

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

Université Frères Mentouri Constantine 1

Département Biologie & Écologie Végétale

Niveau Licence 3 Écologie & Environnement

# Les écosystèmes aquatiques continentaux Terrestres

**Dr-HDR-TOUATI Laid**

Année universitaire : 2020/2021.

## *Chapitre 1. Rappels et Généralités*

### **1.1. Introduction et Définitions:**

L'**hydrobiologie** détermine une science qui étudie la vie (la biologie) des organismes aquatiques et de leurs relations avec le milieu qui leur est propre.

- Dans cette science liée à la **limnologie**, **On peut distinguer deux types de systèmes en terme écologique:**
  - un système lotique (les eaux vives: rivière, fleuve, etc.) et
  - un système lentique (les eaux calmes: étang, lac, marre, etc.).
- L'**hydrobiologie** est la science de la vie et des processus vitaux de l'eau. Une grande partie de l'hydrobiologie moderne peut être considérée comme une sous-discipline de l'écologie, mais le domaine de l'hydrobiologie comprend la taxonomie, la biologie économique, la biologie industrielle, la morphologie, la physiologie, etc. Tous se rapportent aux organismes aquatiques.
- L'**hydrobiologie** est la science de la vie et des processus vitaux de l'eau. Une grande partie de l'hydrobiologie moderne peut être considérée comme une sous-discipline de l'écologie, mais le domaine de l'hydrobiologie comprend la taxonomie, la biologie économique, la biologie industrielle, la morphologie, la physiologie, etc. Tous se rapportent aux organismes aquatiques.
- L'un des domaines importants de la recherche actuelle est l'eutrophisation. Une attention particulière est accordée aux interactions biotiques dans le plancton y compris la boucle microbienne, le mécanisme d'influence de l'efflorescence algale, la charge en phosphore et le brassage des lacs.
- Autre sujet de recherche est l'acidification des lacs de montagne. Des études à long terme sont effectuées sur les changements dans la

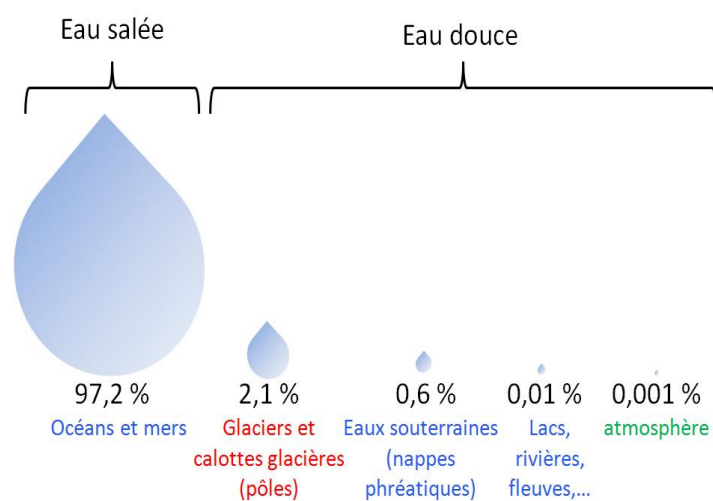
composition ionique de l'eau des rivières, des lacs et des réservoirs d'eau dans le cadre des pluies acides et de la fertilisation.

- L'un des objectifs de la recherche actuelle est l'élucidation des fonctions environnementales de base de l'écosystème dans les réservoirs d'eau, qui sont importants pour la qualité de l'eau et la gestion d'approvisionnement en eau.
- Une grande partie des premiers travaux des hydrobiologistes était concentrée sur les processus biologiques utilisés dans le traitement des eaux usées et la purification de l'eau, en particulier les filtres lents à sable.

## 2.2. Cycle de l'eau et répartition de l'eau dans la biosphère

L'eau est un élément indispensable à la vie. Tous les êtres humains doivent en consommer au moins 2,5L par jour répartis entre 1,5L d'eau à boire et 1L qui est contenu dans les aliments.

Notre planète regorge d'eau... salée pour 97%. L'eau douce y est très rare, seulement une infime partie est disponible pour l'homme car le peu qu'il y a sur notre planète est sous forme solide dans des glaciers (**Figure 1**).



**Figure 1.** Répartition de l'eau sur Terre.

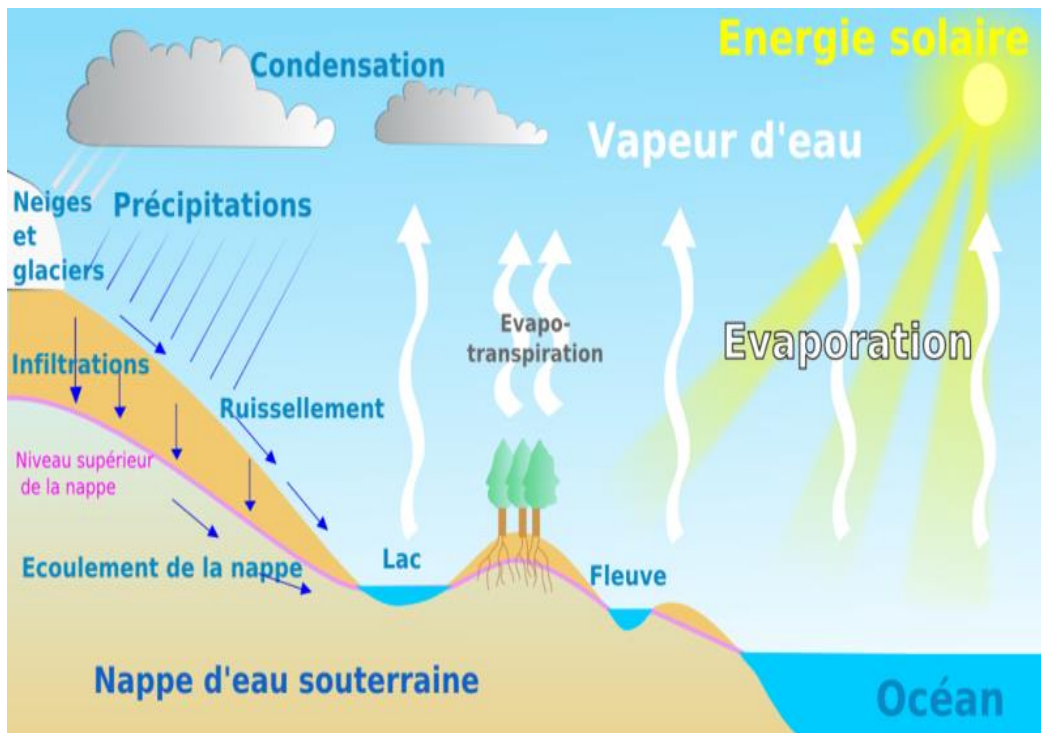
Lorsque l'on observe les chiffres concernant la répartition en volume (et en pourcentage) des différentes sources d'eau salée et d'eau douce présentes sur Terre, il est possible de noter que l'eau douce ne représente en réalité que 2,53% du volume total. À savoir que ce petit pourcentage est partagé entre les glaciers de l'Antarctique et du Groenland, le pergélisol, les glaciers souterrains, ainsi que les nappes phréatiques, les lacs d'eau douce de surface et les rivières (**Tableau 1**).

**Tableau 1.** Réserves en ressources en eau.

	Volume (10 <sup>3</sup> km <sup>3</sup> )	Pourcentage de l'eau totale (%)	Pourcentage de l'eau douce (%)
Eau totale	1,386 millions	100	-
Eau douce totale	35 000	2,53	100
Océans mondiaux	1,340 millions	96,5	-
Eau salée souterraine	13 000	1	-
Eau douce souterraine	10 500	0,76	30
Glaciers antarctiques	21 600	1,56	61,7
Glaciers du Groenland	2 340	0,17	6,7
Îles arctiques	84	0,006	0,24
Glaciers montagneux	40,6	0,003	0,12
Pergélisol et glace souterraine	300	0,022	0,86
Lacs salins	85,4	0,006	-
Lacs d'eau douce	91	0,007	0,26
Humidité du sol	16,5	0,0012	0,047
Tourbières	11,5	0,0008	0,03
Rivières (flux moyen)	2,12	0,0002	0,006
Dans la matière biologique	1,12	0,0001	0,0003
Dans l'atmosphère (en moyenne)	12,9	0,0001	0,04

- ✓ Leur élément moteur est l'énergie solaire. En fonction des caractéristiques géologiques du sous-sol, les eaux souterraines peuvent connaître de long temps de résidence, parfois de l'ordre du millénaire.
- ✓ Notre planète est ainsi appelée "la planète bleue" en référence à la grande quantité d'eau liquide présente à sa surface. Le cycle de l'eau est très important sur notre planète, il permet à l'eau de se "régénérer". Un cycle est une suite de phénomènes qui se répètent selon le même ordre (**Figure 2**). L'eau contenue dans les océans s'évapore (laissant le sel à la mer) puis

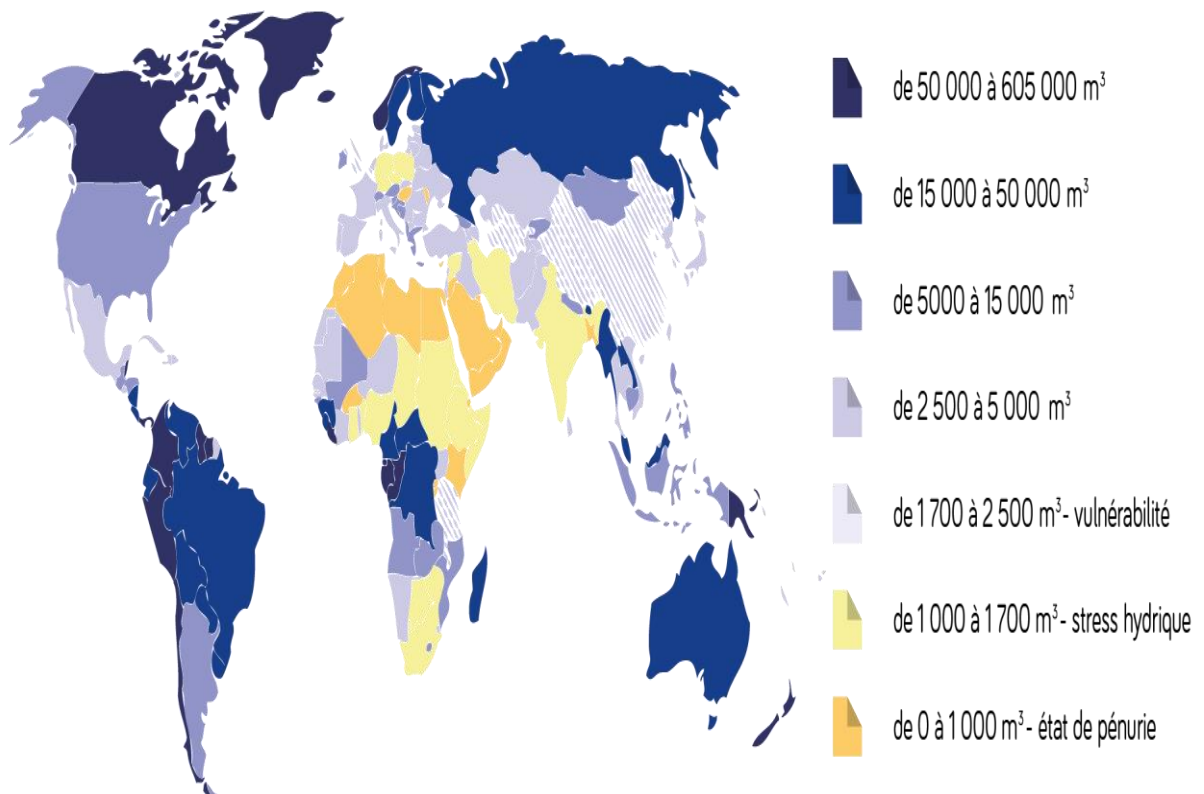
en s'élevant dans les airs cette vapeur d'eau se liquéfie (se condense) dans les nuages voire se solidifie si le nuage continue de monter dans l'atmosphère. Ensuite, il pleut où il neige, l'eau subit une fusion si elle était solide et va rejoindre les cours d'eau qui à leurs tours se jettent dans les océans. Une partie s'infiltrate pour rejoindre les nappes phréatiques.



**Figure 2.** Cycle de l'eau

- La presque totalité de l'eau sur terre est concentrée dans les océans et les mers : c'est de l'eau salée.
- Les déserts sont des zones arides privés d'eau (Sahara, Kalahari, Californie, Nevada, Australie, ...). Ils représentent 20 % des terres émergées.
- La disponibilité de l'eau par pays par personne et par année est représentée sur la **Figure 3**. On peut également y voir les régions les plus soumises à un stress hydrique. Les régions les plus à risque sont le nord et le sud de l'Afrique, l'Asie, notamment l'Inde et le Proche-Orient.

