnellerie...

1.2.La fonction sociale de la forêt

La forêt apporte un bien-être non négligeable à vos électeurs. C'est un milieu où l'on se détend par diverses activités telles que la randonnée, le VTT, l'équitation, la

pratique de la chasse, de la pêche, de la photographie et où parfois on récolte également du bois de chauffage...

1.3.La fonction écologique de la forêt

La forêt est source d'une biodiversité impressionnante : les espèces animales et végétales qui y trouvent un abri ou un milieu de vie se comptent par milliers. On n'imagine pas la multitude des organismes vivants qui permettent à la forêt de fonctionner. La forêt joue également un rôle de régulateur du climat. En effet, par leur croissance et développement, les forêts emmagasinent du carbone et libèrent de l'oxygène. Elles assurent une fonction « tampon » qui régule les températures.

2. Ecosystème prairial

Une **prairie** est une étendue herbeuse en climat tempéré, comme un pré. Cette formation végétale herbacée, dense, est surtout constituée de graminées et de légumineuses. Les prairies sont catégorisées comme naturelles, semi-naturelles ou agricoles. Elles sont: permanentes ou éphémères, en altitude ou plaine, sèches ou marécageuses et humides, fleuries.

La fonction essentielle des prairies herbeuses (parmi les divers écosystèmes et biotopes) est de servir au pâturage aux animaux herbivores. Pour le bétail, en agriculture, la prairie se confond avec le **pré**.

Plusieurs modèles de prairies se distinguent: les prairies permanentes, les prairies sèches, les prairies_humides à inondables, les prairies fleuries. En jardinage, le terme de pelouse est préféré. En agriculture, le terme de **pré** s'utilise pour l'alimentation du bétail.

Les prairies sont des écosystèmes "post-climactiques" qui évoluent après la destruction de la forêt et les sols et la végétation restante sont entravés par l'utilisation des terres de culture itinérante, le brûlage et le pâturage du bétail. Elles sont importantes dans la dynamique des végétations.

3. Ecosystème des eaux de surface

Ce terme regroupe des **écosystèmes stagnants ou Eaux stagnantes** (Fig.10), qui comprennent étangs, lacs et marais, on a une stratification horizontale. Température, lumière et autres facteurs vont fractionner le milieu en

différents habitats, chacun accueillant des espèces végétales et animales spécifiques.

- **Les Etangs et les lacs :** Ce sont des étendues d'eau douce éparpillées aux quatre coins du monde, dont certaines sont les vestiges de l'époque glaciaire du Pléistocène. Alors que la plupart des mares, surtout en zone tropicale, sont saisonnières et ne se remplissent qu'à la saison des pluies pour devenir le lieu de prédilection de nombreuses espèces (comme les grenouilles qui viennent s'y reproduire par dizaines de milliers !), certains lacs peuvent exister pendant des centaines d'années ou plus !
- **Les Zones humides :** Les zones humides sont des milieux inondés par des eaux stagnantes et peu profondes de façon permanente ou temporaire (pour la définition exacte). Marais, fagnes (landes), tourbières, marécages et autres terres humiques possèdent une végétation dite « hydrophile » (étymologiquement, qui aime l'eau) : le nénuphar à feuilles panachées, la laîche blanchâtre, la prêle des champs et l'épinette sont celles qu'on rencontre le plus souvent. Mais la flore des marais donne également à voir de magnifiques cyprès, aux étonnantes pneumatophores (racines aériennes), des mélèzes et d'autres résineux qui raffolent de l'humidité ambiante



Figure 10 : Les milieux aquatiques (ofb.fr)

Quant aux **cours d'eau ou Eaux courantes** (fleuve, rivière...) (**Fig.10**), le plancton est peu présent et les espèces qui s'y développent vont présenter une forte adaptation aux milieux en mouvement (poissons, avec notamment des espèces migratrices, plantes avec crampons...). Une zonation est donc plus difficile à mettre en place.

