

**USTHB**  
**SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS**  
**STU**

**COURS DE BIOLOGIE GENERALE**  
**SEMESTRE 1**

**PARTIE II : NOTIONS D'ECOLOGIE**

# Notions d'écologie

## I-Généralités

### A-Définitions

### B-Notion de hiérarchie biologique

## II- Structure et dynamique des écosystèmes

### A-Structure

#### 1-Facteurs abiotiques

#### 2-Facteurs biotiques

### B-Organisation

#### 1-Niveaux trophiques

#### 2-Chaîne alimentaire

### C-Dynamique et cycles biogéochimiques

#### 1-Flux d'énergie

#### 2-Cycle de l'eau

#### 3-Cycle du carbone

#### 4-Cycle de l'oxygène

#### 5-Cycle de l'azote

#### 6-Cycle du phosphore

### D-Equilibre écologique et environnement

# Notions d'écologie

## I-Généralités

### A-Définition

L'écologie (du grec oikos=maison et logos=étude) est la science qui étudie les relations :

- Entre les **organismes vivants** → la biocénose
- et entre ces organismes et leur **milieu physique** → le biotope

et ce, dans des conditions naturelles.

### B-Notion de hiérarchie biologique

Les écologues étudient dans la nature, les interactions à plusieurs niveaux de la hiérarchie biologique :

1-Les **individus** isolés : organismes isolés.

2-Une **population** : ensemble des individus d'une même espèce vivant dans un espace particulier à un moment précis.

3-Une **communauté** : ensemble des populations de différentes espèces (notions de prédation et de compétition).

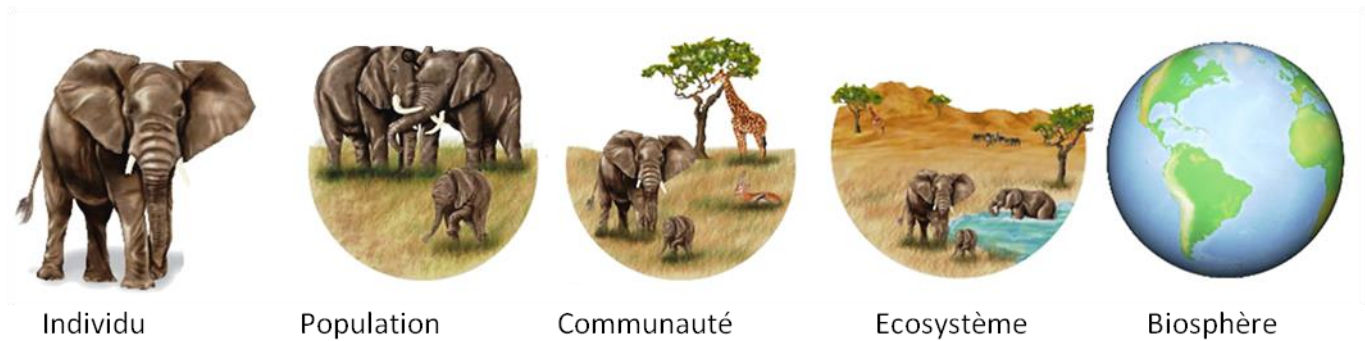
4-Un **écosystème** (Tansly 1935) : il est défini comme un ensemble formé par une association d'organismes vivants (plantes, animaux, algues, micro-organismes..) → **La biocénose** et de leur milieu physique (géologique, pédologique et atmosphérique) → **le biotope**.

En 2005, certains auteurs ont intégré la nécro-masse en définissant un écosystème comme un complexe dynamique composé de plantes, d'animaux, de micro-organismes et de la nature morte environnante agissant en interaction en tant qu'unité fonctionnelle.

L'écosystème peut être terrestre ou aquatique.

5-Le **biome** : formation végétale additionnée de tous les animaux et microorganismes dont elle est le cadre de vie. Les continents sont couverts d'une zonation de grands biomes plus ou moins parallèles à l'équateur qui forment les grands types paysagers de végétation de la planète. Ils correspondent aux grandes zones bioclimatiques (arctique, boréale, tempérée, tropicale, équatoriale, ...).

6-La **biosphère** ou **écosphère** : la biosphère, parfois qualifiée de quatrième enveloppe, est la partie de la planète sur laquelle la vie s'est développée. C'est l'ensemble de tous les écosystèmes. Il s'agit d'une couche superficielle très mince (n'excède pas quelques kilomètres) : - 11 000m de profondeur à + 15 000m d'altitude. La majorité des espèces vivantes sont retrouvées dans la zone située de - 100 m à + 100m.

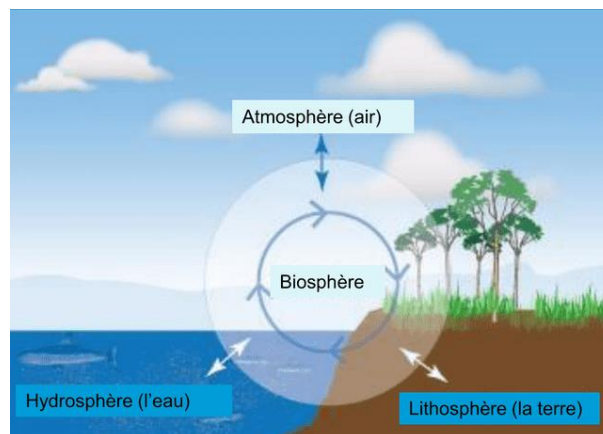


La biosphère comprend **trois régions** de nature physique différente :

-la **lithosphère** ou sphère du sol : croûte et partie supérieure du manteau. C'est le milieu solide constitué par l'ensemble des continents émergés.

-l'**hydrosphère** ou sphère de l'eau : milieu liquide couvrant les 7/10<sup>ème</sup> de la surface planétaire, océans, mers.

- l'**atmosphère** ou sphère de l'air : couche gazeuse homogène qui enveloppe les deux précédents milieux.



L'écologie complète l'étude de la biologie. Elle permet de mieux comprendre les différents niveaux d'intégration.

Atomes-molécules-macromolécules-organites-cellules-tissus-organes-systèmes-organismes-populations-communautés .....biosphère.

## II- Structure et dynamique des écosystèmes

### A-Structure

Dans un écosystème, le rôle du support est de fournir une diversité d'habitats, d'agir comme accumulateur, transformateur et milieu de transfert pour l'eau et les autres produits apportés. Un écosystème est l'inter-réaction entre les facteurs biotiques et abiotiques.

### 1-Facteurs abiotiques

Le biotope, ou milieu de vie, est classiquement caractérisé par un ensemble de paramètres géologiques, géographiques et climatologiques, dits *facteurs écologiques abiotiques* (**physico-chimiques**).