## RÉPARTITION DE L'EAU SUR TERRE



**Figure 3.** L'inégalité de la répartition de l'eau sur terre.

### **1.3. Classification sommaire des types de milieux aquatiques**

#### **1.3.1. Les écosystèmes aquatiques**

L'eau est une ressource indispensable aux activités humaines mais elle constitue également un lieu de vie privilégié.

- **Les différents écosystèmes aquatiques**

Le terme d'écosystème aquatique recouvre une grande diversité de milieux, tous caractérisés par l'omniprésence de l'eau (douce ou salée, vive ou lente) comme tous les écosystèmes, ce sont des ensembles environnementaux structurés dans lesquels se produisent des échanges de matière et d'énergie dus aux interactions entre les organismes vivants (biocénose) et leur habitat (biotope).

- Les écosystèmes aquatiques se répartissent en deux groupes majeurs en fonction de salinité:

- ✓ Les écosystèmes marins, l'ensemble des mers et océan du monde étant parfois considéré comme un super macro écosystème dénommé Océan mondial;

- ✓ Les écosystèmes d'eaux douces ou saumâtres continentales.

- **Ecosystèmes lentiques et lotiques**

- **Les écosystèmes aquatiques** en eau douce peuvent se classer en deux grandes catégories, **l'écosystème lentiques** (eaux stagnantes) et **les écosystèmes lotiques** (eaux courantes).
- Les écosystèmes lentiques se distinguent les uns des autres selon **leur taille** et **leur profondeur**, on trouve ainsi des étangs et des lacs. Malgré

leurs affluents et confluents ces systèmes restent relativement fermés à la différence des eaux courantes.

- **Les eaux souterraines** et **les nappes phréatiques** alimentées par infiltration de l'eau dans les sols ou du fait de la proximité d'un cours d'eau, connaissent, quant à elles, des conditions biotiques extrêmes (pauvreté en sels minéraux, absence de lumière...). Enfin **les zones humides** sont **des zones d'eaux stagnantes** particulièrement sensibles qui possèdent une faune et une flore riche et généralement thermique.

**Les écosystèmes lotiques** forment des milieux ouverts étroitement liés aux écosystèmes terrestres environnants, les caractéristiques principales des cours d'eau (largeur, quantité d'eau, courant) permettent de distinguer les ruisseaux, des rivières et des fleuves.

## **1.4. Notions d'hydrologie**

### **1.4.1. Cycle global de l'énergie (moteur du cycle de l'eau)**

Le travail de l'énergie se fait par la mise en mouvements des particules d'eau dans le cycle et fournit 2 sources d'énergie.

- ✓ Chaleur solaire: moteur de l'ascension de la vapeur d'eau
- ✓ La force de gravité

Toutes les deux assurent la conservation, la régularité et l'équilibre du cycle de l'eau.

- **Chaleur solaire :**

elle provoque l'ascension des particules d'eau dans les couches supérieures de l'atmosphère. La dépense de l'énergie =400.000 TW (1TW=1 milliard de



KWH). Elle représente 1/5 de l'irradiation solaire dans la haute atmosphère. Pour que les particules d'eau s'élèvent dans la haute atmosphère, il faut qu'elles vainquent la force de la gravité (énergie potentielle).

- **La force de gravité :**

Moteur des précipitations et de l'écoulement sous l'action de la force de gravité. Les particules d'eau tombent sous forme de pluie et de neige à la surface du sol. Une partie alimente les cours d'eau et l'autre partie pénètre dans le sol (alimentation des nappes aquifères).

- L'écoulement global de l'eau dépense une énergie que l'on peut mesurer dans les cours d'eau  $E=80$  TW (les usines ou centrales hydroélectriques ne récupèrent que 0,3% du total de cette énergie).

#### **1.4.2 Notions d'hydrologie:**

##### *Définitions:*

*Trois domaines d'espaces interdépendants peuvent être circonscrits. Ils identifient trois systèmes hydrologiques dans l'ordre de grandeur décroissante (Figure 4) :*

- Bassin hydrologique
- Bassin hydrogéologique
- Aquifère

- **Bassin hydrologique :**

Il est délimité par les lignes de crêtes topographiques délimitant le bassin versant d'un cours d'eau et de ces affluents. Il correspond donc à la surface des versants de ce bassin.

- **Le bassin versant:**

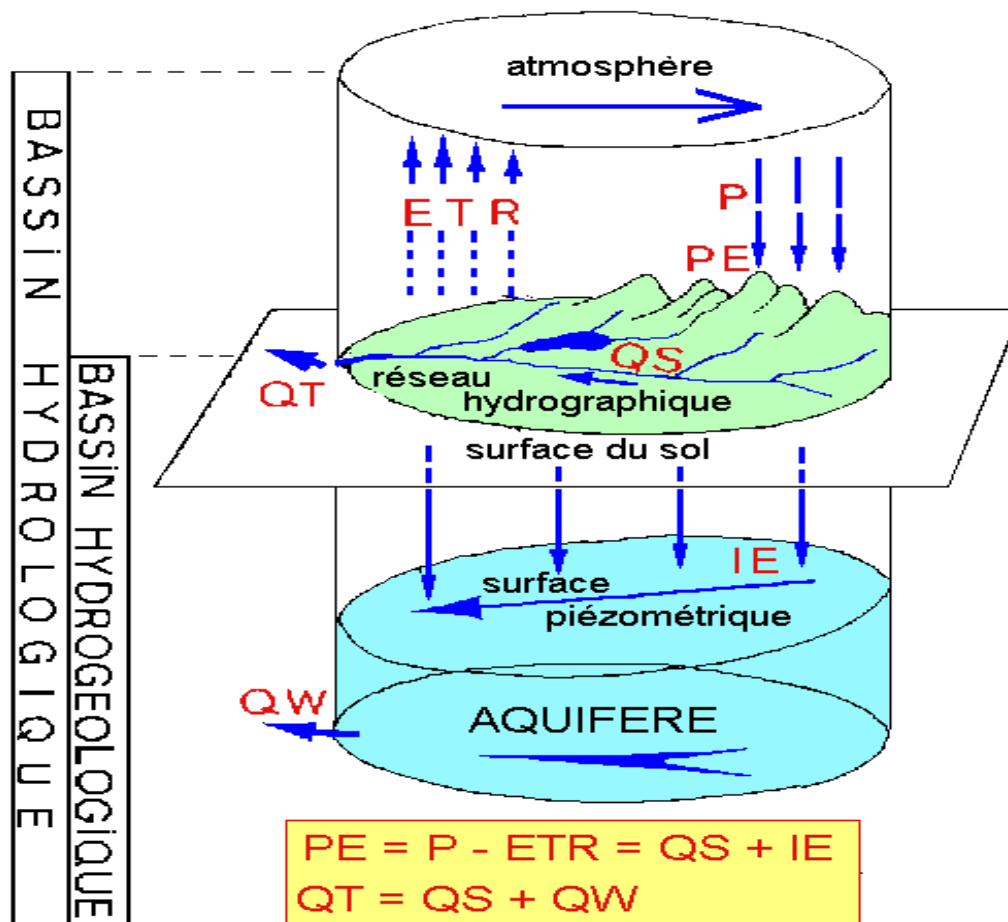
Est un territoire géographique bien définie qui correspond à l'ensemble de la surface de réserve des eaux qui circulent naturellement vers un même cours d'eau (aquasystème) ou nappe souterraine.

- **Le bassin hydrogéologique:**

C'est la fraction de l'espace d'un bassin hydrologique situé sur la surface du sol (domaine des eaux souterraines). En général, il correspond à un bassin sédimentaire. Ses limites inféodées par la structure hydrogéologique.

- **Les aquifères:**

Ce sont des roches réservoirs, elles sont identifiées par la géologie. Elles constituent l'unité d'étude des zones souterraines. Ce sont des formations géologiques contenant de façon temporaire ou permanente de l'eau immobilisable, constituées de roches perméables et capables de restituer naturellement et/ou par exploitation.



**Figure 4.** Bilan des systèmes hydrologiques

- ✓ P: précipitations
- ✓ ETR: Evapotranspiration réelle
- ✓ PE: Précipitations efficaces
- ✓ QT: Débit de l'écoulement total mesuré à la station de jaugeage de l'exutoire du bassin hydrologique
- ✓ QS: Débit de l'écoulement de surface
- ✓ I: Infiltration
- ✓ IE; Infiltration efficace
- ✓ QW: Débit de l'écoulement souterrain

## 1.6. Les principaux constituants des eaux naturelles:

- ✓ L'eau
- ✓ Les sels (électrolytes)
- ✓ Les gaz
- ✓ Les matières ou éléments organiques

### A. Les éléments minéraux:

Les éléments minéraux sont présents dans les eaux naturelles. Ils trouvent leur origine dans les échanges:

Eaux  sol (roche mère)

Eau  atmosphère

Ils résultent aussi du métabolisme des éléments constitutifs de la biomasse.

#### A.1. les gaz dissous:

$O_2$ ,  $CO_2$ ,  $N_2$



- ✓ L'air peut dissoudre les gaz de l'atmosphère à des taux variables.
- ✓ La température, la turbulence de l'eau influent sur le transfert à travers l'interface air-eau.

#### A.2. L'oxygène dissous:

➤ C'est le paramètre le plus sensible

(L'apport de la pollution pour la matière organique dans un cours d'eau (écosystème aquatique))

- ✓ Plus la  $T^\circ$  des gaz augmente plus l' $O_2$ ,  $N_2$  et  $CO_2$  dissous diminuent
- ✓ Les fluctuations du taux d'Oxygène dissous en fonction de la vie du milieu et des échanges avec l'atmosphère permet de constater que:

- ❖ Durant la journée  sursaturation
- ❖ Durant la nuit  sous saturation
- ❖ CO<sub>2</sub> présent dans l'atmosphère, équilibre avec l'air
- ❖ Le taux de CO<sub>2</sub> est très variable dans les eaux naturelles (0 à 60 mg/l)

Certains eaux sont très riches (l'activité bactérienne peut atteindre 150 mg/l).

## **B. Les électrolytes minéraux:**

La nature chimique des sols conditionne:

- La composition électrolytique des eaux naturelles
- Il en résulte des qualités d'eau extrêmement variées.
- ✓ Il y a deux catégories de constituants:
  - *les éléments fondamentaux*
  - *les éléments caractéristiques*

- **Les éléments fondamentaux:**

Présents dans toutes les eaux naturelles. Ils représentent le système calcocarbonique (associés aux ions issus de la dissociation de l'eau.

-pH neutre (dominé par l'ion bicarbonate)

-le CO<sub>2</sub> est présent que dans les eaux à pH acide

-Les eaux gazeuses sont obligatoirement acides.

-On acidifie facilement une eau en faisant barboter du CO<sub>2</sub>.

- La forme carbonatée est pratiquement absente des eaux.

- **Les éléments caractéristiques:**

- ✓ Autres ions minéraux: Mg<sup>2+</sup>, Fe<sup>2+</sup>, Mn<sup>2+</sup>, Al<sup>2+</sup>, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>

- ✓ Effets toxiques ou thérapeutiques

- ✓ Minéralisation des eaux naturelles est variable. Leur présence découle de:

- La dissolution dans l'eau du CO<sub>2</sub>

-sous l'effet de l'acidité carbonique (passage en solution  $\text{CaCO}_3$ )

- Eaux dures (riches en Ca et Mg) quand le sol organique est épais, plus formations calcaires)
- Eaux douces quand le sol est mince, et formations calcaires rares ou absentes (faible concentration du  $\text{Ca}^{2+}$ )

### • **Évaluation de la minéralisation d'une eau**

- Par mesure de la conductivité électrique (CE)
- Pour  $\text{CE} < 100 \mu\text{S/cm}$  (relation linéaire)
- Minéralisation totale (si  $333 < \text{CE} < 839 \mu\text{S/cm}$   
[C]  $\text{mg/l} = 0,7 \times \text{CE}$  à  $20^\circ\text{C}$  ( $\mu\text{S/cm}$ )
- Par pesée des résidus secs calcinés à  $525^\circ\text{C}$ .