- ***Les Rivières et les fleuves*** : Sortant de la roche ou du sous-sol, débutant de la fonte des glaces ou des lacs, ces nombreux cours d'eau se croisent, se rejoignent et parcourent parfois des milliers de kilomètres avant de se jeter dans les océans. La température y est souvent plus froide à la source qu'à l'embouchure, mais aussi plus claire, plus oxygénée et plus riche en poissons et organismes autotrophes. En s'éloignant de la source, la largeur du cours d'eau s'accroît, en même temps que la diversité du nombre d'espèces qu'il abrite.

4. Ecosystème océanique

La profondeur de ces milieux est généralement plus importante que celle des biomes aquatiques dulcicoles. La pénétration de la lumière et la température vont grandement influencer le développement végétal ainsi que la présence d'espèces animales. La salinité est également un facteur important, tout comme les mouvements marins qui vont provoquer des changements aussi bien dans la stratification horizontale que verticale (ex. phénomène de "Upwelling" : phénomène de remontée des eaux de fond).

- **Les Océans et les mers** : Ces étendues contiennent 97% de l'eau de la terre, génèrent les trois quarts de son oxygène, absorbent le gaz carbonique, produisent de la nourriture et sont une source d'inspiration essentielle pour l'homme ! ((**Fig.10**)).
- **Les Estuaires** : à l'embouchure des fleuves, qui mêlent eaux douces et eaux de mers, formant ainsi un écosystème dont l'activité biologique est très forte, surtout en été. La chaleur, combinée aux mouvements de la marée, des courants et des vents, fait remonter les substances nutritives à la surface de l'eau (c'est ce qu'on appelle aussi la « remontée des eaux »).
- **Les Récifs coralliens** : Le corail est en fait un « polype » (dont il en existe environ 2 500 espèces dans le monde) de la famille des Coelenterés.

5. Agroécosystème

l'**agrosystème** ou l'écosystème agricole, est caractérisé comme un écosystème soumis par l'homme à des modifications continues de ses composants biotiques et abiotiques pour la production d'aliments et de fibres. Ces modifications affectent pratiquement tous les processus étudiés par l'écologie. Ils vont du comportement des individus, à la fois de la flore et de la faune, et de la dynamique des populations à la composition des communautés et aux flux de matière et d'énergie. Les cycles biogéochimiques interviennent pour une grande partie dans les études.

Types d'agroécosystèmes

Les agroécosystèmes peuvent être classés en différents types :

- **pastorale** : lorsque l'on utilise de la biomasse végétale pour l'alimentation du bétail, c'est là que l'on parle de systèmes agricoles.
- **sylvicole** : lorsqu'il est boisé d'arbres, qui sont en général les espèces que l'homme considère d'intérêt économique. Pouvoir parler de systèmes sylvo-pastoraux (sylviculture pastorale) lorsque des arbres et des prairies d'élevage sont associés.
- **céréales** : lorsque ce qui est produit est des céréales, du maïs, du sorgho, des arachides, du soja, du tournesol, du coton, du blé, de l'orge, du colza, du seigle, du mil, des graines pour oiseaux, etc.

6. Les écosystèmes urbains

Les milieux urbanisés couvrent des réalités variées (périmètre, densité de population, gouvernance, etc.) et les espaces de nature y prennent des formes très diverses : bois, milieux humides, potagers, jardins privés, squares, arbres d'alignement, toitures végétalisées, etc.

L'état écologique des écosystèmes urbains ?

- Les espaces de nature en ville améliorent la qualité de l'air en interceptant ou absorbant certains polluants et particules atmosphériques.
- Les espaces arborés et aquatiques atténuent la température dans les villes de chaleur urbaine.

- Ils participent également à la régulation qualitative et quantitative du cycle de l'eau, en particulier quand il s'agit d'ouvrages végétalisés spécifiquement dédiés au stockage des eaux pluviales, comme les noues ou les jardins de pluie.
- La faune et la flore urbaine recèlent une forte proportion d'espèces pionnières, capables de se développer dans des biotopes variés, dans des milieux habités ou qui font preuve de fortes capacités d'adaptation.
- De nombreuses pressions s'exercent sur la biodiversité des écosystèmes urbains : imperméabilisation des sols et des sous-sols, fragmentation des milieux naturels, perturbations des habitats naturels et des espèces (pour certaines liées à une fréquentation inadaptée), émissions de polluants dans les sols, l'air et l'eau, concurrence des espèces exotiques envahissantes...