En réalité, le sol est vivant et le climat ainsi que divers paramètres géographiques sont en permanence rétro-contrôlés par le vivant.

Dans l'approche classique, les éléments dits abiotiques sont :

- L'**eau** : à la fois élément indispensable à la vie, et parfois milieu de vie (goutte d'eau)
- L'**air** : fournit l'O<sub>2</sub> et le CO<sub>2</sub> aux espèces vivantes et permet la dissémination du pollen et des spores
- Le **sol** : à la fois source de nutriments et support de développement
- La **température** : elle ne doit pas dépasser certains extrêmes (marges de tolérance importantes chez certaines espèces)
- La **lumière** : permet la photosynthèse

## 2-Facteurs biotiques

Chaque population est le résultat des procréations entre individus d'une même espèce et cohabitant en un lieu et en un temps donné. Lorsqu'une population présente un nombre insuffisant d'individus, l'espèce risque de disparaître, soit par sous-population, soit par consanguinité.

Une population peut se réduire pour plusieurs raisons, par exemple : disparition de son habitat (destruction d'une forêt) ou par prédation excessive (telle que la chasse d'une espèce donnée).

La **biocénose** se caractérise par des *facteurs écologiques biotiques*, de deux types :

- Les **relations intra-spécifiques** sont celles qui s'établissent entre individus de la même espèce formant une population. Il s'agit de phénomènes de coopération ou de compétition avec partage de territoire, et parfois organisation en société hiérarchisée.
- Les **relations interspécifiques**, c'est-à-dire celles entre espèces différentes. Elles sont nombreuses et décrites en fonction de leur effet bénéfique, maléfique ou neutre : par exemple, la symbiose (relation++) ou la compétition (relation--).

La relation la plus importante est la relation de prédation (manger ou être mangé). Elle conduit aux notions essentielles en écologie de chaîne alimentaire; par exemple : l'herbe consommée par l'herbivore, lui-même consommé par un carnivore, lui-même consommé par un carnivore de plus grosse taille.

## B-Organisation

### 1-Niveaux trophiques

Les êtres vivants naissent, grandissent et se reproduisent. Pour cela, ils produisent en permanence leur propre matière. Dans un écosystème donné, il est pratique de regrouper les organismes en fonction de leur source d'énergie. Les organismes dont l'énergie provient d'une même source constituent un niveau trophique.

Pour assurer cette production, ils prélèvent dans le milieu de la matière :

**\*Strictement minérale** (eau, sels minéraux, CO<sub>2</sub>, ..) à partir de laquelle ils formeront la matière organique.

Ce sont des autotrophes. Ils sont qualifiés de producteurs primaires car ils produisent des matières organiques riches en énergie (énergie chimique) nécessaire aux autres organismes.

Les photo-synthétiseurs (Cyanobactéries, algues et plantes) assimilent leur énergie à partir de la lumière solaire. Certaines bactéries produisent leur propre énergie non pas à partir de l'énergie solaire (photosynthèse → photo-autotrophes) mais à partir d'éléments chimiques et sans présence de lumière (chimio-autotrophes).

**\*Minérale et organique** (protéines, lipides, glucides,...) qu'ils transforment, pour une partie, selon leur code génétique. Ils sont qualifiés de producteurs secondaires ou consommateurs. Tous les organismes herbivores, carnivores primaires et secondaires, omnivores et détritivores utilisent, directement ou indirectement, les molécules organiques produites par les organismes autotrophes.

## 2-Chaîne alimentaire

Une chaîne alimentaire ou structure trophique est une suite d'êtres vivants dans laquelle chacun mange celui qui le précède. Le premier maillon d'une chaîne est très souvent un organisme chlorophyllien.

Dans les mers et océans, le phytoplancton assure ce rôle. Dans les profondeurs abyssales où les rayons du soleil ne parviennent pas, les bactéries thermophiles sont les premiers maillons de la chaîne.

L'homme est souvent le dernier élément de la chaîne : c'est un super prédateur. Dans un écosystème, les liens qui unissent les espèces sont le plus souvent d'ordre alimentaire. On distingue trois catégories d'organismes :

**-Les producteurs** : essentiellement les organismes chlorophylliens, capables, grâce à la photosynthèse, de fabriquer de la matière organique à partir du dioxyde de carbone et de la lumière solaire.

Secondairement, d'autres organismes autotrophes (chimio-autotrophes) ; certains étant à la base de chaînes alimentaires totalement indépendantes de l'énergie solaire.

**-Les consommateurs** (animaux) : il existe trois types de consommateurs :

\*les **herbivores** qui se nourrissent des producteurs → Consommateurs primaires

\*les **carnivores primaires** = consommateurs secondaires qui se nourrissent des herbivores

\*les **carnivores secondaires** = consommateurs tertiaires qui se nourrissent des carnivores primaires

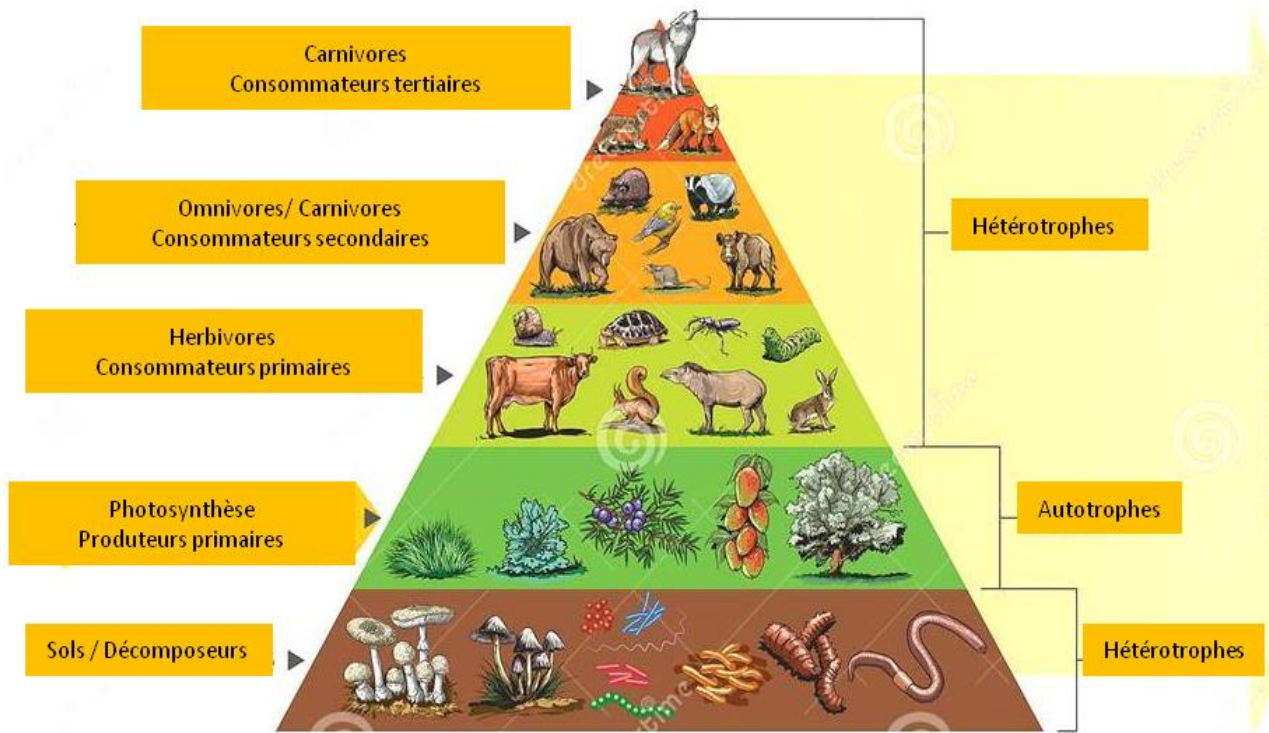
**-Les décomposeurs** assurent :