### • **La minéralisation**

**Quantité des sels minéraux contenus dans l'eau:**

- Anions:  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$
- Cations:  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$
- ✓ Nappes souterraines: composition ionique variable suivant la géologie (faciès)
- ✓ Bicarbonaté calcique:  $\text{HCO}_3^- \text{Ca}^{2+}$
- ✓ Chlorure sodique:  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$
- ✓ Sulfaté magnésium:  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$
- ✓ Plus la CE est élevée plus la minéralisation est forte

Ex:  $\text{CE} < 30$  minéralisation est extrêmement faible

$\text{CE} > 500$  minéralisation est très forte à excessive

- **Classification de la salinité des eaux**

- ✓ Eaux douces: taux de salinité ( $- 0,5 \text{ g/l}$ ) (Rivières, lacs (eaux douces brutes))
- ✓ Eaux oligohalines: taux de salinité ( $0,5 \text{ à } 5 \text{ g/l}$ ) (rivières, lacs à eaux minéralisées et légèrement saumâtres)
- ✓ Eaux mésohalines: taux de salinité ( $5 \text{ à } 15 \text{ g/l}$ ) Mer Baltique , Mer Caspienne)
- ✓ Eaux polyhalines: taux de salinité ( $18 \text{ à } 30 \text{ g/l}$ ) (lagunes, estuaires, baies)
- ✓ Eaux salées: taux de salinité ( $30 \text{ à } 45 \text{ g/l}$ ) (Océan Atlantique, Méditerranée, Mer Rouge)
- ✓ Eaux hyperhalines: taux de salinité ( $+ \text{ de } 45 \text{ g/l}$ ) Mer morte

- **Les composés organiques**

Peu d'études sur les matières organiques/matières minérales à cause de la difficulté analytique car:

➡ Concentration faible

➡ Multiplicité des espèces moléculaires dans les eaux naturelles

(sans apports polluant)

3 ppm < teneur en matière organique < 5 ppm

Teneur fréquente < 5 ppm

- ❖ **Matières organiques naturellement présentes dans les sols:**

- ✓ mélange complexe de produits (végétaux + animaux à des stades de décomposition variés)
- ✓ Plusieurs produits de synthèse (voie chimique et biochimique)
- ✓ Plusieurs micro-organismes (bactéries, virus,...)
- ✓ Plusieurs produits de décomposition

- ❖ **Substances non humiques:** Ce sont formées de produits de base:

- ✓ Protéines et acides aminés
- ✓ Polysaccharides et sucres simples
- ✓ Graisses et acides gras
  - ✓ Hydrocarbures
  - ✓ Pigments
  - ✓ Toxines diverses
  - ✓ Vitamines

❖ **Substances humiques:**

Se sont les produits essentiels des matières organiques élaborées par les microorganismes à partir des produits végétaux et animaux.

Elles résultent de la décomposition bactérienne, restent longtemps stables dans la les systèmes aquatiques, complexes amorphes bruns ou noirs, hydrophiles, acides, masse moléculaire élevée et fractionnées par voie chimique.

Acide humique + acide fulvique + humines

❖ **Matières humiques**

- ✓ Hydrophiles (présence de -OH capacité d'échange ionique)
- ✓ Agents complexants efficaces vis à vis des métaux et trivalents
- ✓ Existent souvent sous formes colloïdales
- ✓ Interviennent dans les mécanismes d'absorption
- ✓ Place importante dans l'évolution des pH des eaux
- ✓ Conditionnent un grand nombre d'équilibre physico-chimiques
- ✓ Nature géologique du lit et bassin versant (pH des eaux naturelles:  $6,6 < \text{pH} < 7,8$ ,

Si le substrat est acide ou zone de tourbière le  $\text{pH} < 5$

- ✓ Dans les canaux rivières lentes, étangs:  $\text{pH} = 9$  à  $10$  selon l'activité de la photosynthèse: dissolution des  $\text{CO}_2$
- ✓  $\text{pH} < 5$  peut être favorable à la vie aquatique (principalement la vie piscicole)



- ✓ En dehors des pollutions chimiques, des eaux très alcalines, peuplement très riche et diversifié.

## Classes proposées pour le pH

- $\text{pH} < 5$   $\longrightarrow$  acidité forte  $\longrightarrow$  localisation: sources, ruisseaux supérieurs, régions granitiques, tourbières forestières cours d'eau à substrat acide
- $5 \leq \text{pH} \leq 6$   $\longrightarrow$  acidité moyenne
- $6 \leq \text{pH} < 7$   $\longrightarrow$  acidité faible localisation: majorité des eaux piscicole régions calcaires
- $7 \leq \text{pH} < 7,5$   $\longrightarrow$  Neutralité approchée
- $7,5 \leq \text{pH} < 8$   $\longrightarrow$  alcalinité faible
- $8 \leq \text{pH} < 9$   $\longrightarrow$  alcalinité moyenne, localisation: zones Inférieures des réseaux, eaux closes ou assimilées, concentration végétale au faciès lentique
- $\text{pH} \geq 9$   $\longrightarrow$  alcalinité forte, localisation: eaux peu piscicoles, concentration végétale au faciès lent
- Le tableau ci-dessous représente les principales différences entre les eaux superficielles et les eaux profondes.

**Tableau 2. Principales différences entre les eaux superficielles et les eaux profondes.**

<b>Caractéristiques</b>	<b>Eaux superficielles</b>	<b>Eaux profondes</b>
<b>Température</b>	Variable	relativement constante
<b>Turbidité, Q, MES</b>	Variable parfois élevé	Faible ou nulle (Sauf au terrain karstique)
<b>Couleur</b>	liées avec MES (argiles, algues) (Sauf dans les eaux douces et acides)	liées surtout avec matières en solution (ex: Acide humique)
<b>Minéralisation globale</b>	Variable (en fonction des terrains, des précipitations, des rejets)	Constante en général (élevé que dans les eaux de surface)
<b>Fer et Mn divalent à l'état dissous</b>	Absent (sauf au fond des pièces d'eau en état d'eutrophisation)	présent en grandes quantités
<b>CO<sub>2</sub> (agressif)</b>	Absent	présent
<b>(O<sub>2</sub> dissous)</b>	souvent au voisinage de la saturation	absent
<b>NH<sub>4</sub> NH<sub>3</sub> Gazeux</b>	seulement dans les eaux polluées	présent
<b>Nitrates NO<sub>3</sub> Nitrites NO<sub>2</sub></b>	Peu abondant	teneurs élevées (risque de méthylglobinémie)
<b>Ca et Mg</b>	teneur modérée	teneur élevée
<b>Micropolluants Minéraux et organiques</b>	présent (disparu rapidement après suppression de la source polluante)	absent
<b>(Organismes Vivants)</b>	Bactéries, virus, plancton (dont certains sont pathogènes)	ferrobactéries (fréquentes)

## Chapitre 2. Les cours d'eaux, écosystèmes d'eaux courantes

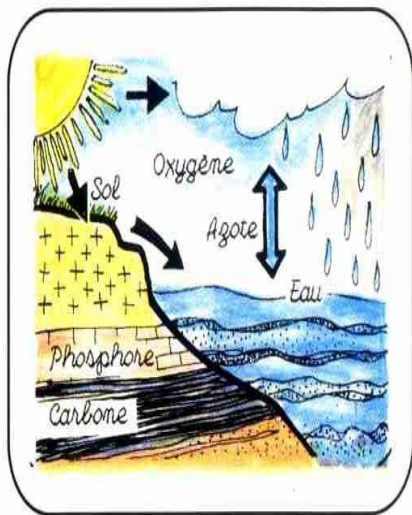
### 1. Notion d'écosystème:

#### 1.1. Définition :

Unité écologique de base comportant une biocénose (communauté d'organismes vivants: animaux, végétaux, bactéries...) et son biotope (environnement offrant aux populations animales, végétales et bactéries des conditions d'habitats relativement stables).

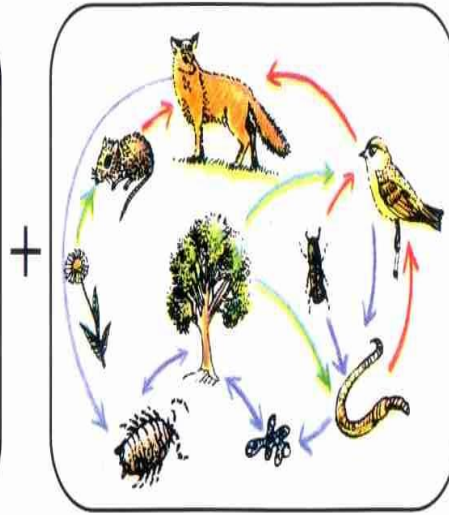
L'ensemble étant lié par un système d'interactions: système unitaire vivant et fondamental ayant des relations entre eux de type dynamique.

Une communauté vivante associée à son milieu de vie :



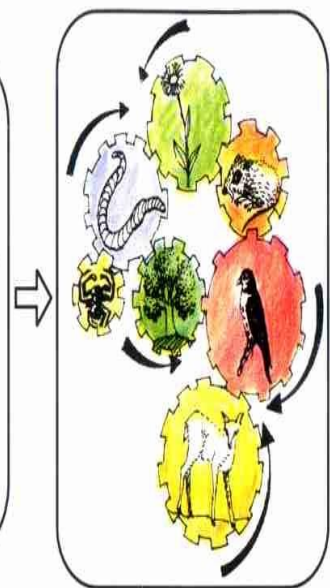
#### UN BIOTOPE

Une aire géographique de surface ou volume variable, soumise à des conditions dont les dominantes sont homogènes et les ressources suffisantes pour assurer le maintien de la vie.



#### UNE BIOCÉNOSE

Un peuplement qui se constitue dans des conditions écologiques données et se maintient en équilibre dynamique.

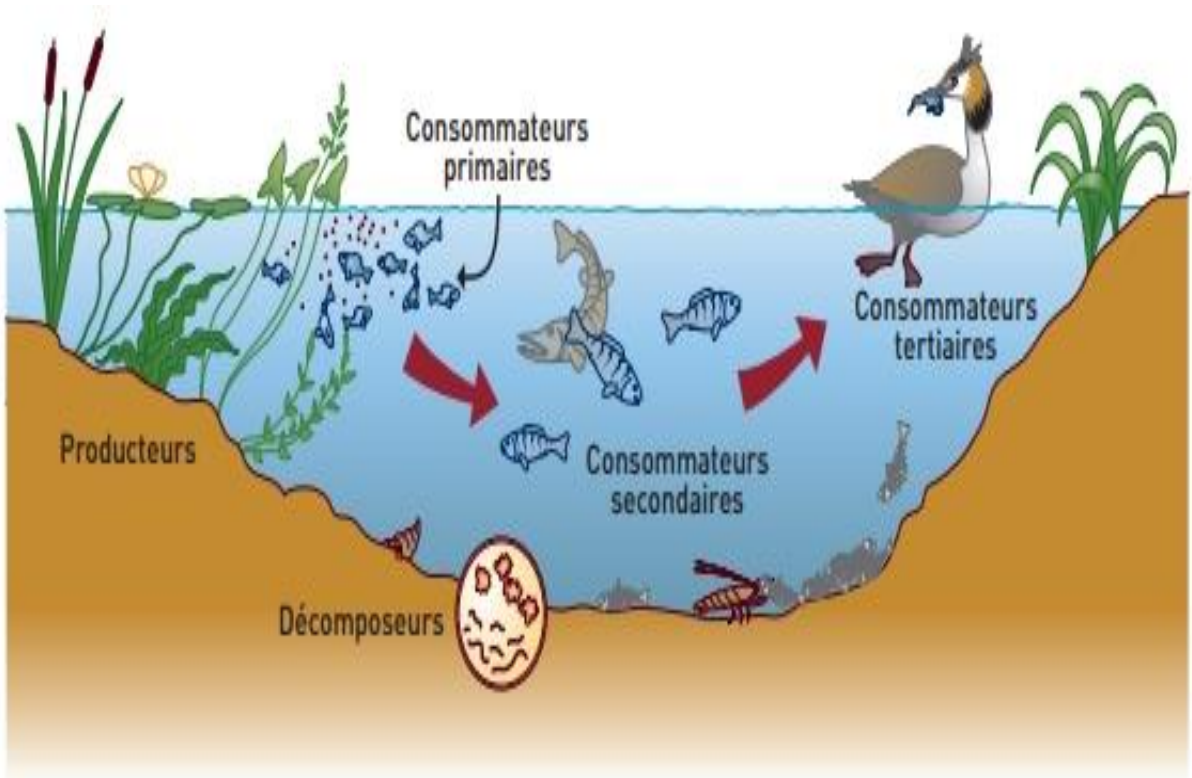


#### UN ÉCOSYSTÈME

- Une machinerie vivante  
- Une unité fonctionnelle de base de la biosphère

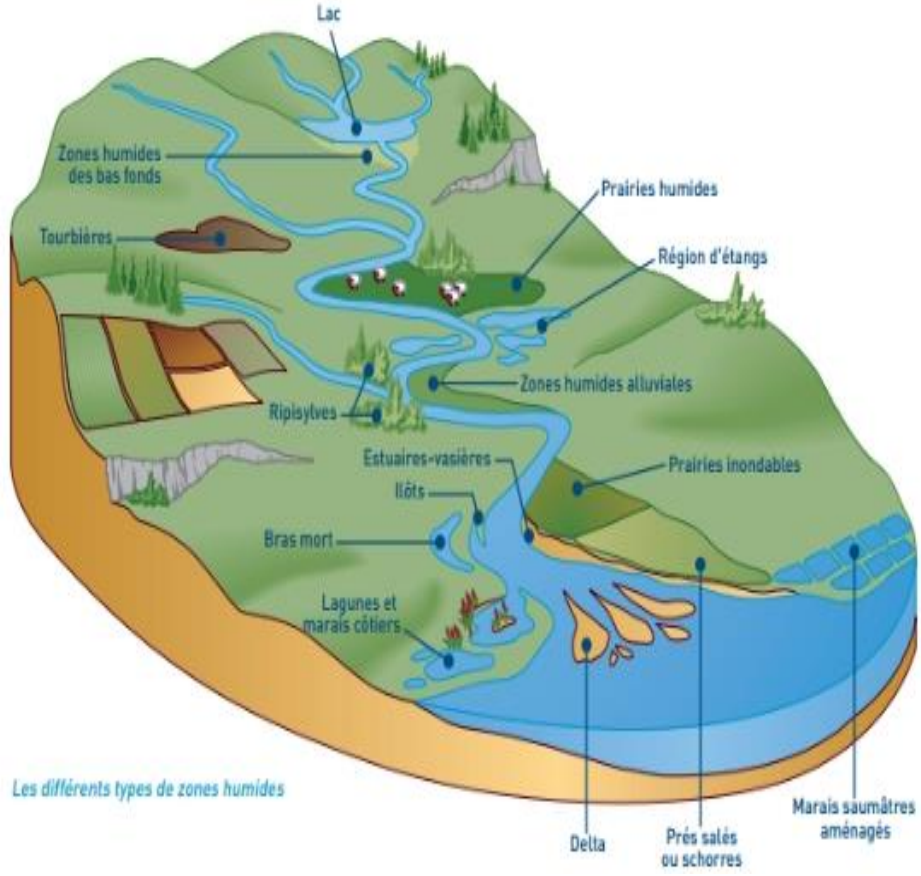
#### Un milieu aquatique est caractérisé par:

- un habitat (pentes plus ou moins accentuées au niveau des berges),
- des populations végétales,
- des populations animales,
- la qualité physico-chimique de l'eau (température, nutriments...).



Source : d'après «Fleuves, sources de vie» Monique Coulet

### Un écosystème aquatique



Les différents types de zones humides

## **1.2. Application au cours d'eau :**

Les cours d'eau sont des collecteurs d'eau:

- ✓ Les ruissellements des eaux superficielles
- ✓ Les résurgences des eaux de nappes Provenant des précipitations (pluie, neige,...) ou de la fonte des glaces)

Le bassin hydrographique est un espace qui reçoit les eaux des précipitations et alimente les cours d'eaux par restitution des ruissellements provenant des versants. Les caractéristiques du bassin versant (géologie, végétation, occupation du sol) vont déterminer le fonctionnement des cours d'eaux récepteurs.

- ✓ Les cours d'eau constituent des écosystèmes d'eaux courantes (écoulement perpétuel). Le bassin versant influence:
  - L'équilibre des communautés
  - Les cours d'eaux et son environnement terrestres
- ❖ Formant un tout indissociable sur le plan fonctionnel (relation dynamique les différents composants de l'écosystème).

## **2. Structure et fonctionnement des écosystèmes d'eaux courantes :**

### **2.1. Le biotope:**

Est l'ensemble du milieu abiotique (eau + substrat) : lit et berges). Il dépend principalement des facteurs géologiques, édaphiques et climatiques). Le biotope va être défini par plusieurs paramètres:

#### **2.1.1. La vitesse d'écoulement:**

Elle dépend essentiellement de la pente et du débit. Il différencie les milieux lotiques (vitesse élevée) des milieux lenticues (vitesse faible/nulle).

A l'échelle plus fine la vitesse du courant dépend de la configuration du fond, de la longueur, et de la profondeur du lit (les frottements diminuent les vitesses). Il est important de tenir compte de ces faits quand on mesure la vitesse moyenne du courant.

- ✓ Quand le lit est rocaillieux: à la surface des obstacles: il existe une couche limite où le courant est presque nul, cette couche est importante pour certains organismes dans le fond.

**Exemple:** Planaires et larves d'Ecyonuridés qui y sont à l'abri du courant.

- ✓ Derrière les obstacles: il existe une zone calme (eau morte) qui procure un refuge à la faune courante.

**Exemple:** larves de Trichoptères et Gammarus qui utilisent certains végétaux qui s'y développent, comme abri.

**Tableau.** Classification des eaux courantes en fonction de la vitesse (Echelle de Berg).

Vitesse	Nature du lit	Habitat correspondant
Très lente, (<math>-10\text{ Cm/S}</math>)	boue	Type étang
Lente (10 à 25 Cm/S)	Vase, sable	Type vaseux
Moyenne (25 à 50 Cm/S)	Sable, gravier	Type partiellement vaseux
Rapide (50 à 100 Cm/S)	Gravier, cailloux	Type torrentiel
Très rapide	Grés, blocs de rocher	Type torrentiel

**Tableau.** Classification des eaux courantes en fonction de la Largeur.

- - de 1 m Ruisselet
  - De 1 à 5 m Ruisseau
  - De 5 à 25 m petites rivières
  - De 25 à 100 m Grosses rivières
  - De + 100 m Fleuve
- ✓ La connaissance de la vitesse du courant doit être complétée par une estimation du débit
  - ✓ Une forte augmentation du débit (crue) peut modifier les communautés benthiques par balayage du fond (dérive des organismes)

- ✓ Une forte diminution du débit (étiage) transforme les conditions de vie dans le milieu lotique.

### **2.1.2. La nature du substrat :**

Définie principalement par la granulométrie en fonction du sol, du type d'écoulement et de la pente du cours d'eau.

+ de 200 mm= Blocs

20 à 200 mm= Cailloux, graviers

2 à 20 mm=gravette

0,5 à 2 mm= sable grossier

de 0,25 à 0,5 mm= sable moyen

De 0,06 à 0,25 mm = sable fin

2  $\mu\text{m}$  à 60  $\mu\text{m}$  = limon

-2  $\mu\text{m}$  = argile

### **2.1.3. La composition des berges:**

La présence de la végétation sur les berges aura un impact sur la pénétration de la lumière.

Elle influence la productivité primaire et agit directement sur les animaux.

**Les facteurs qui atténuent l'intensité lumineuse sont:**

- ✓ Les buissons et les arbres des rives formant un écran (végétation ripicole)
- ✓ L'ombrage des forêts
- ✓ La forte turbidité de l'eau
- ✓ Les végétaux aquatiques (obscurisation du fond de lit)

### **2.1.4. La composition physico-chimique de l'eau:**

La T°, O<sub>2</sub> dissous, charge en éléments nutritifs, paramètres géochimiques, polluants essentiels,

....

- La T°: la température est le facteur écologique majeur car il conditionne la nature des communautés qui peuplent les biotopes ainsi que les caractères de leur développement et de la croissance des espèces qui les composent.
- L'oxygène: les eaux courantes sont généralement bien oxygénée car la turbulence de l'eau assure une bonne alimentation en oxygène par le brassage air-eau.

*La pollution organique*, l'oxygène de l'eau peut être mobilisé pour la destruction des déchets par les bactéries.

- On peut mesurer le degré de pollution par la quantité d'oxygène dissous ou par la demande en oxygène pendant 5 jours= DBO<sub>5</sub>.
- La composition des communautés animales étroitement dépendante de l'oxygène disponible permet aussi mesurer le degré de pollution de l'eau.

## 2.2. La biocénose:

Est constituée de l'ensemble des peuplements végétaux et animaux.

### 2.2.1. Les formations végétales:

On distingue trois types de formations végétales, regroupant des sous-groupes :

#### ➔ Les végétaux libres flottants:

- Appareil racinaire peu développé (adapté à la flottaison: 1 mm à 5 cm)
- Se développe en facies lentique.

Ex. les fougères, les phanérogames

#### ➔ Les végétaux microscopiques de pleine eau (phytoplancton):

- composés d'algues unicellulaires ou coloniales
- vivent au sein du volume d'eau
- Se développent dans les eaux calmes
- Producteurs primaires servant de nourriture aux petits invertébrés et poissons planctonophages.



**Exemple :** Diatomées, Chlorophycées

**→ Les végétaux benthiques:**

Ce sont les plus abondants et regroupent:

- Les champignons et les bactéries
  - Les algues épibenthiques, filamenteuses, non filamenteuses, imprégnées de Calcium
  - Les hépatiques
  - Les mousses et sphaignes
  - Les phanérogames fixés à feuilles immergées, et feuilles flottantes et de bordure.

**2.2.2. La faune:**

De nombreux groupes zoologiques vivent en eaux courantes. La faune regroupe les protozoaires et les métazoaires invertébrés et vertébrés. Soit 6000 espèces animales recensées, un millier seulement (soit 1/6) fréquentent les eaux courantes.

**❖ Mode d'adaptation au courant**

La vie en eau courante a entraîné chez les organismes (vers, larves, nymphes, insectes) liés au milieu lotique des adaptations morphologiques:

-aplatissement ex; larves d'éphéméroptères (dorso-ventrale)

- Forme hydrodynamique
- Dispositifs d'accrochage (ex. larves de Blépharoceridae)
- Rhéophilie positive ou négative
- Construction de filets (larves de trichoptères libres) ou de tapis de soie sur le substrat ex. larves de Simulidae)
- Construction de fourreaux constitués de débris de végétaux et minéraux (ou elles logent traînent avec elles en se déplaçant ex. larves de trichoptères).

**• Courant et dérive :**

- ✓ Par forte crue ou à la suite de l'introduction de substances toxiques dans le cours d'eau, les invertébrés vivant sur le fond lâchent, y prisent et sont emportées vers l'aval par le courant, c'est la dérive des organismes aquatiques.
- ✓ Mais une dérive normale existe dans tous les cours d'eaux. Elle concerne les invertébrés aquatiques qui sont exposés à l'action du courant par leur mode de vie. C'est une dérive constante.

❖ **Classification et éléments de zoologie:**

- ✓ La plupart des catégories d'animaux sont présents dans les eaux douces. Les groupes faunistiques pouvant coloniser les milieux aquatiques sont:

- **Les protozoaires**

Les animaux primitifs unicellulaires s'alimentent de petites proies. Ils regroupent les rhizopodes, les flagellés et les ciliés.

- **Les métazoaires invertébrés**

Ce sont les plus abondants, et qui sont utilisés dans les méthodes d'appréciations de la qualité d'eau basés sur les macroinvertébrés.

- **Spongiaires (éponges):**

- peu représentés en eaux douces
- organismes pluricellulaires les plus simple
- de couleur blanc verdâtre
- en eaux douces, ils s'incrudent à la surface des pierres des branches. Ex. *Spongilla fluviatilis*.

- **Colenterés (les cnidaires):**

- peu représentés dans les eaux à faible courant et où la végétation est abondante. Exp: genre *Hydra*

- **Plathelminthes (vers plats):**

- représentés uniquement par les tricladida (planaires). Exp: *Phagocata*, *Polycélis*, ....

- **Némathelminthes (vers ronds):**

- Vers ronds moins allongés
- Non segmentés
- Peuplent les substrats diversifiés en milieu aquatique. Exp: les nématodes

- **Annélides (annelés):** deux classes:

- Oligochètes:** se développent sur les fonds vaseux

- **Achètes** (Sangsues)

- **Mollusques** (deux classes):

-Prosobranches

-Lamellibranches (bivalves)

-**Arthropodes:**

-Constituent une grande part de la biomasse dans les eaux continentales. Ils regroupent trois classes:

-**Arachnides** (pas d'antennes, 4 paires de pattes)

-**Crustacés** (2 paires d'antennes, branchies)

-**Insectes** (1 paire d'antenne, 3 paires de pattes), ce groupe le plus important joue un grand rôle en biologie aquatique. Ils constituent l'essentiel des macro invertébrés aquatiques. Ils sont représentés par une douzaine (12) d'ordres, renfermant chacun de nombreuses familles, les principaux sont:

**Ephéméroptères, Plécoptères, Odonates, Héteroptères, Mégaloptères, Coléoptères, Trichoptères, Diptères, Planipennes, Lépidoptères, Hyménoptères.....;**

- **Les métazoaires: vertébrés**

- ✓ Il existe que très peu de mammifères aquatiques dans les eaux continentales. Se sont surtout des vertébrés inférieurs. On trouve principalement:

-les cyclostomes

-les poissons

-les amphibiens

### **2.3. Fonctionnement de l'écosystème: complexité et interrelations :**

Au sein du biotope, les organismes composant la biocénose établissent des interactions qui concernent les ressources trophiques (alimentaires)

Et le partage de l'espace.

#### **2.3.1. Relations trophiques:**

La relation la plus importante entre les organismes concerne l'alimentation. Un réseau complexe appelé "réseau trophique" constitué d'un ensemble de chaînes alimentaires se met en place assurant la transformation de la matière minérale et organique.