7. Structure de la Biosphère : Les Biomes

Par suite de la dynamique générale du globe, de la diversité des climats, de l'hétérogénéité de la Terre liée à son histoire géologique et de l'action humaine, la Biosphère ne présente pas une structure uniforme. On y reconnaît de vastes ensembles d'apparence uniforme caractérisés par un type de végétation dominant et susceptible d'occuper de grandes surfaces caractéristiques des zones climatiques de la **Biosphère**. Ces macroécosystèmes sont appelés **biomes** (Fig. 11). Ils se succèdent en bandes parallèles du pôle à l'équateur

Les **biomes** sont de grandes communautés d'organismes d'aspect caractéristique et réparties sur un vaste territoire défini principalement par le climat local.

Les **biomes terrestres** sont définis par la structure caractéristique de leur végétation qui, à son tour, est influencée par le climat de la région.

7.1. La toundra : biome circumpolaire situé entre glace et forêt. Le sol reste gelé en permanence en profondeur. Elle est composée d'une mosaïque de pelouses, petits arbustes, arbres nains, lichens et mousses. Extrêmement étendu, cet écosystème couvre un cinquième de la surface des terres émergées. les plantes herbacées de la toundra sont vivaces et poussent rapidement pendant les courts étés. De grands mammifères herbivores, comme le bœuf musqué, le renne, et carnivores, comme les loups, les

renards, vivent dans la toundra.

7.2. La taïga ou Un vaste anneau de forêts septentrionales de conifères (sapin, tsuga et épicéa) s'étend en Asie et Amérique du Nord, et constitue la plus vaste forêt du monde. Beaucoup de grands herbivores, comme le cerf et des carnivores comme les loups et les ours, vivent dans la taïga.

7.3. La forêt tempérée à feuilles caduques :

7.3.a. Les forêts décidues tempérées : Les climats modérés (étés chauds et hivers frais) et des pluies riches sont à l'origine du développement des forêts décidues (de feuillus) en Eurasie, dans le nord-est des États-Unis et l'est du Canada. Un arbre décidu est celui qui perd ses feuilles en hiver. Les cervidés, les ours et les castors sont des animaux familiers dans les régions tempérées.

7.3.b. Les forêts sempervirentes tempérées : Les forêts de pins et de chênes de l'ouest des États-Unis et de Californie sont des forêts sempervirentes tempérées typiques beaucoup de ces forêts sont menacées par la surexploitation, particulièrement dans l'ouest des États-Unis.

7.4. Les écosystèmes méditerranéens, variés et complexes, ils sont situés dans les zones tempérées chaudes influencées par une période de sécheresse estivale marquée. Le climat méditerranéen est défini par un été sec et chaud et une période pluvieuse correspondant aux saisons relativement froides allant de l'automne au printemps. L'ensemble des écosystèmes méditerranéens définis sur la base des grandes zonations climatiques de la biosphère, forment un des grands biomes. Etant donné que les écosystèmes du bassin méditerranéen sont un point chaud de la biodiversité mondiale (au moins 1.500 espèces endémiques et au moins 70% de l'habitat perdu). Le nombre d'espèces végétales des régions méditerranéennes est évalué entre 45000 et 60000 espèces.

7.5. La steppe tempérée (< 75 cm eau / an) est constituée d'immenses étendues de graminées feuillées adaptées à la sécheresse.

7.6. Les déserts. Ce sont des zones arides (< 20 cm eau / an) où la végétation est très clairsemée.

7.7. La savane tropicale. Sous climat très chaud et humidité suffisante, elle forme une prairie d'herbes très hautes et d'arbustes isolés. Le biome des savanes forme une transition entre la forêt ombrophile tropicale et le

désert. Comme ces savanes sont de plus en plus transformées en terres agricoles pour nourrir les populations humaines en croissance rapide dans les régions sub-tropicales, leurs habitants luttent pour leur survie. L'éléphant et le rhinocéros sont aujourd'hui des espèces menacées ; le lion, la girafe et le léopard suivront bientôt.