\*la fragmentation de débris organiques (feuilles, branches, cadavres,...) → animaux du sol.

\*la minéralisation des molécules organiques par des organismes ayant l'équipement enzymatique adéquat → bactéries et champignons.

Ces relations forment des séquences où chaque individu mange le précédent et est mangé par celui qui le suit : on parle de chaîne alimentaire. Chaque maillon est un niveau trophique.

La **niche écologique** est ce que partagent deux espèces animales quand elles habitent le même milieu et qu'elles ont le même régime alimentaire. Ainsi, deux espèces ayant la même niche sont en compétition.



## C-Dynamique et cycles biogéochimiques

Au niveau des écosystèmes et de la biosphère, il existe un recyclage permanent de nombreux éléments, qui alternent l'état minéral et l'état organique.

### 1-Flux d'énergie

\*Les producteurs fabriquent de la matière vivante grâce à la photosynthèse (énergie radiante du soleil +  $\text{CO}_2$ ). Ils fournissent aliments et oxygène aux consommateurs et en reçoivent des éléments minéraux et du  $\text{CO}_2$ .

\*Les consommateurs primaires (herbivores) et secondaires (carnivores) vivent par oxydation des produits des producteurs et dégagent de la chaleur irrécupérable.

\*Les décomposeurs sont des micro-organismes au rôle écologique essentiel. Ils recyclent les éléments minéraux des déchets aussi bien des consommateurs que des producteurs, pour les rendre aux producteurs.

### 2-Cycle de l'eau

#### 2.1. Etat (s) de l'eau

L'eau est l'unique élément de la nature retrouvé sous 3 formes : solide (glace et neige), liquide (pluies, fleuves, mers, océans..) et gazeuse (vapeurs d'eau, nuages).

## 2.2. Principaux réservoirs

Cycle externe	Vol. (x 10 <sup>6</sup> Km <sup>3</sup> )	%	Cycle interne	Vol. (x 10 <sup>6</sup> Km <sup>3</sup> )
Océans	1400	95.96	Couverture sédimentaire	330
Glaciers	43.4	2.97	Lithosphère et Asthénosphère	400
Eaux souterraines	15.3	1.05		
Lacs et rivières	0.13			
H <sub>2</sub> O évapotranspiration	0.505			

## 2.3. Temps de résidence

Plus le temps de résidence est court, plus le renouvellement est rapide.

Atmosphère	8j	Glaciers	1 600 à 9 700 ans
Mers intérieures	250 ans	Lacs → grands	17 ans
Sols	1an	→ petits	1 an
Rivières	16 jours	Lithosphère	1 400 ans
Biosphère	qq heures	Asthénosphère	2 500 ans

## 2.4. Cycle de l'eau proprement dit

Il correspond au plus grand déplacement d'une substance à la surface de la planète.

### 2.4.1. Cycle externe

Il peut être résumé en 4 étapes observables directement. Le moteur du cycle est le soleil qui active et maintient les mouvements de masse d'eau.

#### \*Evaporation de formes diverses

- Evaporation : sous l'effet de l'énergie solaire, l'eau liquide (océans, mers..) ou solide (neige, glaciers) s'évapore sans le sel et les autres impuretés. Cette quantité est énorme.

En 1h, 1m<sup>2</sup> → 1Kg de vapeur d'H<sub>2</sub>O donc 365 millions de m<sup>2</sup> → 365 milliards de tonnes de vapeur d'H<sub>2</sub>O.

84 à 90% provient des océans. Ainsi, l'eau transfère des tropiques vers les pôles une grande partie de l'énergie calorifique climatique reçue par la terre. Ces déplacements déterminent les patrons climatiques de la planète.

-Evapotranspiration : les plantes et les autres espèces végétales puisent l'eau dans les sols humides puis en rejetent une partie dans l'atmosphère par évaporation (un gros arbre environ 300L /j, ~ 10% des précipitations) et retiennent une partie qui n'entre donc pas dans le cycle.

-Evaporation des sols humides

**L'évaporation conduit à la formation des nuages.**



### **\*Condensation et précipitations**

Les particules de vapeur, qui forment les nuages, sont facilement transportées par l'air. Elles errent jusqu'à rencontrer des couches d'air froid. Dans ces conditions, les gouttes se réunissent pour former de plus grosses gouttes qui ne peuvent plus flotter ; ainsi se forme la pluie. S'il fait encore plus froid, il y a formation de grêle ou de neige.

### **\*Action du vent**

Le vent permet la redistribution de la vapeur d'eau et particulièrement son orientation vers les terres.

### **\*Circulation terrestre**

-Evaporation sans migration → retour vers l'atmosphère

-Ruissellement le long des pentes si le sol est imperméable (ru, ruisseau, rivière, fleuve)

-Infiltration si les sols sont perméables (sable, cailloux) de plus en plus profonde jusqu'à rencontrer des sols imperméables puis, écoulement parfois sur des centaines de Km avant :

- d'effleurer la surface → évaporation

- de constituer des lacs souterrains (grotte) ou des nappes phréatiques

- l'eau reste sous-forme de glace

- l'eau est absorbée par les plantes

#### **2.4.2. Cycle interne**

Il englobe la circulation de l'eau entre les océans, la lithosphère et l'asthénosphère.