- **Transformation des éléments minéraux** en matières organiques par les végétaux et les bactéries autotrophes (producteurs)
- **Transformation organique** est effectuée par les animaux:
  - **herbivores**: transformation directe (consommateurs primaires)
  - **Carnivores**: transformation indirecte (Consommateurs secondaires)
  - **poissons**: transformation tertiaire (consommateurs tertiaires)
- La matière organique non consommée (déchets, cadavres,...) est ensuite retransformée en éléments minéraux par les organismes décomposeurs (bactéries, champignons,...).
- L'écosystème est le siège d'un cycle de la matière alimenté en énergie par le rayonnement solaire.

### 2.3.2. Equilibre de l'écosystème: occupation de l'espace:

Dans tout l'écosystème, la vie d'un organisme dépend étroitement de ses relations avec d'autres organismes. Ces relations sont conditionnées par:

- Les acteurs biologiques (reproduction, alimentation)
- Les composants du milieu (nature de l'habitat, substrat,...)
- L'équilibre entre les communautés biologiques (processus d'autorégulation)

Nous avons:

-**La prédation**: joue un rôle important dans la régulation des populations (élimination des individus en excès ou malades) (limitation des naissances ou de la survie).

-**La compétition**: c'est la concurrence pour l'accès à une ressource naturelle présente dans le milieu (lumière, eau, nutrition,...).

Elle permet de maintenir les peuplements à un niveau constant et d'occuper de façon optimale l'ensemble des niches écologiques présentes dans le milieu.

Il y a deux types:

#### ❖ **Compétition interspécifique:**

Entre deux espèces différentes quand l'une et l'autre recherche une même ressource du milieu

### **Conséquences:**

-disparition de l'une des espèces

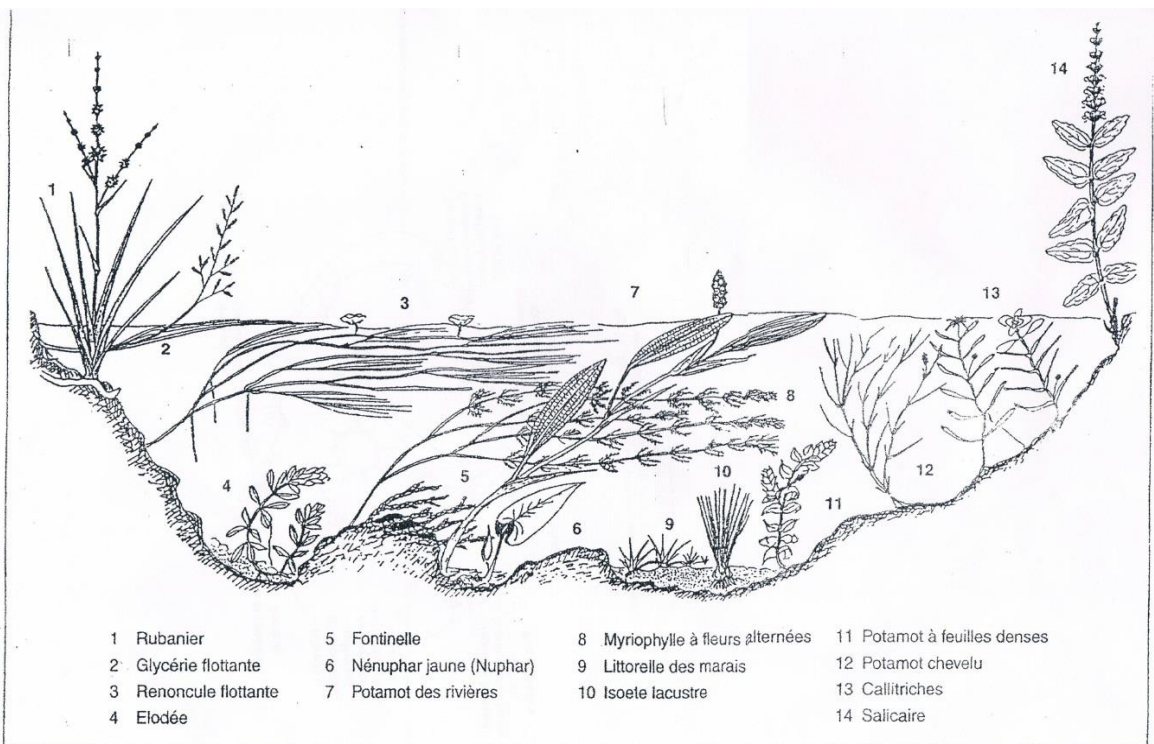
-cohabitation des deux espèces

#### **❖ Compétition intraspécifique:**

La compétition au sein d'une même espèce sera d'autant plus élevée que la densité de la population est elle-même élevée.

### **2.3.3. Conclusion: zonation des cours d'eaux:**

- ✓ La diversité des eaux courantes est extrême, on observe une grande hétérogénéité spatiales avec des mosaïques d'habitats très variés.
- ✓ Les conditions du milieu se transforment, impliquant une végétation des communautés floristiques et faunistiques selon le profil en long du cours d'eau.
- ✓ **La relation biocénose-biotope:** ce sont les capacités d'adaptation des êtres vivants aux conditions du milieu.
- ✓ **Espèces euryèces:** qui supportent de vivre dans des habitats divers aux conditions très variées.
- ✓ **Espèces sténoèces:** qui ne peuvent vivre que dans un spectre étroit de types d'environnement.
- ✓ **Distribution spatiale des invertébrés benthiques:** 3 zones principales sur la base du courant et du débit:
  - Les sources: le crénon
  - Le cours supérieur à courant rapide : le rhitron
  - Le cours moyen à inférieur à courant lent: le potamon



Exemple de peuplement de macrophytes commun dans les rivières à courant rapide propres aux écosystèmes lotiques d'Europe tempérée. 1) *Sparganium ramosum*, 2) *Glyceria fluitans*, 3) *Ranunculus fluitans*, 4) *Elodea canadensis*, 5) *Fontinalis antipyretica* (Bryophyte), 6) *Nuphar luteum*, 7) *Potamogeton fluitans*, 8) *Myriophyllum alterniflorum*, 9) *Littorella lacustris*, 10) *Isoetes lacustris*, 11) *Potamogeton densus*, 12) *Potamogeton pectinatus*, 13) *Callitriche aquatica*, 14) *Lythrum Salicaria*. (D'après Montegut J., *Le milieu aquatique*, ACTA, Columna, Paris, 1987, vol. 3, 2(6), p. 25 bis)

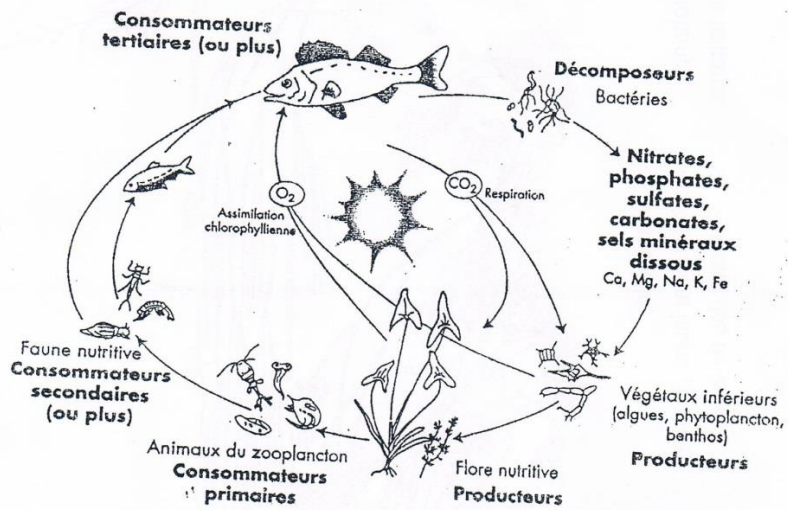


Fig. 11 : Organisation globale d'un écosystème aquatique :  
des relations et des échanges entre compartiments  
(D'après Arrignon, 1991)

## Chapitre 3. Les lacs, écosystèmes d'eaux stagnantes

### 1. Définition

Un lac est une masse d'eau entouré de terre et alimenté par les cours d'eau, les sources et les précipitations.

La superficie des plans d'eau lacustres s'étend sur sept ordres de grandeur. Exemple : La mer Caspienne est actuellement le plus grand lac du monde en terme de volume ( $78.10^3 \text{ m}^3$ ) et de superficie de  $374.10^3 \text{ km}^2$  : chiffre variable).

- Les petits lacs : superficie 1 ha et un volume de  $10.10^3 \text{ m}^3$  et une profondeur moyenne de 1m.
- Les plans d'eau en dessous de ces valeurs, sont envahis par la végétation. Ils sont considérés comme zones humides.
- Les lacs côtiers (lagunes) peuvent avoir une ouverture vers l'océan.
- Lorsque les échanges avec les eaux salées sont très importants, la lagune ou les plans d'eau sont considérés comme faisant partie du milieu marin.

### 2. Origine et classification des lacs

#### 2.1. Classification géomorphologique des lacs

- a) Lacs tectoniques : Victoria, Tanganyika, Baïkal
- b) Lacs volcaniques : occupant le cratère ou la Caldera d'un volcan éteint.
- c) Forces gravitaires
- d) Lacs glaciaires : grands lacs Nord-Américain
- e) Lacs de dissolution (zone karstique)
- f) Lacs fluviaux : Tonlé Sap (Cambodge)
- g) Vent, barrage dunaire
- h) Courants côtiers.

Ces 8 catégories forment la majorité des lacs existants.

**Hutchinson** distingue 3 autres catégories :

- Action des organismes : lacs de barrage par précipitation des algues encroûtantes.  
Exemple : l'ex. Yougoslavie et l'Afghanistan
- Action humaine : Lacs de barrage comme Beni Haroun
- Agents extraterrestres : deux cas connus au Québec suite à la chute de météorite.  
✓ Les lacs sont généralement caractérisés par des eaux calmes, par suite de l'absence de courant gravitaire. Ils sont dits lenticques.



- ✓ La différence entre les lacs et les étangs, c'est la profondeur.

## 2.2. Classification trophiques des lacs

On distingue :

- **Les lacs oligotrophes** : eaux pures et transparentes, pauvres en nutriments
- **Les lacs mésotrophes** : teneur moyenne en éléments nutritifs
- **Les lacs eutrophes** : eaux naturellement enrichies en nutriments

minéraux et/ ou artificiellement (rejets d'eaux polluées ou action anthropique, ces lacs sont dits lacs dystrophes).

## 3. Description du milieu

### 3.1. La température

Le profil des températures saisonniers peut être expliquée par les caractéristiques physiques de l'eau.

- Les radiations infrarouges sont absorbées par les couches superficielles : le lac se réchauffe par surface.
- La densité de l'eau varie avec la température : la masse (densité passe par un maximum à 4°C)

**-Au printemps** : les eaux superficielles froides se réchauffent et s'enfoncent à mesure qu'elles se rapprochent de 4°C. On parle de brassage printanier : les échanges surface-fond sont plus acides.

**-En été** : l'eau réchauffée par le soleil reste en surface. La zone de transition ou la température diminue brusquement (1°C au moins par m<sup>3</sup>). Cette zone appelée thermocline ou métalimnion apparaît dans le lac vers mi-mai et s'efface de septembre à novembre. Elle se caractérise par stratification estivale.

**En Automne** : les eaux de surfaces se refroidissent et s'enfoncent à mesure qu'elles se rapprochent à 4°C. il y a donc un nouveau mélange des eaux et égalisation des températures : brassage automnal.

**En hiver** :

La température superficielle diminue et peut atteindre 0°C. L'eau se refroidit à 4°C. La température est assez homogène dans l'ensemble de la masse d'eau : stagnation hivernale.

Cette stratification thermique est permanente durant la saison estivale dans les lacs relativement creux. On parle de lac ou milieu :

- **Macromictique** : une seule homogénéisation annuelle des eaux (écosystème lacustre)
- **Dimictique** : homogénéisation automnale et printanière (poly-tempérés ou à climat froid)
- **Polymictique** : milieu pouvant être brassé à n'importe période de l'année (étangs et lacs peu profonds).

### 3.2. La lumière :

La pénétration de la lumière dans l'eau dépend du degré de turbidité qui détermine la transparence de l'eau. Les radiations solaires ne sont ni diffusées, ni réfléchies sont absorbées par l'eau de façon variable suivant les longueurs d'onde:

- ✓ faibles longueurs d'onde (bleues) sont les moins absorbées
- ✓ grandes longueurs d'onde (rouge) sont absorbées à 90% et sur une épaisseur d'un mètre d'eau.

### 3.3. L'oxygène :

La concentration de l'eau en oxygène augmente lorsque la température diminue. On peut considérer qu'un lac gagne donc de l'oxygène en hiver et en perd en été. Une d'automne et un hiver doux sont donc néfastes au renouvellement et sa provision en oxygène.