7.8. La forêt ombrophile tropicale ou forêt humide toujours verte. C'est le biome le plus complexe et le plus riche en espèces de la Biosphère. Les pluies et les conditions climatiques sont régulières toute l'année. Elles abritent au moins la moitié des espèces de plantes et d'animaux terrestres du globe.

La distribution de ces grandes formations végétales est largement gouvernée par les caractéristiques des variables climatiques majeures que sont la température et la pluviosité. Naturellement, l'extension actuelle de ces formations végétales est fortement modifiée par l'homme. Dans les mers et les océans il est possible de reconnaître de vastes régions dont la continuité est plus évidente que sur terre. L'écogéologue ne doit pas perdre de vue que chaque ensemble délimité par lui est, à un degré ou à un autre, lié au reste de la biosphère, et particulièrement aux ensembles limitrophes, l'air et l'eau circulant dans toute la biosphère.

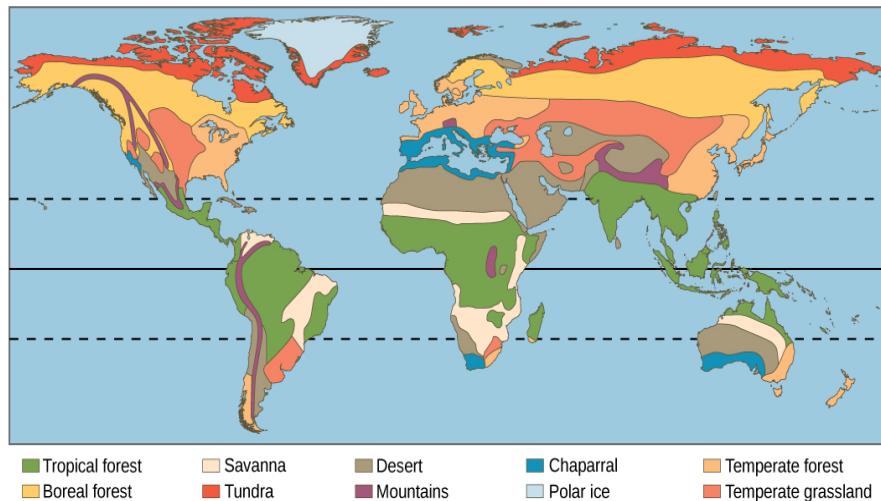


Figure 8.2. a : Chacun des huit principaux biomes du monde se distingue par des températures et des quantités de précipitations caractéristiques. Les forêts tropicales se trouvent le plus près de l'équateur (ligne noire continue). Les savanes se trouvent juste au nord ou au sud des forêts tropicales. Les déserts se trouvent à 30 degrés nord et sud (ligne noire pointillée). Chaparral se trouve dans le sud de la Californie, autour de la mer Méditerranée, à la pointe sud de l'Afrique et le long de la côte sud-ouest de l'Australie. Les forêts tempérées se trouvent dans l'est des États-Unis, à la pointe de l'Amérique du Sud, en Europe occidentale, en Asie du nord-est, dans l'est de l'Australie et en Nouvelle-Zélande. Les forêts boréales se trouvent au Canada, dans les pays scandinaves et en Russie. Les prairies tempérées se trouvent dans l'ouest de l'Amérique du Sud, dans le centre des États-Unis, en Europe occidentale et en Asie centrale. La toundra se trouve au nord de la carte. La majeure partie du Groenland est recouverte de glace polaire. Les principales montagnes sont la Sierra Nevada, les montagnes Rocheuses, les Andes et les montagnes Mitumba.

Figure 11 : Les biomes terrestres

Chapitre 6 : Dynamique des communautés vivantes

1. Evolution des écosystèmes et notion de Climax

Malgré leur stabilité apparente, les écosystèmes sont en perpétuel changement. Le cycle de la matière et le flux de l'énergie les traversent sans interruption à l'intérieur des biocénoses. Malgré cette intense activité, l'équilibre dynamique réalisé fait que la physionomie et la structure des communautés ne varient pas sensiblement, même sur une période de temps prolongée.