- Infiltration de l'eau dans les pores et les fractures de la couverture sédimentaire

- Infiltration de l'eau dans les fractures de la lithosphère (failles de plusieurs Km)

- Percolation : migration lente à travers les sols

- Eau emmagasinée dans l'asthénosphère

### **2.5. Importance du cycle de l'eau**

- L'eau est le régulateur des températures du globe. Ces déplacements déterminent les patrons climatiques de la planète.

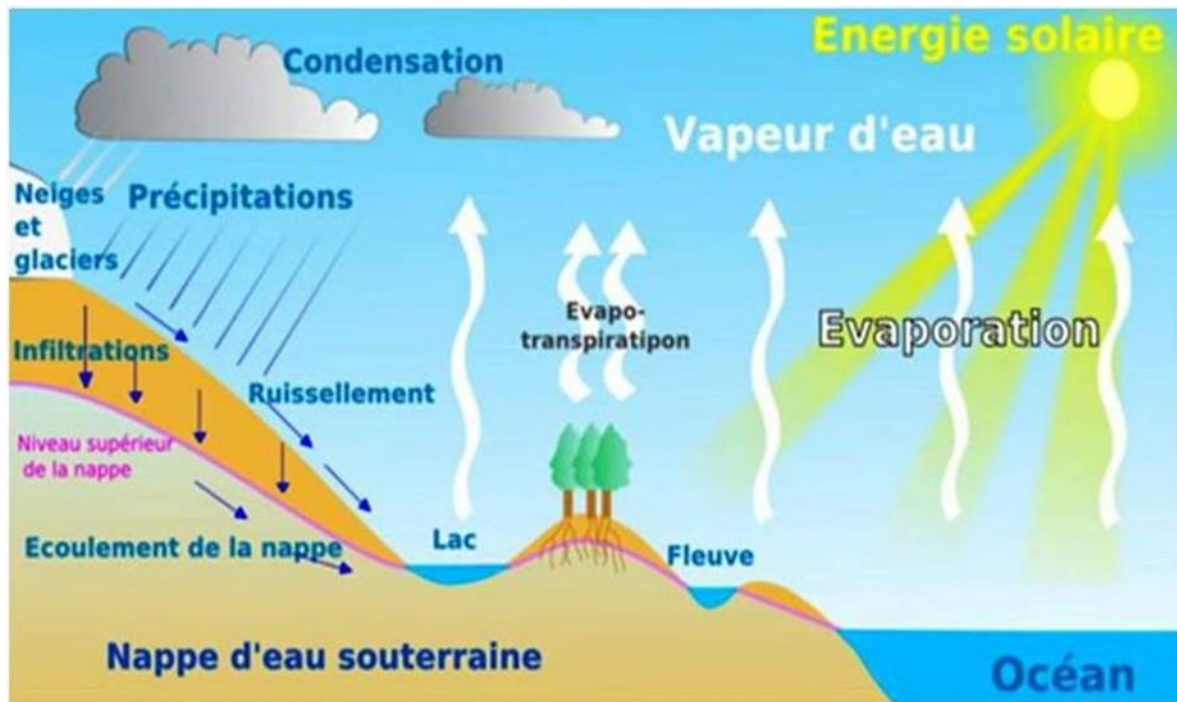
- La quantité d'eau disponible annuellement est un élément fondamental pour la survie de nombreuses espèces.

Elle constitue un facteur déterminant de la croissance des organismes photosynthétiques (producteurs primaires) et donc de la chaîne alimentaire (consommateurs).

- L'eau est le support essentiel sans lequel tous les cycles biogéochimiques ne pourraient exister.

-L'eau (liquide ou solide) constitue l'agent essentiel à l'altération et à la désagrégation des roches de la croûte terrestre et au recyclage de petits éléments. Plus le processus est lent, plus les eaux ont le temps d'interagir chimiquement avec le milieu. Plus le processus est rapide, plus les phénomènes d'érosion seront marqués.

Tout changement climatique risque de se répercuter sur le cycle de l'eau. La conséquence directe serait dans un premier temps une perturbation des patrons globaux de la végétation puis viendrait celle des écosystèmes et en bout de ligne celle des grands cycles biogéochimiques.



Cycle de l'eau

### 3-Cycle du carbone

#### 3.1. Etats du carbone

- **Carbone organique** produit par les organismes vivants et généralement lié à d'autres carbones ou à d'autres éléments (H, N, P) dans les molécules organiques. Il est aussi retrouvé dans les roches carbonées et les hydrocarbures.
- **Carbone inorganique** : carbone associé à des composés inorganiques c'est-à-dire à des composés qui ne sont pas et qui n'ont pas été du vivant (gazeux :  $\text{CO}_2$  atmosphérique, méthane et chlorofluorocarbones ; dissout :  $\text{HCO}_3$  ; solide :  $\text{CaCO}_3$  et autres carbonates ; cristallisé dans le graphite ou le diamant).

#### 3.2. Réservoirs

La pellicule superficielle de la planète contient relativement peu de carbone. Par ordre décroissant : roches sédimentaires, océans et plus précisément océans profonds (supérieure à 100m), atmosphère, biosphère.

### 3.3. Temps de résidence

Atmosphère : 4 ans

Hydrosphère → superficielle (0 à 100m) : 385ans

→ profonde (supérieure à 100m) : 100 milliers d'années ( $100 \times 10^3$  ans)

Lithosphère : 200 millions d'années ( $200 \times 10^6$  ans)

Biosphère : 11 ans

### 3.4. Cycle proprement dit

Les processus physiques, chimiques et biologiques agissent ensemble et sont intimement liés les uns aux autres. Ils seront dissociés artificiellement pour une meilleure compréhension.

#### 3.4.1. Cycle du carbone organique

##### \*Cycle court

- **Durée** : inférieure au siècle avec comme réservoirs les roches sédimentaires, les sols et sédiments marins, l'atmosphère et les biotes.
- **Processus de base** : ce cycle est basé sur la complémentarité de 2 processus biochimiques.
  - La photosynthèse : les producteurs, par la photosynthèse, convertissent le dioxyde de carbone en molécules organiques (le  $\text{CO}_2$  est converti par exemple en glucose,  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ). Ces producteurs (plantes, algues et bactéries photosynthétiques) se font manger par les consommateurs.
  - La respiration cellulaire : Les consommateurs convertissent les macromolécules de carbone (glucose par exemple) en énergie tout en relâchant du  $\text{CO}_2$  à l'atmosphère.
- **Processus accessoire** : la fermentation est la décomposition de la matière organique en milieu anoxygénique (sols et sédiments marins).

