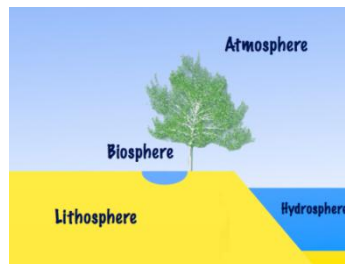


TD N°1 : La biosphère et les méthodes d'étude du facteur "Eau"

La Biosphère et ses constituants (Sphère du vivant, Vladimir Vernadski en 1925) : "Système complexe associant, à la surface de notre planète, des milieus aux caractéristiques physico-chimiques uniques (océan, atmosphère et couches supérieures de la lithosphère) et les êtres vivants qui les composent".

La biosphère se compose de trois compartiments : (i) l'hydrosphère, qui réunit l'océan mondial, les eaux continentales (lacs, rivières, eaux de ruissellement...) et les calottes polaires (ii) la pédosphère (fine couche la plus superficielle de la lithosphère), qui correspond aux sols, à laquelle il faudrait associer les sédiments marins et (iii) l'atmosphère, dont les basses couches représentent l'enveloppe externe et gazeuse de la biosphère.



1. L'eau en tant que facteur écologique

L'eau constitue à la fois un élément indispensable au développement des êtres vivants et un milieu de vie pour les organismes aquatiques.

L'eau est un facteur abiotique (milieu inerte) qui agit par sa quantité (superficies, profondeur écoulement, ...) et sa qualité (caractéristiques physico-chimiques et biologique) et sa répartition (hydrographie) dans l'écosystème.

2. Les différentes formes de l'eau

L'eau se trouve sous 3 états : liquide (le plus courant sur la Terre), solide (glaciers des pôles : l'essentiel de la quantité d'eau douce présente sur terre), gazeux (vapeur d'eau : palpable et invisible).

On distingue l'eau salée (non potable) et l'eau douce (potable). L'eau salée est présente dans les océans et les mers. L'eau douce est présente dans les lacs et les cours d'eau. L'eau saumâtre est une forme intermédiaire entre l'eau douce et salée.

3. Les différents types de l'eau (Typologie des milieux aquatiques)

On distingue les eaux de surface (mers, lacs, chotts, cours d'eau), eaux profondes (puits, nappes) et eaux interstitielles (emprisonnées entre les roches).

On divise les eaux de surface en deux types d'écosystèmes :

- ✓ Les écosystèmes lotiques : écoulement apparent de l'eau, permanent ou temporaire, naturels ou artificiels : ruisseaux, torrents, rivières et fleuves
- ✓ Les écosystèmes lenticques (ou limniques) : présentent des eaux stagnantes piégées dans des dépressions du sol. Ensemble des eaux douces à circulation lentes ou nuls (étangs, lacs, mares, fossés, rizières,...).

4. Les principales disciplines qui s'intéressent à l'étude de l'eau

- ✓ **Hydrologie** : science qui traite des eaux que l'on trouve à la surface de la Terre, ainsi qu'au-dessus et au-dessous (formation, circulation, distribution dans le temps et dans l'espace, propriétés physiques et chimiques, biologiques) et de leur interaction avec leur environnement, y compris avec les êtres vivants.
- ✓ **Hydrobiologie** : Etudie l'écosystème "milieu aquatique". Elle s'intéresse donc aux organismes vivants dans l'eau et à leurs interactions avec leur milieu de vie (eaux douces et salées).

- ✓ **Limnologie** : terme grec ‘limne’ (lac), ‘logos’ (étude), science des eaux superficielles continentales ou intérieures stagnantes (étangs, lacs, réservoirs à ciel ouvert). La limnologie fait intervenir, au même titre que l'hydrologie, des études physicochimiques et biologiques.
- ✓ **Biologie marine** : étudie les organismes, des plus petits comme le plancton, jusqu'aux plus grands comme les cétacés et tous les habitats en rapport avec la mer.

5. Les principales méthodes d'étude de l'eau

Une multitude de paramètres physicochimiques, biologiques et indices biologiques de l'eau peuvent être mesurés pour nous renseigner sur la qualité de l'eau et des écosystèmes aquatiques.

a. Méthode d'analyses physico-chimiques :

Plusieurs paramètres peuvent être mesurés soit sur terrain (*in situ*), soit au laboratoire (*ex situ*). Des appareils différents sont dédiés à mesurer individuellement chaque paramètre. Des appareils appelés ‘kits multiparamétriques’ permettent de faire plusieurs mesures à la fois.