Dans un cycle incessant et auto-entretenu, le hêtre remplace le hêtre, le chêne remplace le chêne, etc. Cependant, une perturbation d'origine externe, brutale ou progressive, modification climatique ou anthropique, peut rompre cet équilibre dynamique et la remarquable stabilité de l'écosystème. Supposons que pour une raison quelconque, une éruption volcanique recouvre de ses laves de vastes étendues de sol, qu'un incendie détruise une forêt ou encore qu'un champ situé dans une zone forestière soit abandonné. Dans chacune de ces circonstances, on assiste à un phénomène dénommé « **succession écologique** » décrivant le processus

naturel d'évolution et de développement de l'écosystème depuis son stade initial vers son stade climacique. On dénomme « série », la séquence complète d'une succession. Elle est composée d'une séquence de stades possédant chacun leur biocénose.

Des espèces pionnières vont apparaître dans ces biotopes modifiés (Plantes annuelles en général, lichens,...) puis être progressivement remplacées par d'autres végétaux vivaces, puis ligneux. Cette succession écologique se poursuivra pendant des décennies voire plusieurs siècles jusqu'à ce qu'elle atteigne son stade ultime d'évolution dénommé « Climax », terme qui désigne une association stable d'espèces qui caractérise qualitativement et quantitativement l'ultime phase de développement d'une biocénose dans une succession (Fig.12). On peut classer les successions selon diverses modalités :

1.1. Successions autogéniques et allogéniques

La succession autogénique résulte d'un processus biotique s'exerçant à l'intérieur de l'écosystème où les modifications sont induites par les organismes eux-mêmes.

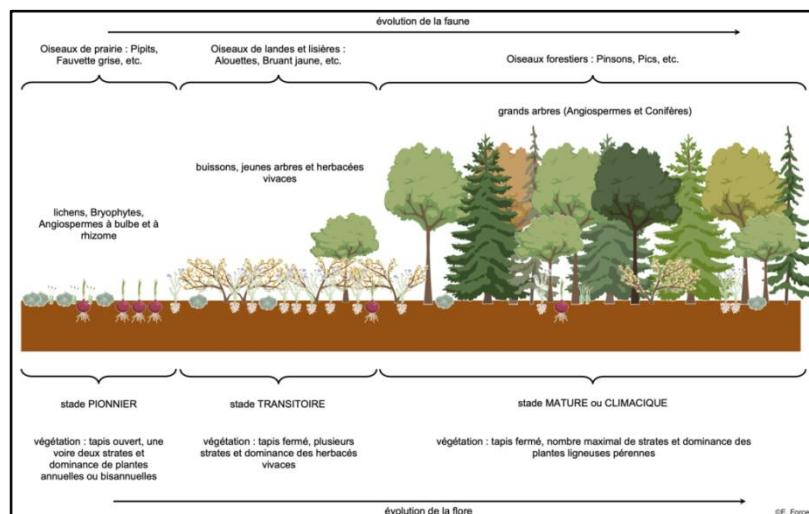


Figure 12: Les successions

Elles résultent du développement d'une communauté sur un biotope initialement perturbé et de son évolution au cours du temps vers un

écosystème dont la structure et les peuplements sont de plus en plus complexes.

Quant à la **succession allogénique**, elle résulte de l'influence de facteurs extérieurs à l'écosystème. Ex.: Pollution, incendie. La succession allogénique peut engendrer des biocénoses instables à séries régressives (Peuplements successifs de plus en plus pauvres) pouvant aboutir à la destruction totale de l'écosystème.

1.2. Successions primaires et secondaires

La distinction entre les deux est parfois difficile en fonction de l'intensité de la perturbation (Niveau de destruction de la communauté et de son environnement physico-chimique).

1.2.1. La succession primaire débute sur un habitat vierge qui n'a jamais été peuplé. Ex. Surface nue des roches comme la lave récemment formée. Elle commence généralement par l'arrivée de lichens qui en se décomposant fourniront les premiers apports de matière organique. Des plantes simples, telles que mousses et fougères, se développent sur la matière organique laissée par les lichens après leur mort. Mousses et fougères meurent et se décomposent à leur tour, apportant plus de matière organique.