- ✓ Le renouvellement en oxygène d'un lac est assuré par :
  - La dissolution de l'oxygène atmosphérique : brassage thermique ou du aux vagues
  - La photosynthèse se fait où il y a une lumière suffisante (zone euphotique). Dans cette zone la production d'oxygène est supérieure à la consommation. Le niveau de compensation : production et consommation d'oxygène sont égaux. Le niveau aphotique : la consommation est supérieure à la production.
- ✓ Il existe une zonation verticale des eaux marquées par les facteurs : température et la lumière et une zonation horizontale : écosystèmes lacustres se divisent en deux régions bien distinctes :
  - Zone littorale (riparienne) : présence de végétation amphibie et hydrophyte
  - Zone d'eau libre : situé au large dite (limnétique)

#### **4. Structure biocénotique des lacs :**

##### **4.1. Zone riparienne ;**

Elle est caractérisée par un gradient de végétaux macrophytes qui s'établit depuis la limite supérieure de cette zone constituant l'écotone avec les écosystèmes terrestres en contact avec le lac. La zone riparienne comporte plusieurs ceintures concentriques constituées par des communautés végétales :

- **Formant une succession supra littorale :**

- Propres aux prairies marécageuses souvent envahies par des taillis

- Immergées seulement en période de hautes eaux dominées par des marisques de grande taille.

- **Dans la zone littorale :** les plantes amphibies dont seulement la base est immergée dans l'eau ou se succèdent les roselières, les scirpes, les nuphars, les renouclacées aquatiques. Dans la zone littorale il existe aussi un abondant neuston (organismes flottants) constitués par diverses espèces d'insectes qui marchent à la surface de l'eau ou à l'interface entre l'air et l'eau.

- **Les eaux libres :** renferment des espèces telles que les diatomées, les algues filamenteuses et des cyanophycées. Sur les feuilles immergées se développent les algues, les invertébrés, les coelentérés et larves d'insectes.

- **Le benthos (fond)**

Comporte de nombreuses espèces de macroinvertébrés : crustacés, diverses espèces d'insectes soit la surface des sédiments, soit enfouie en profondeur. De nombreuses espèces de vertébrés dans la zone riparienne : amphibiens, tortues, serpents aquatiques, poissons,.....

##### **4.2. La zone limnétique :**

Elle est dominée par la prédominance des communautés pélagiques (domaine des eaux libres)

- Production primaire (phytoplancton)
- Le zooplancton est constitué de 3 groupes de macroinvertébrés : crustacés, cladocères, copépodes et rotifères
- Le necton est constitué de divers poissons lacustres

Dans la zone profonde benthique, les communautés liées à la présence d'un substrat solide et la lumière (photosynthèse) ne peuvent plus subsister, mais en période de stratification thermique lors d'un déficit fort en oxygène de nombreuses espèces peuvent encore subsister.

#### 4.3. Les sources de nourriture de benthos :

La matière organique nécessaire au développement du zoobenthos est fournie de manière :

- Autochtone : production à l'intérieur du lac
- Allochtone : déversement des cours d'eau, égouts,....

➔ Plateforme littorale et zone supralittorale : les espèces exploitent directement les végétaux du fond. Plus bas la source de nourriture est la pluie, de matière organique provenant des couches ripariennes ; disparition des consommateurs au profit des détritivores.

#### 4.4. Les interactions biologiques ;

**Prédation et compétition:** représentent des facteurs importants régissant les réactions entre espèces à l'intérieur de la communauté benthique.

#### 5. Evolution des lacs :

L'évolution naturelle théorique de l'écosystème lacustre est illustrée par la figure suivante. Quelle que soit la vitesse d'évolution, un lac passe d'abord par :

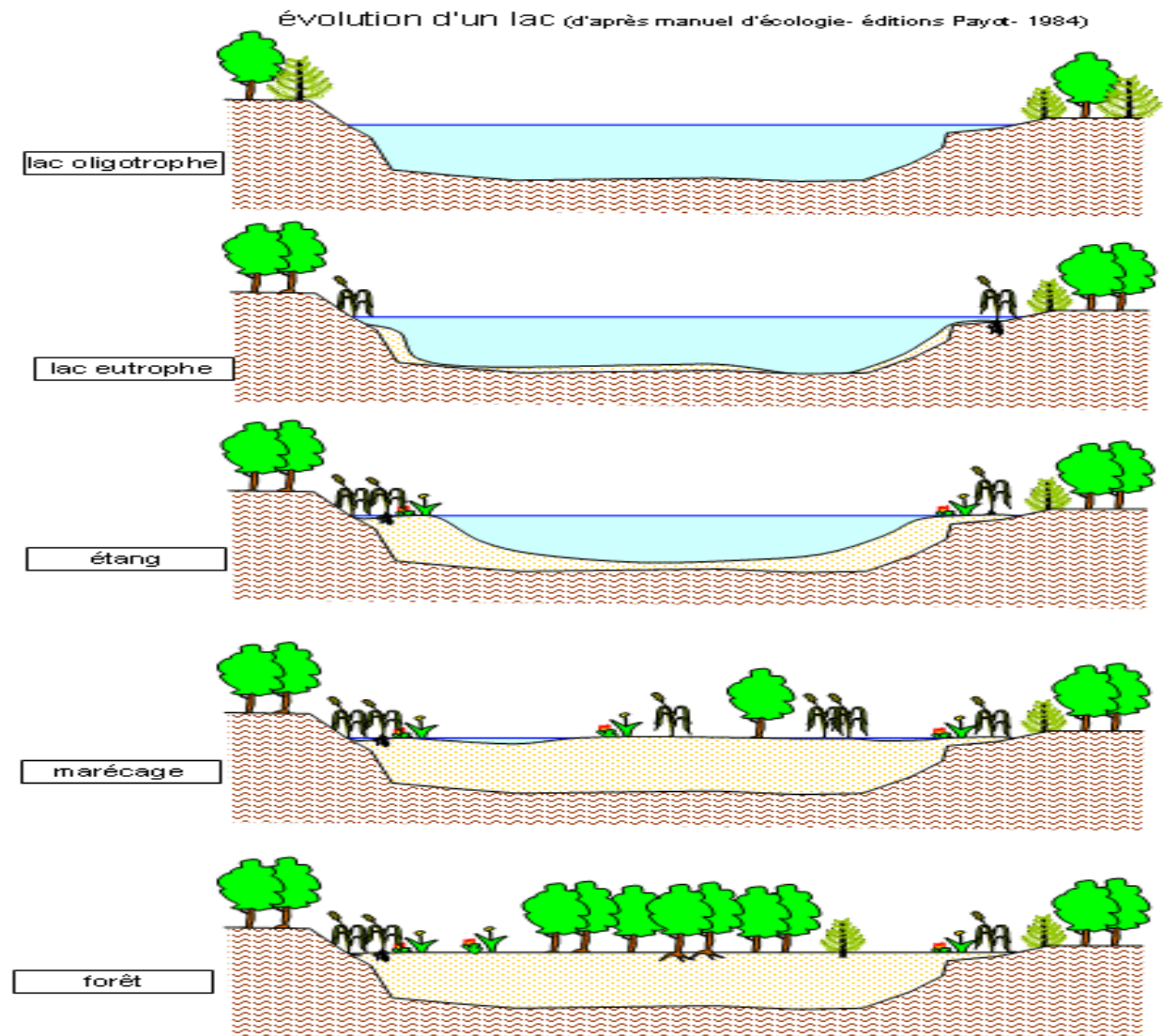
##### - le stade oligotrophe :

Caractérisé par la prédominance des facteurs physiques et chimiques, une productivité biologique faible et un rapport hypolimnion /épilimnion élevé. Les eaux sont transparentes, de couleur bleue à verte peu intense. A l'analyse, le résidu sec est peu important, avec une faible teneur en matière nutritive. Les eaux de fond sont bien oxygénées.

- En tout temps, un lac oligotrophe peut s'enrichir en substances nutritives (imports venant entre autres des écosystèmes voisins). La demande en oxygène augmente alors par suite de l'accroissement de la population. C'est le début de **l'eutrophisation**
- Un état transitoire s'installe, caractérisé par un déficit en oxygène (de 0,5 à 1 mg/L) et un enrichissement des sédiments en matières organiques putrescibles.
- Petit à petit le lac évolue vers le stade **eutrophe**. La profondeur diminue (abaissement du rapport hypolimnion/épilimnion), le plancton prolifère et le fond, recouvert de substances putrescibles, est caractérisé par sa pauvreté en

oxygène (déficit  $>$ à 60%). Les eaux sont vertes à brunâtres, riches en substances nutritives et en calcium.

- Petit à petit le lac va se combler en raison des alluvions apportés par ses affluents, des dépôts organiques et des précipitations d'éléments minéraux. La zone littorale se développe, l'aspect est alors celui d'un étang de grande dimension.
- Le comblement se poursuivant, la faible profondeur permet l'implantation d'une végétation émergée. L'aspect est alors celui d'un marécage qui évolue vers une partie humide et sera colonisé par des arbustes. Cette colonisation conduira finalement à un écosystème forestier. En milieu acide le stade final correspond à une tourbière.
- Cette évolution, naturelle peut être activée par l'influence humaine.



**Fig.** Evolution naturelle d'un lac.

## 6. Evolution saisonnière des écosystèmes lacustres

A l'échelle de l'année, le lac montre, partiellement au niveau du phytoplancton des variations de population. On décrit ainsi trois stades dans cette évolution saisonnière.

- **Stade de colonisation du peuplement phytoplanctonique**

Au printemps, suite au **brassage** et à la remontée d'éléments nutritifs qui en découlent, les eaux de la zone trophogène sont riches en éléments nutritifs. Il s'ensuit un développement rapide du phytoplancton. Les diatomées dominent. Durant cette période d'eau froide, le zooplancton, est essentiellement dominé par les rotifères. Les crustacés ne sont représentés

pour l'essentiel que par les copépodes n'ayant pu survivre que grâce à leurs réserves accumulées l'année dernière.

- **Stade de diversification du peuplement phytoplanctonique**

Le développement des diatomées conduit à un appauvrissement de la zone trophogène en éléments nutritifs. Par ailleurs l'échauffement des eaux et l'accroissement de l'énergie lumineuse entraîne, des conditions défavorables à la survie des diatomées qui sédimentent. Les cyanophycées se développent alors. C'est le deuxième stade évolutif ou stade de diversification. Le peuplement zooplanctonique se diversifie également. Les rotifères régressent au profit des crustacés.

- **Stade de raréfaction du phytoplancton**

En été les eaux de la zone trophogène sont très appauvries en phytoplancton, ce qui a pour conséquence une baisse de la production d'oxygène. La cause en est la limitation des éléments nutritifs et une intense prédation zooplanctonique. C'est la phase d'eau claire qui correspond au troisième stade de la succession, c'est-à-dire le stade de raréfaction du phytoplancton.

- *Dans les lacs oligotrophes*

Dans les lacs pauvres en éléments nutritifs, le développement phytoplanctonique dépend des **apports minéraux** lors **des phases de brassage**. La biomasse du phytoplancton présente donc classiquement deux phases de valeur maximale, une au printemps, l'autre en automne. La diminution estivale de la biomasse est accentuée par le broutage du zooplancton qui présente son maximum de développement à cette saison de l'année.

- *Dans les lacs eutrophes*

Ces lacs sont peu profonds ce qui permet, en toute saison, la remontée d'eau riche en éléments nutritifs sous l'action de l'énergie cinétique des vents. La limitation en sels minéraux est donc nettement moins marquée que dans les lacs oligotrophes. L'importance de la biomasse phytoplanctonique est donc largement modulée par le broutage par le zooplancton. On assiste donc annuellement à une alternance de phase de développement et de régression de la biomasse phytoplanctonique en corrélation avec les fluctuations de l'intensité du broutage zooplanctonique.