- ✓ Température (°C) : Thermomètre (Thermomètre digital)
- ✓ pH (potentiel Hydrogène) : / pH mètre,
- ✓ Conductivité électrique ($\mu\text{S}/\text{cm}$) : Conductimètre
- ✓ Turbidité (NTU : Nephrometric Turbidity Unit) : Turbidimètre
- ✓ Oxygène dissout (O_2 : mg/l) : Oxygène mètre
- ✓ Salinité (NaCl : S‰) : Conductimètre
- ✓ Phosphore total (non filtré / filtré) (mg/l) : Spectrophotomètre
- ✓ Orthophosphates (P : mg/l) : Spectrophotomètre
- ✓ Nitrates (NO_3^- : mg/l) : Spectrophotomètre
- ✓ Nitrites (NO_2^- : mg/l) : Spectrophotomètre
- ✓ Ammonium (NH_4^+ : mg/l) : Spectrophotomètre
- ✓ Chlorures (Cl : mg/l) : Eprouvette, Pipette graduée, Agitateur, Barreau magnétique
- ✓ Azote total (N : mg/l) : Spectrophotomètre
- ✓ Carbone organique total (COT) (mg/l) : COT-mètre
- ✓ Demande biochimique en oxygène (DBO) (mg/l) : Appareil respirométrique (DBO mètre)
- ✓ Demande chimique en oxygène (DCO) (mg/l) : DCO mètre



Kits multiparamétriques avec sondes

Spectrophotomètre

b. Analyses bactériologiques (μm , observations sur microscope électronique)

L'analyse bactériologique de l'eau permet d'identifier le taux de contamination par les bactéries et qui la rende impropre à la consommation ou indique son état de pollution. Les analyses bactériologiques de l'eau portent sur les Coliformes totaux, les Coliformes (C), les coliformes fécaux (*E. coli*), les streptocoques fécaux (S.F) et les Bactéries hétérotrophes aérobies et anaérobies (B.H.A.A).



Microscope électronique



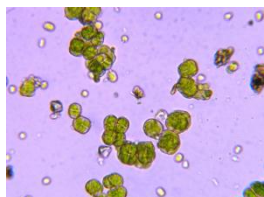
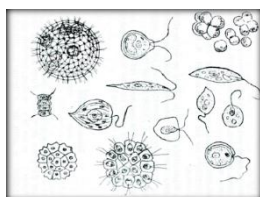
Antibiogramme

c. Analyses phytoplanctoniques et zooplanctoniques (Observations microscopiques)

L'analyse des phytoplanctons consiste à réaliser un échantillon représentatif d'une colonne d'eau et à le fixer pour une investigation microscopique ultérieure. Les communautés phytoplanctoniques sont constituées d'assemblages d'espèces présentant plusieurs caractéristiques (morphologiques et physiologiques).

La connaissance taxonomique permet d'établir de véritables outils de diagnostic et d'évaluation de la pollution des eaux (Chlorophytes, Cyanophycées, Euglenophytes...).

Le zooplancton est généralement composé de microcrustacés (copépodes, daphnies), de larves d'insectes (moustiques...), de protozoaires (organismes unicellulaires). Ils ont une forte influence sur la biodiversité des milieux dulcicoles et ce sont de bons bioindicateurs de pollution.



Phytoplancton

Zooplancton

d. Les indices biologiques montrant l'état des eaux

Plusieurs indices ont été établis pour statuer sur la qualité des eaux et l'état de santé des écosystèmes aquatiques. Les indices les plus actualisés sont appelés les indices multiparamétriques, prenant en considération une multitude de facteurs tant abiotiques (qualité et quantité de l'eau), que biotiques (composition, taxonomique, densités, traits de vie). Ils permettent de définir, par régions géographiques, des normes de classification des eaux et des systèmes aquatiques (hydrosystèmes).

- ✓ L'Indice Oligochètes de Bio-indication des Sédiments fins (IOBS)
- ✓ L'Indice Biologique Diatomée (IBD)
- ✓ L'Indice Biologique Macrophytique en Rivière ou IMBR II
- ✓ L'Indice Poisson Rivière
- ✓ L'indice biologique global normalisé (IBGN) : Il est fondé sur l'analyse des peuplements des macro-invertébrés benthiques (bio-indicateurs) inféodés au substrat. C'est un indice dépendant de la sensibilité et de la diversité des espèces présentes dans les cours d'eau. Cet indice permet d'apprécier la qualité biologique de l'eau courante d'un site, de suivre au cours du temps sur ce même site l'évolution de cette qualité et d'observer d'éventuelles perturbations. Selon sa qualité, les normes internationales qualifient ces eaux de : très bonne, bonne, moyenne, médiocre ou mauvaise.