L'épaisseur du sol augmente permettant l'installation d'autres plantes (Graminées). Ces plantes meurent et se décomposent à leur tour, apportant plus de sels nutritifs disponibles dans le sol. Arbres et arbustes peuvent désormais se développer et survivre. Insectes, oiseaux et mammifères apparaissent au fur et à mesure des changements de stade. Ce qui était initialement un sol nu est désormais colonisé par une large variété d'organismes vivants.

En contrepartie, la succession secondaire débute sur un habitat préalablement occupé par des organismes vivants et non totalement déstructuré après une perturbation. Ex. : Grandes zones ouvertes à la suite d'un feu de forêt.

1.2.2. Successions régressives et progressives

La succession régressive conduit à une simplification de la composition et de la structure des biocénoses. Quant à la succession progressive, elle

conduit à une complexification de la composition et de la structure des biocénoses. Tout au long du gradient successionnel :

- Les premiers stades sont dominés par des espèces qui ont pour caractéristiques principales une petite taille, un renouvellement de population rapide et qui présentent de fortes fluctuations d'abondance ce qui leur confère le maximum de chance de survie dans un écosystème relativement instable.

- Les stades climaciques sont caractérisés par la dominance d'espèces de plus ou moins grande taille, peu fécondes et dont les populations

2. L'action de l'homme sur le milieu

En général, les activités humaines ont des répercussions sur l'environnement lorsque :

- elles produisent des rejets (émission de polluants, eaux usées, production de déchets, etc.);
- elles modifient (dégradent) le sol et l'habitat;
- elles utilisent et font disparaître les ressources.

Voici une liste des principaux éléments environnementaux et des activités qui ont des effets sur l'environnement. Dans le cadre de votre vérification, veuillez examiner l'information ci-dessous et réfléchir à la manière dont les politiques, les programmes, les projets et les activités opérationnelles de votre entité pourraient avoir des effets sur l'environnement, soit directement (dans le cadre de ses propres activités), soit indirectement, en raison du contrôle ou de l'influence que l'entité exerce sur les activités d'autres entités.

Air :

Exemples d'activités :

- transport (tous les modes de transport);
- production, raffinage et distribution dans le secteur de l'énergie;
- production d'électricité (p. ex. combustion de charbon, gaz naturel);
- utilisation de fluides de refroidissement ou de fluides frigorifères (substances qui appauvrisse la couche d'ozone);
- fonte de métaux et autres activités industrielles (p. ex. pâtes et papiers, industries chimiques et autres industries lourdes);
- exploitation minière;
- utilisation de pesticides en agriculture;
- incinération des déchets;

- utilisation de divers produits chimiques volatils.

Effets environnementaux possibles de ces activités :

- émissions de dioxyde de carbone et d'autres gaz à effet de serre (qui aggravent le réchauffement de la planète);
- appauvrissement de la couche d'ozone;
- détérioration de la qualité de l'air;
- smog (notamment particules et ozone troposphérique);
- effets sur la santé humaine et la vie sauvage (p. ex. troubles des voies respiratoires supérieures et augmentation du nombre d'hospitalisations);
- acidification des lacs et des rivières (pluies acides);
- dépôt de polluants atmosphériques sur les terres et les plans d'eau.

Eau

Eaux de surface (lacs et rivières)

Exemples d'activités :

- déboisement des rives;
- exploitation forestière et minière;
- collecte, entreposage et élimination des déchets agricoles;
- épandage de pesticides;
- rejet d'eaux usées;
- rejets industriels et autres (p. ex., pâtes et papiers, exploitation minière, industrie chimique, transformation des aliments);
- déversements et rejets accidentels de polluants;
- navigation de plaisance / transport maritime (rejets de carburant, d'eau de ballast, etc.);
- décharge de déchets dans les dépotoirs (lixiviation);
- ravitaillement en combustible;
- assèchement et élimination de terres humides;
- construction d'infrastructures (digues et ponts, etc.).