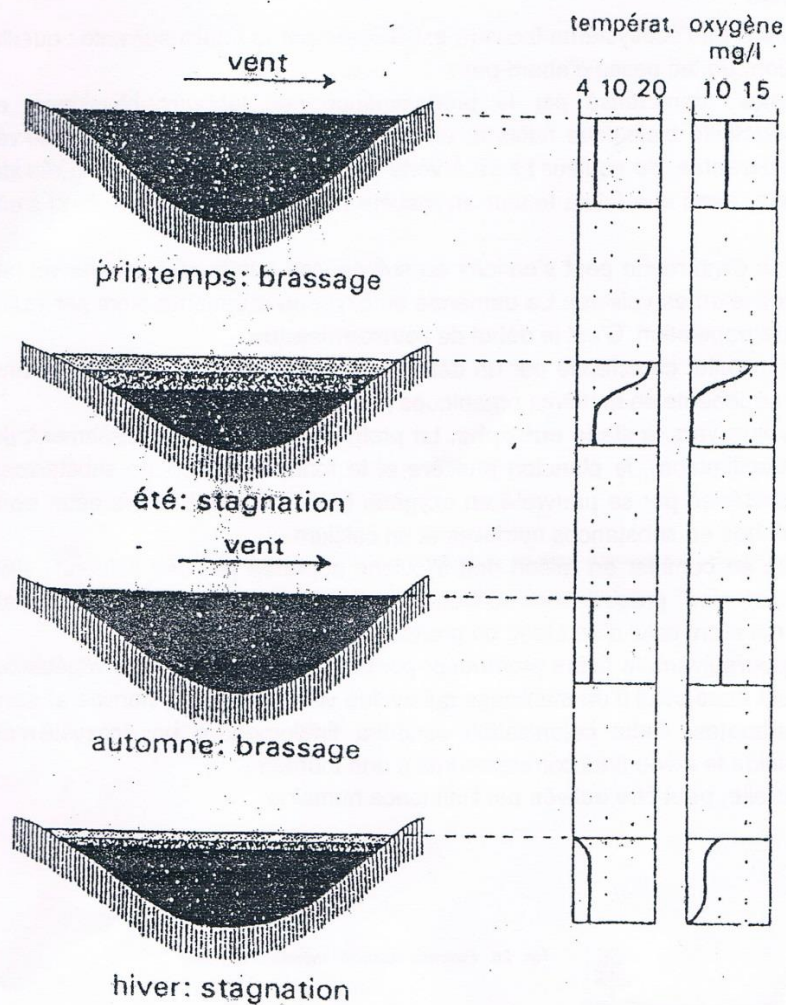


Fig. 3. Température et oxygénation des couches d'eau d'un lac au cours d'une année (d'après Biologie et protection des eaux, 1970)

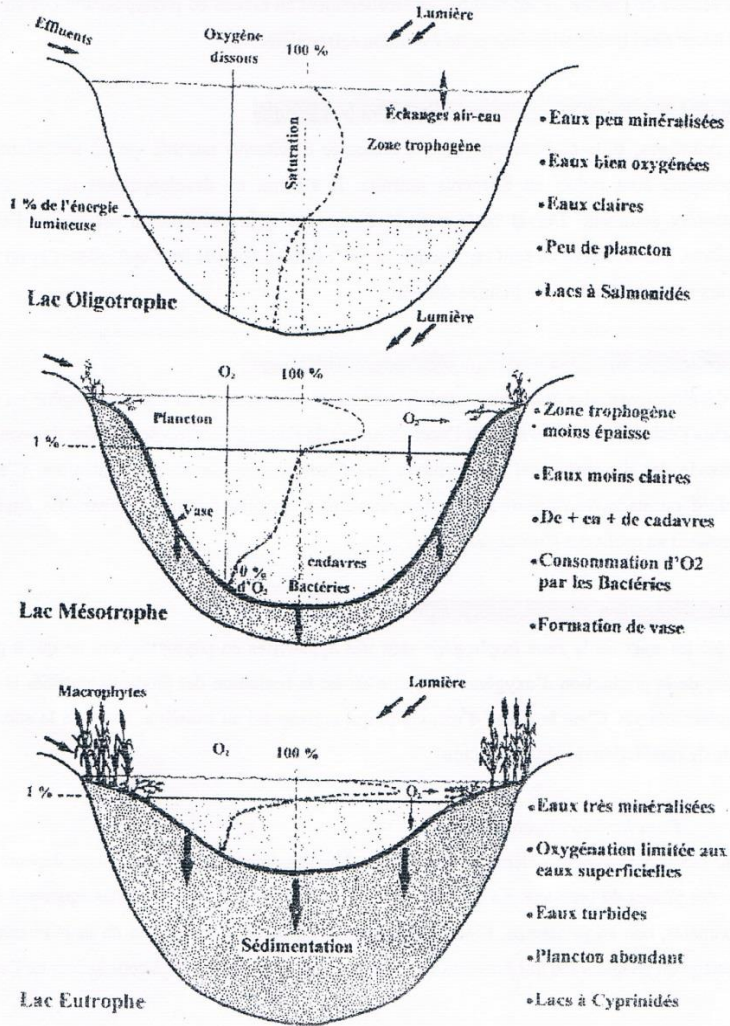
Relevons encore ici les faits suivants:

- Le lac joue le rôle de régulateur de climat. On estime que la température moyenne annuelle de l'air est supérieure d'au moins  $2^{\circ}\text{C}$  à ce qu'elle serait sans lac.
- Pour faciliter les échanges verticaux et notamment la diffusion de l'oxygène vers le fond, il est nécessaire que le cycle saisonnier se déroule normalement. Une fin d'automne et un hiver trop doux sont particulièrement néfastes. La réoxygéna-



**Evolution naturelle d'un écosystème lacustre**

(Ecologie, Faurie et al., Tech et Doc, 1998)



## Chapitre 4. Les zones humides

### 1. Introduction

- ✓ Les zones humides sont les écosystèmes les plus productifs, les plus riches en biodiversité malgré leur faible place sur la planète. Mais elles sont aussi les plus menacées de destruction. Leur disparition entraînera une réduction dramatique de la biodiversité, mais aussi des inondations et une perturbation inquiétante du cycle de l'eau. L'eau, dont la canicule de l'été a montré qu'elle était une ressource indispensable mais pouvant être rare.
- ✓ Naturellement, la relation entre les zones humides et l'homme, ne s'arrête pas à la valeur des ressources naturelles ou des services vitaux que fournissent les zones humides, elle comprend le riche patrimoine culturel, qui à évolué depuis très longtemps ; il est temps que la communauté qui se préoccupe de la conservation et de l'utilisation rationnelle des zones humides, accorde à ce patrimoine toute l'attention qu'il mérite (RAMSAR., 2002).

#### 1.1. Définition d'une zone humide

##### 1.1.1. Définition d'une zone humide (UNESCO)

Toute zone de transition entre les systèmes terrestres et aquatiques ou la nappe phréatique est proche de la surface du sol, cette surface est recouverte d'eau peu profonde de façon permanente ou temporaire.

##### 1.1.2. Définition d'une zone humide au sens de la convention de Ramsar:

Au sens de la convention de Ramsar, « *les zones humides, sont des étendues de marais, de fagnes, de tourbières où l'eau est naturelle ou artificielle, permanente ou temporaire, stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée, y compris des étendues d'eau marine dont la profondeur ne dépasse pas 6 mètres* ». Les milieux humides sont représentés par les chotts et sebkhas, retenues d'eau artificielles ou barrages.

Autrement dit :

1. *Une zone humide est une région où l'eau est le principal facteur, qui contrôle le milieu naturel et la vie animale et végétale associées. Elle apparaît là où la nappe phréatique arrive près de la surface ou affleure, ou encore, là où des eaux peu profondes, recouvrent les terres (RAMSAR., sans date) ;*

2. Une zone humide c'est aussi toute zone de transition entre les systèmes terrestres et aquatiques où la nappe phréatique est proche de la surface du sol, ou dans laquelle cette surface est recouverte d'eau peu profonde, de façon permanente ou temporaire ;

3. Enfin, on entend par zone humide, des terrains exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre, de façon permanente ou temporaire ; la végétation, quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année.

## **2. Convention Ramsar**

La convention Ramsar sur les zones humides est un traité intergouvernemental Adopté le 2 février 1971 dans la ville iranienne Ramsar. Il consiste à la conservation et l'utilisation rationnelle des ressources naturelles (FAO, 1971).

## **3. Cadre juridique international des zones humides**

### **-La convention Ramsar 1971:**

Cette convention a trait à la conservation des zones humides d'importance internationales 'habitat des oiseaux (Trois projets:)

-le projet MAR pour la conservation des marais

-le projet Aqua pour la conservation des lacs et rivières

-le projet Telma pour la conservation des tourbières. En Algérie le lac Tonga et Oubeira (El Kala) ont été inscrits zones humides d'importance internationale pour les oiseaux en 1982.

## **4. Caractéristiques générales des zones humides**

Une zone humide est caractérisée par :

- **Le degré de la salinité de l'eau**, celle-ci peut être douce, saumâtre ou salée ;
- **Le niveau d'eau** (élevé, faible et variable) ;
- **La durée de submersion** : une zone humide peut être permanente ou temporaire ;
- **Présence ou absence** de végétation hygrophile ;
- **Composée d'espèces adaptées** à la submersion ou aux sols saturés d'eau ;
- **La nature de la zone humide** (naturelle / artificielle) ;
  - La stabilité de l'eau dont les zones humides continentales comprennent : Eaux dormantes : étangs, lacs, lagunes, mares, retenues collinaires et barrages ;
  - Eaux courantes : fleuves, rivières, ruisseaux et leurs sources ; Zones inondables et / ou hygromorphes : bois marécageux, forêts alluviales ou humides, aulnaies, roselières, saulaies, marécages, prairies alluviales ou humides, ripisylves, plaines et vallées alluviales...).

## 5. - Composition d'une zone humide (Figure 1)

- En général, les milieux humides se composent de trois parties, la première comprend des terres hautes, soit des zones sèches qui abritent des arbres, des plantes herbacées et de nombreux autres types de végétation. La deuxième partie est constituée d'une bande riveraine, il s'agit d'une lisière de terre et de végétation entre les terres hautes et les zones d'eau de faible profondeur. La troisième partie d'un milieu humide est la zone aquatique, celle-ci peut être profonde et comporter une grande superficie d'eau libre, ou elle peut être peu profonde, sans aucune étendue d'eau libre, on y trouve des joncs, des carex et une grande variété de plantes aquatiques.
- Les milieux humides font partie d'un bassin versant, qui est l'ensemble d'un territoire drainé par un cours d'eau et ses affluents. Ces derniers sont de vastes systèmes hydrologiques au sein desquels l'eau s'écoule vers une même rivière, un même lac ou un même océan.

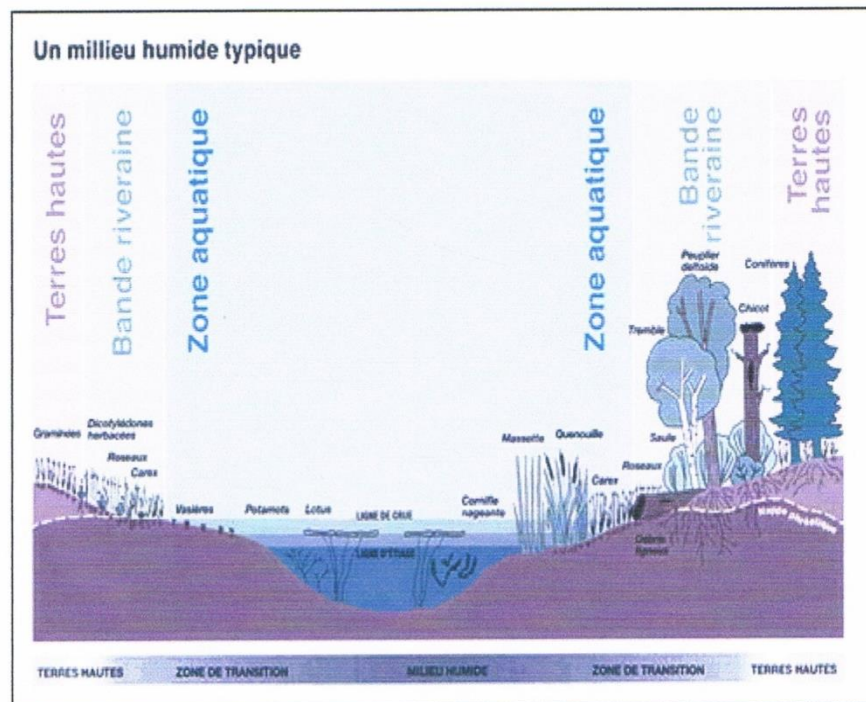


Figure 1 : Composition d'une zone humide

## 6. Types de zones humides

Un milieu humide peut être de nature organique ou minérale, le sol des milieux humides organiques comporte une grande quantité de tourbe ou de matière végétale, les milieux

humides minéraux comportent beaucoup d'eau, très peu de tourbe et moins de végétation que les milieux humides organiques.