Le méthane est un gaz à effet de serre 20 fois plus puissant que le  $\text{CO}_2$  mais dont le temps de résidence n'est que de 10 ans. Il peut être oxydé en  $\text{CO}_2$ . Dans les fonds océaniques, le méthane est stocké (réserves de gaz naturel) ou utilisé en grande quantité par certaines bactéries.

##### \*Cycle long

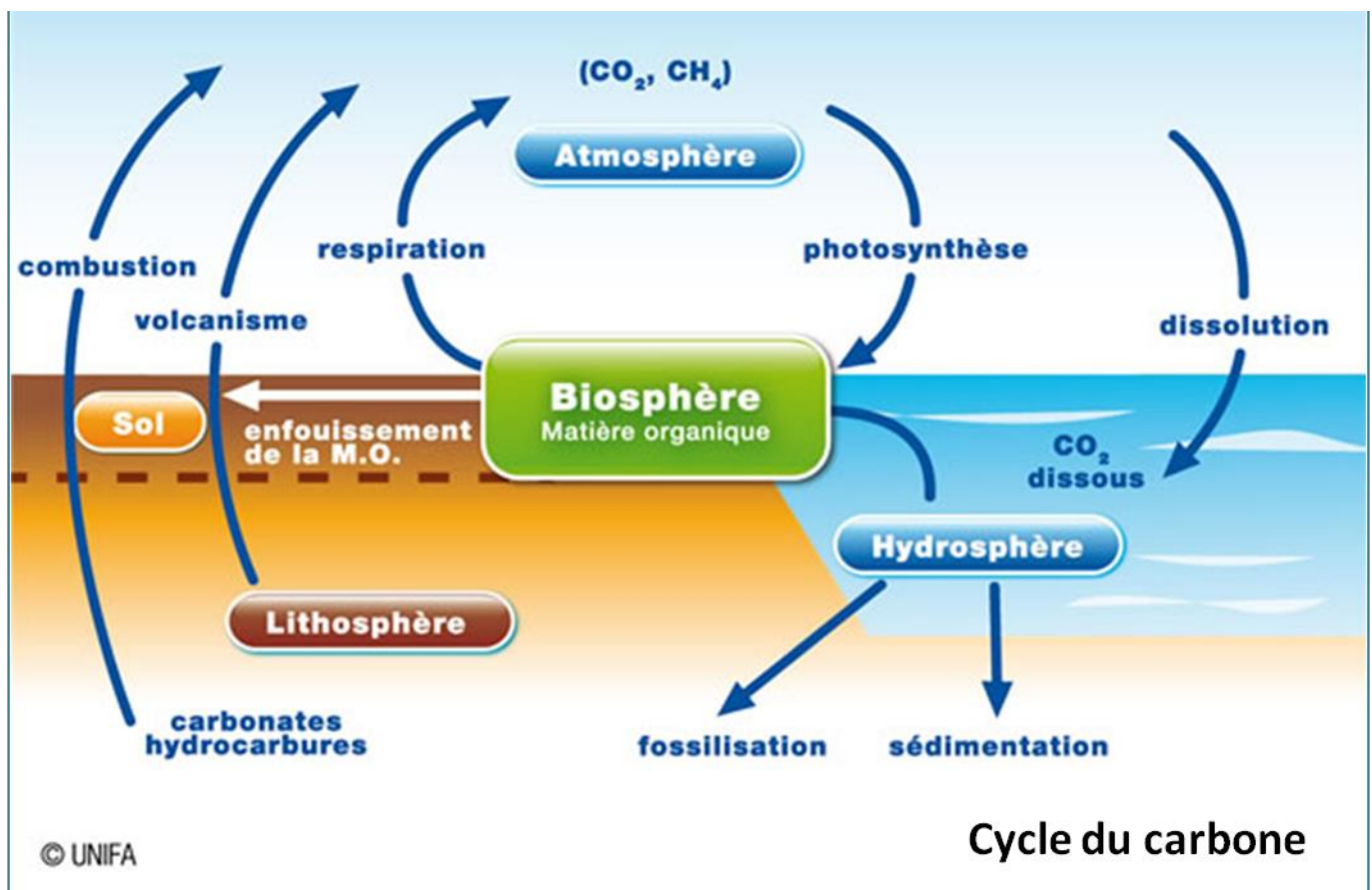
- **Durée** : milliers à millions d'années
- **Processus** : lent et essentiellement de nature géologique alors que les réservoirs sont énormes.
  - Enfouissement des matières organiques dans les sédiments.
  - Transformation en combustibles fossiles
  - Altération (= oxygénation) subséquente par : a) exposition progressive à l'air ou aux eaux souterraines oxygénées des roches sédimentaires, ou de leur contenu, amenées à la surface par la tectonique des plaques ; b) extraction et combustion abusives des pétroles, gaz et charbon qui transforment ainsi une partie de ce cycle long en cycle plus ou moins court ( → augmentation du  $\text{CO}_2$  atmosphérique).

### 3.4.2. Cycle du carbone inorganique

- **Réservoirs** : roches sédimentaires carbonatées, océans, sédiments, atmosphère.
- **Processus** :
  - Echange entre le  $\text{CO}_2$  atmosphérique et le  $\text{CO}_2$  dissout à la surface des océans en équilibre
  - Altération chimique des roches continentales puis transport vers les océans par les eaux de ruissellement
  - Conversion du  $\text{CO}_2$  dissout dans les eaux de pluies ou des sols en  $\text{HCO}_3^-$
  - Les organismes vivants combinent le  $\text{HCO}_3^-$  au  $\text{Ca}^{++}$  pour former squelettes et coquilles ( $\text{CaCO}_3$ )
  - Devenir du ( $\text{CaCO}_3$ ) : dissolution ou précipitation sur les planchers océaniques avec dans ce cas éventuel enfouissement pour former des roches sédimentaires.
  - le retour du carbone est assuré vers la surface par les mouvements tectoniques et vers l'atmosphère par les dégazages volcaniques (sous-forme de  $\text{CO}_2$ ).

### 3.5. Equilibre/ déséquilibre du cycle du carbone

La surproduction de  $\text{CO}_2$  atmosphérique par surexploitation de combustibles fossiles et par déboisement des forêts n'est pas compensée par l'absorption du  $\text{CO}_2$  par les photo-autotrophes et par le transfert dans les océans par dissolution → augmentation du  $\text{CO}_2$  atmosphérique → augmentation de l'effet de serre avec toutes ses conséquences.



## 4-Cycle de l'oxygène

L'oxygène est pour sa grande majorité un sous produit de la photosynthèse des biotes terrestres et aquatiques. De ce fait, son cycle reste intimement lié à celui du  $\text{CO}_2$  et plus précisément au cycle court du carbone organique.