Effets environnementaux possibles de ces activités :

- diminution de la qualité de l'habitat des poissons et d'autres organismes aquatiques;
- accroissement des eaux de ruissellement et de l'érosion;
- décroissance des populations de poissons;
- dégradation de la qualité de l'eau (polluants, agents pathogènes, bactéries, nutriments);
- nécessité de développer les infrastructures et les activités de traitement de l'eau;
- prolifération des algues;

- diminution de la biodiversité;
- empiètement d'espèces exotiques envahissantes (p. ex. la moule zébrée).

Eaux souterraines

Exemples d'activités :

- approvisionnement en eau destinée à la consommation et aux usages domestiques;
- captage d'eau à des fins industrielles;
- irrigation;
- gestion du fumier (collecte, entreposage, épandage);
- entreposage de carburants (réservoirs), distribution, activités de ravitaillement;
- enfouissement des déchets (dangereux et non dangereux);
- expansion urbaine (déboisement et accroissement des surfaces dures).

Effets environnementaux possibles de ces activités :

- baisse de la qualité de l'eau souterraine (polluants / toxines, hydrocarbures, agents pathogènes, bactéries, etc.);
- dégradation de la qualité de l'eau potable;
- nécessité de développer les infrastructures et les activités de traitement de l'eau;
- diminution des réserves d'eau souterraine disponibles;
- effets sur l'eau de surface (qualité et quantité);
- explosions (dues aux hydrocarbures et aux carburants).

Zones côtières et marines

Exemples d'activités :

- rejets d'eaux usées;
- pêche commerciale, travaux de dragage;
- immersion en mer de déchets;
- production énergétique (prospection, forage et distribution);
- navigation de plaisance / transport maritime (rejets, ravitaillement en carburant, changement d'eau de ballast, etc.);
- aquaculture;
- expansion urbaine (déboisement des côtes et destruction de terres humides);
- déversements ou rejets accidentels.

Effets environnementaux possibles de ces activités :

- altération ou dégradation de l'habitat des poissons et d'autres habitats marins;
- décroissance des populations de poissons;

- augmentation des cas de maladie chez les poissons et du nombre des agents pathogènes qui les touchent;
- dégradation de la qualité de l'eau ? par exemple : polluants (y compris les hydrocarbures), agents pathogènes, bactéries, nutriments;
- espèces exotiques envahissantes;
- effets socioéconomiques;
- réduction de l'activité touristique.

Sol

Exemples d'activités :

- création d'infrastructures de transport (routes, autoroutes, ponts);
- expansion urbaine (déboisement);
- exploitation forestière (y compris la construction de routes d'accès et l'épandage d'herbicides);
- exploitation minière;
- agriculture (p. ex. travail du sol, exploitation de grands pâturages, épandage de fertilisants et de pesticides, pratiques d'agriculture intensive);
- épandage de fumier et de boues d'épuration;
- expansion du tourisme et des activités récréatives (centres de ski, terrains de golf, etc.);
- production pétrolière et gazière / exploitation des sables bitumineux;
- entreposage de carburants ou d'autres matières dangereuses (p. ex. dans des réservoirs);
- mise en décharge ou élimination des déchets (déchets dangereux et non dangereux);
- déversements ou rejets accidentels (durant le transport ou à partir de sources fixes);
- entraînement militaire (utilisation de sites d'entraînement).

Effets environnementaux possibles de ces activités :