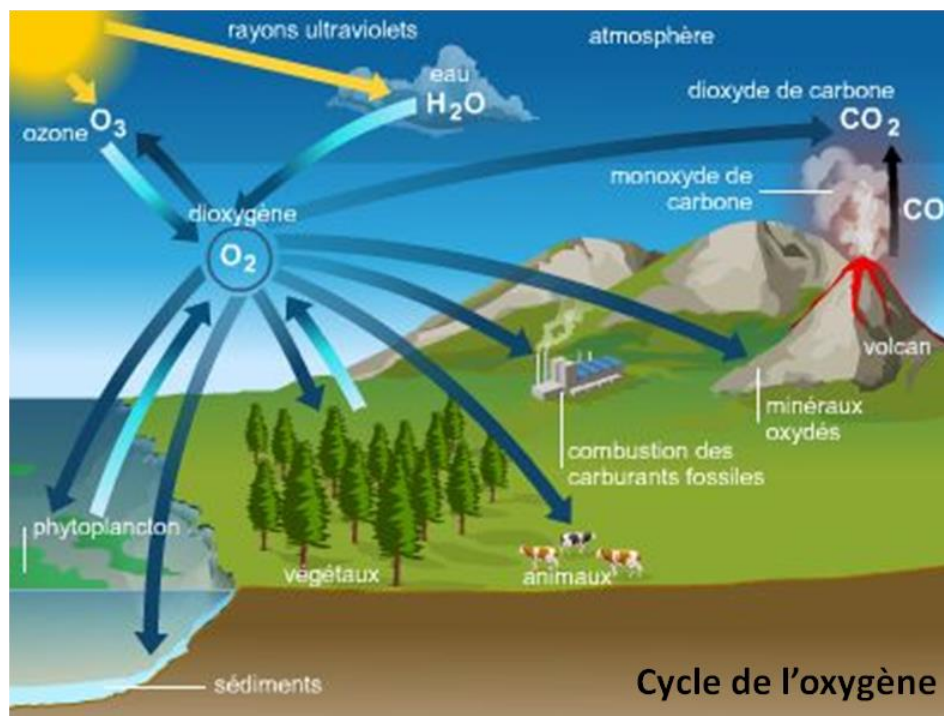
**L'océan** est le principal régulateur de l'oxygène atmosphérique. En effet, l' $\text{O}_2$  produit par photosynthèse est récupéré pour la respiration du zooplancton et des organismes aquatiques. Seule une petite partie de la matière organique produite par la photosynthèse est oxydée (= utilisée= brûlée). La plus grande partie est séquestrée dans les sédiments où elle est largement préservée de l'oxydation. Elle peut refaire surface beaucoup plus tard (échelle géologique) : tectonique des plaques et exploitation de combustibles fossiles.

→ C'est donc le taux d'enfouissement du carbone organique ainsi que le taux d'oxydation des matériaux terrestres qui vont contrôler le taux d'émission et la teneur en  $\text{O}_2$  de l'atmosphère.

**Les continents** interviennent via la photosynthèse de la biomasse végétale. L' $\text{O}_2$  atmosphérique augmente au cours des périodes de grande activité photosynthétique ; profil observé entre la fin du Dévonien et le Permien (- 360 à - 260 Ma) avec l'avènement des plantes vasculaires et la colonisation des surfaces continentales.

Le phénomène est accéléré si la matière organique produite par la photosynthèse, subit un enfouissement.

*Matière organique non oxydée → augmentation de l' $\text{O}_2$  non consommé par la respiration.*



## 5-Cycle de l'azote

L'azote est requis pour la synthèse des protéines et des acides nucléiques.

### 5.1. Distribution

- atmosphère, sols (continents), océans et tous les organismes vivants

## 5.2. Formes

- **Azote moléculaire** ( $N_2$ ) : en grande disponibilité dans l'atmosphère (environ 78%) mais de faible réactivité. Peu d'organismes ont la capacité de l'utiliser directement comme source d'azote.
- **Azote minéral** : faible fraction de l'azote total représenté par l'ammoniac ( $NH_3$ ), les nitrates ( $NO_3^-$ ) et les nitrites ( $NO_2^-$ ).
- **Azote organique** : retrouvé sous-forme de biomolécules chez les organismes vivants, leurs excréta ou leurs cadavres. Il représente la plus grande partie de l'azote total de la biosphère.

## 5.3. Cycle proprement dit

Trois processus fondamentaux sont impliqués :

- Fixation de l'azote atmosphérique
- Nitrification
- Dénitrification

### 5.3.1. Fixation de l'azote atmosphérique

Cette étape correspond à la conversion de l'azote atmosphérique ( $N_2$ ) en azote utilisable pour le métabolisme des organismes vivants. Les plantes ne peuvent assimiler l'azote atmosphérique ( $N_2$ ). Seuls certains organismes en sont capables.

- Certaines bactéries (*Clostridium*, *Azotobacter*, ..) utilisent l'énergie de leur respiration pour incorporer directement l'azote dans les biomolécules. Mortes, elles enrichissent le sol en azote organique. Certaines cyanobactéries le font aussi dans les écosystèmes aquatiques.
- Certaines bactéries (*Rhizobium*) vivent en symbiose avec des légumineuses dans des nodules fixés aux racines. Elles assimilent de grandes quantités d'azote atmosphérique ( $N_2$ ) qu'elles transforment en azote organique pour nourrir la plante hôte. Lors du dépérissement de ces nodosités, l'azote organique diffuse dans le sol.

### 5.3.2. Nitrification

Dans les sols et l'eau bien oxygénés, les bactéries nitrifiantes transforment les produits de fixation de l'azote atmosphérique  $N_2$  ( $NH_4^+$  et  $NH_3$ ) en nitrites ( $NO_2^-$ ) et Nitrates ( $NO_3^-$ ).

Les nitrites, forme toxique, sont généralement transformés en nitrates, forme non toxique et assimilable par les végétaux. Les animaux obtiennent l'azote sous-forme organique à partir des plantes ou d'autres animaux.