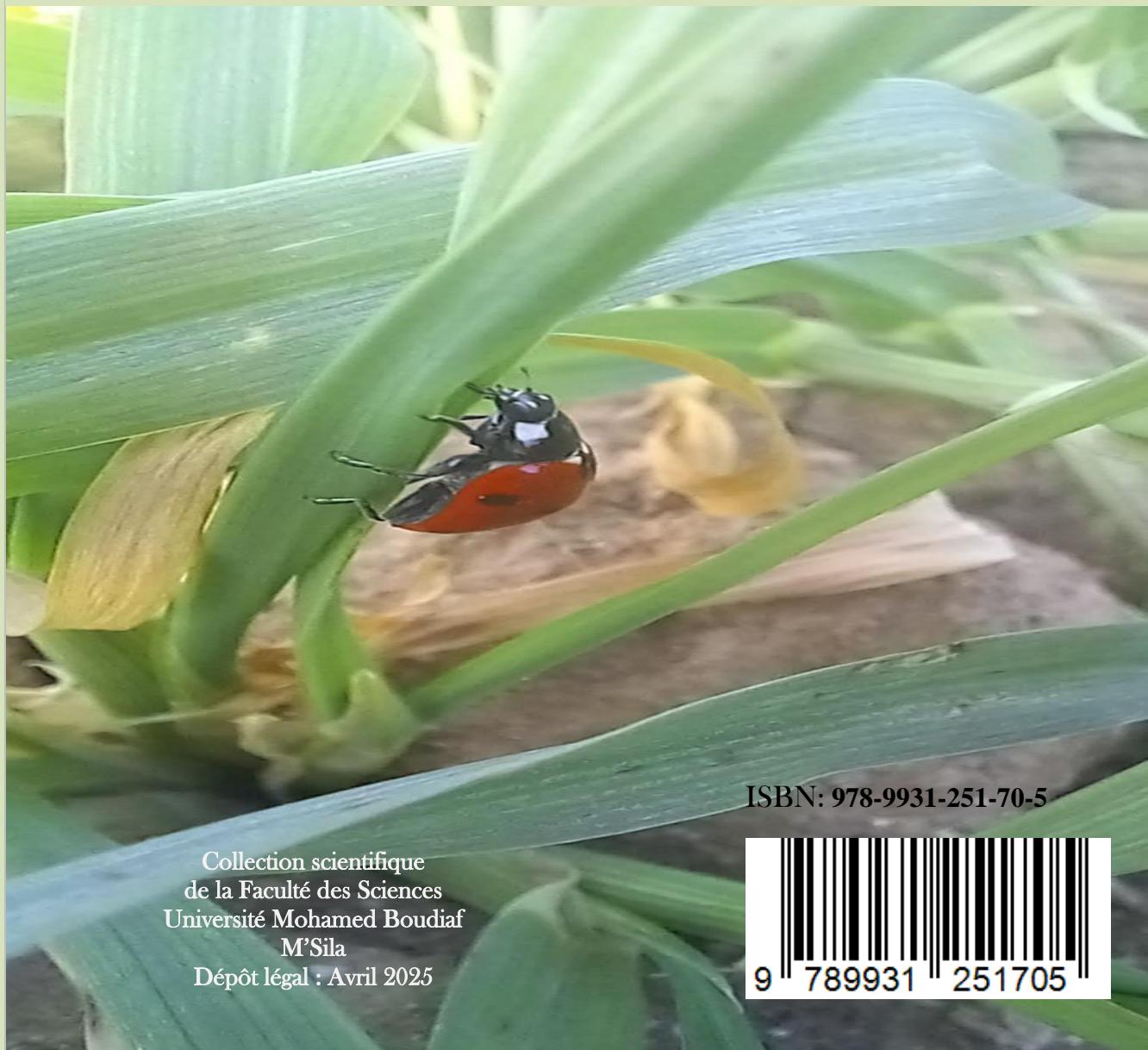
- appauvrissement des ressources renouvelables et non renouvelables;
- contamination des sols et de l'eau souterraine;
- érosion / désertification;
- dégradation / destruction d'habitats sauvages;
- dégradation / destruction de terres humides;
- réduction de la biodiversité (organismes du sol, plantes, animaux sauvages);
- accroissement des ruissellements de surface / des eaux pluviales;
- déchets miniers (résidus);
- développement de zones reculées.

Professeur Fateh Mimeche

Docteur en sciences agronomique de l'École nationale supérieure en sciences agronomiques. Actuellement « Enseignant - Chercheur » au Département des Sciences Agronomiques, Faculté des Sciences, Université de M'Sila (M'Sila - Algérie). Domaine de la recherche : zoologie, limnologie, écologie animale et entomologie aquatique et terrestre.

Écologie générale

C'est un document pédagogique. Destiné aux étudiants de deuxième année ingénieur en sciences agronomiques.



ISBN: 978-9931-251-70-5

Collection scientifique
de la Faculté des Sciences
Université Mohamed Boudiaf
M'Sila
Dépôt légal : Avril 2025