### 5.3.3. Dénitrification

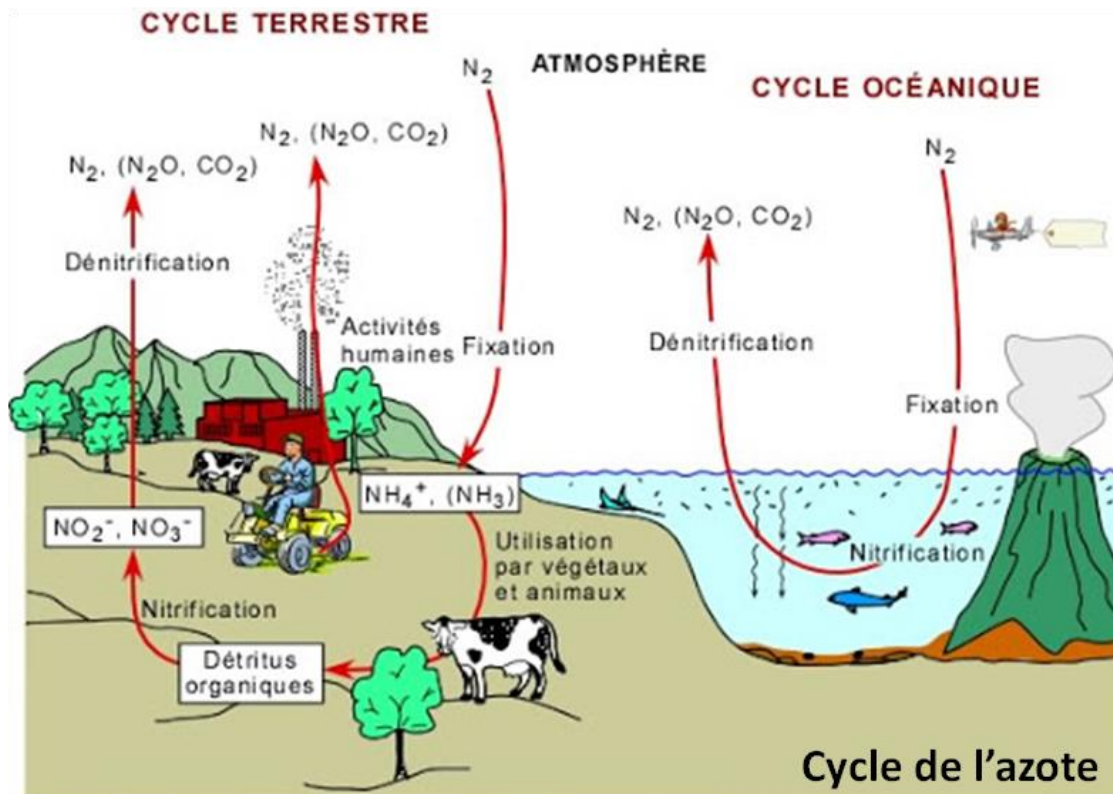
Ce processus permet, à partir des nitrates, d'assurer le retour de l'azote à l'atmosphère sous-forme moléculaire ( $N_2$ ). Il s'agit en fait d'une respiration particulière de certaines bactéries (aérobies facultatives ou anaérobies) vivant en milieu mal oxygéné. Les bactéries dénitrifiantes utilisent les nitrates comme accepteur d'hydrogène à la place de l'oxygène.



Les produits secondaires de cette respiration nitrates sont le  $\text{CO}_2$  mais aussi l'oxyde d'azote, gaz à effet de serre (200 fois plus puissant que le  $\text{CO}_2$ ) et qui contribue aussi à la destruction de la couche d'ozone dans la stratosphère.

Les processus secondaires impliquent :

- L'**ammonification** : processus de décomposition de composés azotés à partir des déchets organiques et organismes morts ce qui retourne l'ammoniac au sol.
- Les vapeurs ammoniacales, nitreuses et nitriques rejetées dans l'atmosphère par les usines et la combustion de certaines substances (ex : nylon) retournent au sol via les précipitations. On parle de pluies acides quand la pollution est importante.



## 6-Cycle du phosphore

Le phosphore (P) est important pour la vie puisqu'il est essentiel à la fabrication des acides nucléiques et du squelette des organismes.

### 6.1. Distribution et formes

- Sols, océans, atmosphère (négligeable)

Le cycle du phosphore est unique parmi les cycles biogéochimiques majeurs : il ne possède pas de composante gazeuse (négligeable) et n'affecte donc pratiquement pas l'atmosphère.

Dans la terre primitive, tout le phosphore se trouvait dans les roches ignées. C'est par l'altération superficielle de ces dernières sur les continents que le phosphore a été progressivement transféré vers les

océans. On a calculé qu'il a fallu plus de 3 milliards d'années pour saturer les océans par rapport au minéral apatite  $[\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}]$ , un phosphate.

En milieu terrestre, le phosphore est, le plus souvent sous-forme de phosphate c'est-à-dire un atome de phosphore entouré de quatre atomes d'oxygène ( $\text{PO}_4$ ).

Il se distingue aussi des autres cycles par le fait que le transfert de phosphore (P) d'un réservoir à un autre n'est pas contrôlé exclusivement par des réactions microbiennes, comme c'est le cas par exemple pour l'azote car les bactéries « phosphorisantes » sont rares.

## 6.2. Cycle proprement dit

En milieu terrestre, le phosphore est dérivé de l'altération des phosphates de calcium des roches de la surface de la lithosphère, de type volcanique comme l'apatite. Bien que les sols contiennent un grand volume de phosphore, une petite partie seulement est accessible aux organismes vivants.

Les producteurs puisent le  $\text{PO}_4$  du sol ou de l'eau et l'incorporent dans les molécules comme les lipides et les acides nucléiques.

Les consommateurs du premier ordre fixent le  $\text{PO}_4^{3-}$  dans les os, les dents et les carapaces (P transféré aux animaux par leur alimentation).

Une partie est retournée aux sols à partir des excréments des animaux et de la matière organique morte. Lors de leur décomposition, les bactéries et champignons (décomposeurs) libèrent le P sous-forme organique. Des bactéries phosphatisantes transforment le P organique en  $\text{PO}_4^{3-}$ .

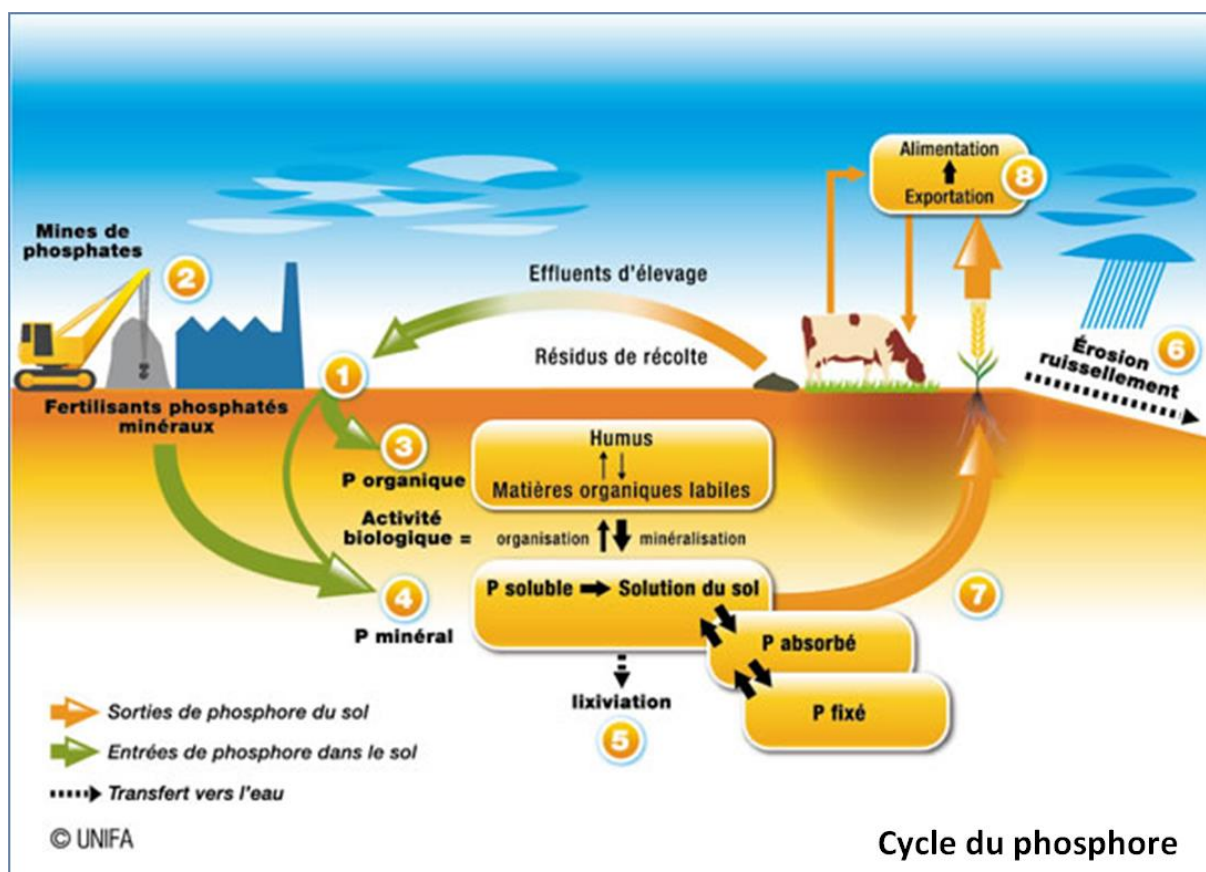
Une autre partie est transportée vers les océans où une fraction est utilisée par les organismes benthiques et ceux du plancton pour sécréter leur squelette; l'autre fraction se dépose au fond de l'océan sous-forme d'organismes morts ou de particules et est intégrée aux sédiments. Ces derniers sont transformés progressivement en roches sédimentaires par l'enfouissement; beaucoup plus tard, les roches sont ramenées à la surface par les mouvements tectoniques et le cycle recommence.

Le phosphore est un élément limitant dans plusieurs écosystèmes terrestres, du fait qu'il n'y a pas de grand réservoir atmosphérique et que sa disponibilité est directement liée à l'altération superficielle des roches. Il n'est pas clair si cette limitation est applicable à l'océan, mais la plupart des chercheurs considèrent qu'elle le serait sur une longue échelle de temps.

L'activité humaine intervient dans le cycle du phosphore en exploitant :

- des mines de phosphate, en grande partie pour la fabrication des fertilisants. Ajoutés aux sols en excès, les phosphates sont drainés vers les systèmes aquatiques. Puisque le phosphore est souvent un nutriment limitatif dans les rivières, les lacs et les eaux marines côtières, une addition de phosphore dans ces systèmes peut agir comme fertilisant et générer des problèmes d'eutrophisation (forte productivité biologique résultant d'un excès de nutriments).
- $\text{PO}_4$  du guano (excréments d'oiseaux marins qui est riche en P). Le  $\text{PO}_4$  est ajouté aux engrais, aux suppléments de nourriture pour animaux, aux pesticides, aux médicaments et aux détergents.





## D-Equilibre écologique et environnement

Dès leur apparition il y a 3.8 milliards d'années, les êtres vivants ont transformé leur milieu à travers des échanges de matière et d'énergie. Ils ont progressivement colonisé des milieux très divers à la surface de la terre. Les actions humaines des derniers siècles ont réduit notablement la surface forestière (déforestation) et ont augmenté les agro-écosystèmes (pratique de l'agriculture). Ces dernières décennies, une augmentation de la surface occupée par des écosystèmes extrêmes est observée (désertification).

D'une façon générale, une crise écologique est ce qui se produit lorsque l'environnement de vie d'une espèce ou d'une population évolue de façon défavorable à sa survie. Il peut s'agir :

- d'un environnement dont la qualité se dégrade par rapport aux besoins de l'espèce, suite à une évolution des facteurs écologiques abiotiques; exemple : augmentation de la température et/ou de pluies moins importantes.
- d'un environnement qui devient défavorable à la survie de l'espèce (ou d'une population) suite à une augmentation du nombre de ses prédateurs; exemple: pêche intensive.
- d'une situation qui devient défavorable à la qualité de vie de l'espèce (ou de la population) suite à une trop forte augmentation du nombre d'individus (surpopulation).

Les activités humaines et la technologie ont donc affecté la structure trophique, le flux de l'énergie et les cycles biogéochimiques de plusieurs écosystèmes.

Ces aspects seront abordés à travers les thèmes suivants :

- Ecosystèmes terrestres et aquatiques
- Réchauffement climatique : causes et conséquences sur les écosystèmes (biotope et biocénose)
- Pollution atmosphérique, aquatique (eutrophisation), lumineuse et sonore
- Pesticides
- Energies renouvelables
- Gaz de schiste
- Ozone
- Décharges publiques et environnement

## Bibliographie

1/ Cain M.L. et Coll., 2006 : **Découvrir la biologie.**

Ed. De Boeck, France. 728 pages. ISBN : 2-915236-24-0

2/ Dajoz R., 1982 : **Précis d'écologie.**

Ed. Bordas, France. 502 pages. ISBN : 2-04-011460-2

3/ Lamy M., 1999 : **La biosphère, la biodiversité et l'homme.**

Ed. Ellipses, France. 191 pages. ISBN : 2-7298-5943-8

4/ Lafon C., 2003 : **La biologie autrement.**

Ed. Ellipses, France. 462 pages. ISBN : 2-7298-4889-4

5/ Mackenzie A. et coll., 2000 : **L'essentiel en écologie.**

Ed. Berti, France. 368 pages. ISBN : 2-911808-13-4

6/ Purves W.K. et coll., 1994 : **Le monde vivant.**

Ed. Flammarion, France. 1224 pages. ISBN.