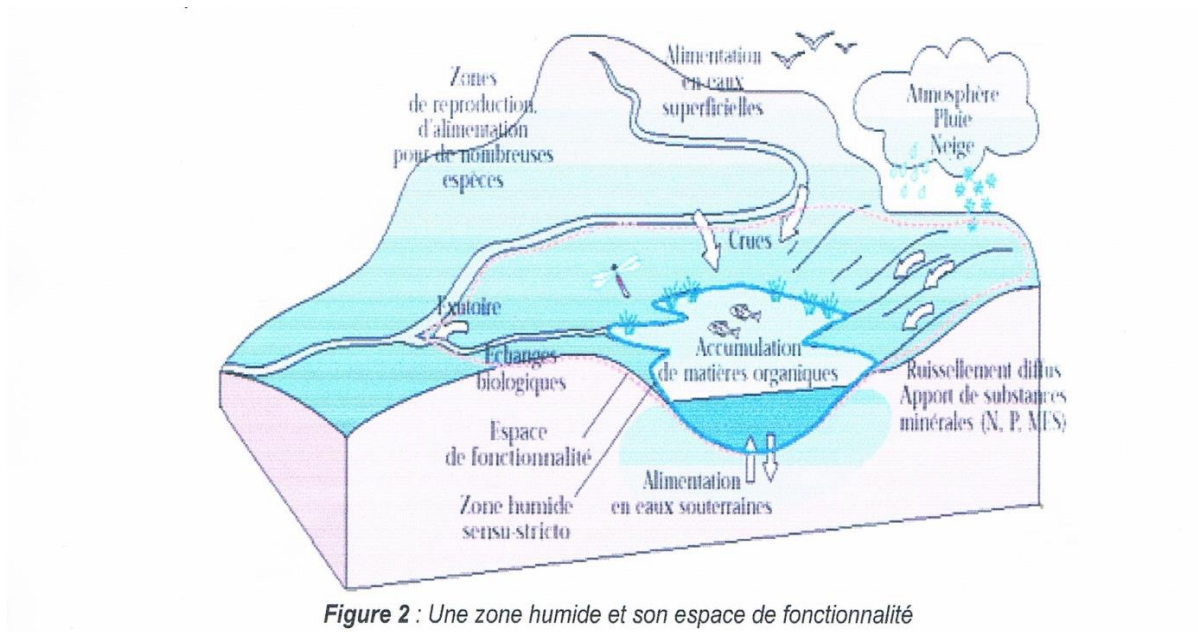
- a- **Les milieux humides organiques :** Les milieux humides organiques renferment beaucoup moins d'eau libre que les milieux humides minéraux. En général, les milieux humides organiques sont des écosystèmes moins productifs que les milieux humides minéraux. L'eau dans ces habitats, n'interagit pas beaucoup avec les sols et c'est pourquoi elle est pauvre en nutriments.
- b- **Les milieux humides minéraux:** Les milieux humides minéraux se caractérisent par des sols riches en minéraux et une vie animale et végétale abondante. Les eaux libres, qui proviennent de différentes sources (eaux souterraines, précipitations, ruissellement, par exemple), attirent une faune très variée. Les milieux humides minéraux sont des systèmes très productifs. Les eaux libres, souvent riches en nutriments, abritent de nombreuses espèces végétales et animales, dont des insectes et des poissons. D'autres animaux, comme les Oies, les Canards et d'autres espèces de sauvagine migratrice, ont également besoin de l'eau libre de ces habitats.

## 7. Fonctionnement des zones humides(Figure 2)

Un milieu humide fonctionne différemment selon la façon dont il interagit avec les habitats environnants, en particulier selon la façon dont l'eau entre et sort, et selon la profondeur de l'eau. **L'alimentation en eau des milieux humides provient de différentes sources:**

· l'eau souterraine ; · la pluie ; · l'eau de ruissellement provenant de la fonte des neiges et des précipitations ; · les ruisseaux.

Les zones humides absorbent l'eau provenant de nombreuses sources différentes durant les périodes de précipitations, et elles la libèrent lentement au cours des périodes plus sèches. Ces habitats contribuent ainsi à réduire les inondations, à atténuer les effets des sécheresses et à recharger les nappes phréatiques. L'eau qui s'écoule vers un milieu humide à partir d'un terrain plus élevé doit passer par des terres hautes et des bandes riveraines. Une fois que l'eau a atteint la zone aquatique, son niveau peut varier. Certains milieux humides, sont inondés en permanence, tandis que d'autres ne le sont que durant certaines périodes de l'année.



## 8. Zones humides en Algérie et leurs importances:

Il existe plus de 254 zones humides en Algérie. Sa configuration physique et la diversité de son climat lui confèrent d'importantes zones humides.

- Frange nord-ouest ; plans d'eau salés : les shotts et dayas
- Frange nord-est : lacs d'eaux douces, marais, plaines d'inondations
- Le Sahara : gueltas (sources d'eaux permanentes).

## 9. Classification des zones humides en Algérie:

### 9.1. Répartition géographique :

Les zones humides sont regroupées en **06 régions géographiques**:

- **Régions nord-Est:** El Kala (03 sites), Mékhada (03 sites), Fetzara (01 site), Skikda (03 sites)
- **Région Constantinoise:** Sétif (5 sites), Oum El Bouaghi (12 sites)
- **Région Sud-Est:** Biskra (8 sites), Touggourt (8 sites)
- **Région Centre:** Réghaia (01 site), Boughzoul (03 sites)
- **Région Sud-Centre:** Menia (02 sites)
- **Région Ouest:** (25 sites)

### 9.2. Classification écologique des zones humides en Algérie : (Morgan & Boy, 1982)



Les principaux sites algériens ont été classés sur la base de cette méthode. Les critères utilisés pour définir les valeurs de conservation des sites humides sont d'ordre écologique:

- L'importance en tant qu'unité de conservation :
  - a- Fragilité, b- Superficie, c- menaces
- La représentativité
- La richesse et la diversité :
  - a- Espèces, b- Habitats, c- nombre de Canards
- Si le site est naturel ou artificiel
- La rareté :
  - a- En espèces, b- du sites
- La valeur potentielle du site
- L'utilisation dans le cadre de l'éducation, la sensibilisation et du Tourisme.

**Tableau 1. Catégories des zones humides et sites algériens.**

<b>Catégories des zones humides</b>	<b>Sites en Algérie</b>
1. Sites marins artificiels	Salines, Salines d'Annaba
2. Sites marins naturels	Lac Melleh, Garaet El Hours (Guerbes)
3. Sites à végétation inférieure à 30%, Chotts et sebkhatés sans végétation	Sebkha Djendli, Chott Gadaine, Chott El Goléa, Chott Ain Beida (Ouargla)
4. Sites à végétation émergentes supérieure à 30%, à dominance des Phragmites	Marais de la Mékhada (El Tarf), Marais de La Macta (Mascara, Oran, Mostaganem)
5. Sites à végétation émergentes supérieure à 30%, à dominance de Scirpes	Lac Fetzara (Annaba)
6. Sites artificiels : Barrages sans végétation	Barrage de Boughzoul, Barrage de Ain Zada (Ain Zada) ; barrage de Sidi Abed
7. Sites artificiels : Barrages avec végétation	Barrage de Cheffia, barrage de Zerdazas, Barrage de Guenitra
8. Chotts et Sebkhatés sans végétation	Grand Sebkhas d'Oran, Sebkhas Ezzemoul, Chott El Hodna (M'sila), Chott Ettaref, GaraetGuellif, GaraetAnkDjemal, Sebkhas Tinsilt (O. E .Bouaghi), Chott Merouane, chott Sidi Khouiled (Ouargla), Chott Chergui (Saida)

9. Oasis	Lac Temacine., Lac Megarine., Oasis de chegga (Biskra).,Kerdache.
10. Sites peu salés à végétation aquatique inférieure à 5%	Lac Gharabs.
11. Lac d'eau douce permanente:	Lac Tonga, Lac Oubeïra, Lac des Oseaux(El Tarf)., Lac de Réghaia.

### 10. Les zones humides algérienne d'importance internationale

Les zones humides d'importance internationale, au nombre de 51 en 2011 sont par définition , d'une importance exceptionnelle, elles représentent les meilleurs exemples d'écosystèmes des zones humides du point de vue de leur fonctions écologiques et hydrologiques, leur biodiversité et de leur importance socio-économique. **Le tableau 2** regroupe l'ensemble des sites algériens inscrits sur la liste RAMSAR de zones humides d'importance internationale inscrits en novembre 2011 à Valence en Espagne. En 2011, l'Algérie comptabilisait 51 sites de zones humides occupant une superficie totale de 2991013 ha (**Tableau 3**).

### 11. Principales fonctions des zones humides

Les zones humides, classées parmi les milieux les plus productifs du monde, sont le berceau de la diversité biologique, elles fournissent l'alimentation dont dépendent pour leur survie d'innombrables espèces de plantes et d'animaux. Elles rendent également de nombreux services économiques de très grande importance.

Un bref résumé des fonctions, des valeurs et des avantages des zones humides, explique pourquoi ces dernières apportent une réponse essentielle à la crise de l'eau. **Ainsi les principaux rôles des zones humides sont les suivants:**

- **Elles fournissent et stockent l'eau potable** pour la consommation humaine, ainsi que l'eau destinée à l'agriculture et aux loisirs.
- **Elles ont aussi un rôle déterminant dans la régulation des régimes hydrologiques**  
-Lorsqu'elles ne sont pas saturées en eau, les zones humides retardent globalement le ruissellement des eaux de pluies, et le transfert immédiat des eaux superficielles vers les fleuves et les rivières situés en aval.



*-Le comportement des zones humides à l'échelle d'un bassin versant, peut être assimilé à celui d'une éponge, elles "absorbent" momentanément l'excès d'eau, puis le restituent progressivement lors des périodes de sécheresse.*

*-Recharge et protection des nappes phréatiques : les zones humides peuvent jouer un rôle important de réapprovisionnement ou de recharge des nappes phréatiques, cette recharge se produit quand l'eau s'infiltré à travers les couches supérieures du sol vers la nappe aquifère.*

*-Rétention et exportation des sédiments : les zones humides atténuent la force de l'eau (la végétation des zones humides réduit la vitesse du courant), favorisant le dépôt des sédiments en suspension et qui pourraient en aval, bloquer les cours d'eau et diminuer l'érosion des rivages.*

- **Auto -épuration:** les zones humides contribuent au maintien et à l'amélioration de la qualité de l'eau, en agissant comme filtre épurateur. En effet, elles sont capables d'absorber des quantités importantes de produits chimiques, de filtrer les polluants et de produire des millions de litre d'eau claire. Elles nettoient même très efficacement les eaux usées par la dégradation biochimique (notamment grâce aux bactéries).
- **Atténuation des changements:** les zones humides participent aussi à la régulation des microclimats. Les précipitations et la température atmosphérique, peuvent être influencées localement par les phénomènes d'évaporation intense d'eau, au travers des terrains et de la végétation (évapotranspiration) qui caractérisent les zones humides. Elles peuvent ainsi tamponner les effets des sécheresses.

*Les zones humides jouent aussi un rôle dans la gestion des gaz à effet de serre (en particulier le Dioxyde de carbone). Ainsi la destruction d'une zone humide libère du Dioxyde de carbone, tandis que la restauration ou la création d'une zone humide augmente la capacité de piégeage de carbone.*

- **Production de ressources naturelles :** l'économie de certaines régions peut dépendre fortement de zones humides, par leur utilisation en agriculture (pâturage, exploitation des roseaux...), pour la pêche extensive et l'aquaculture (**conchyliculture**)
- **Réservoir de diversité biologique :** dans les zones humides vivent des plantes et des animaux sauvages en concentration spectaculaire, ces milieux assument dans leur globalité les différentes fonctions essentielles à la vie des organismes qui y sont inféodés:

- **Fonction d'alimentation** : découlant de la richesse et de la concentration en éléments nutritifs observées dans ces zones.
- **Fonction de reproduction** : la présence de ressources alimentaires variées et la diversité des habitats, constituent des éléments essentiels conditionnant la reproduction des organismes vivants.
- **Fonction d'abri, de refuge et de repos** notamment pour les poissons et les oiseaux.
- **Ces fonctions biologiques** confèrent aux zones humides une capacité à produire de la matière vivante ; elles se caractérisent ainsi par une productivité biologique nettement plus élevée que les autres milieux. Les zones humides représentent également des zones étapes pour des espèces d'oiseaux migratrices.
- **Espaces de loisirs et paysages de qualité** : par leur beauté naturelle ainsi que par la diversité de la vie animale et végétale que l'on y trouve, les zones humides sont des destinations touristiques idéales. De nombreuses activités récréatives y sont associées, de la navigation et d'autres sports aquatiques, en passant par la chasse, la pêche, l'observation de la faune sauvage, l'animation et la sensibilisation à la protection des milieux naturels, voire même l'art et la littérature.
- Les zones humides sont aussi considérées comme **des stations d'études scientifiques**. *Il apparaît que les fonctions écologiques et valeurs économiques des zones humides sont intimement liées, que l'on touche à l'une des composantes, et c'est le rôle de l'ensemble qui risque d'être perturbé. De ce fait, leur gestion doit être conçue de manière intégrée dans le cadre de projets de développement durable et d'aménagement raisonné.*

### 13. Problèmes des zones humides

- Les causes de la régression des zones humides algériennes sont multiples. Certaines zones humides telles La Macta et le marais de Réghaia souffrent de la proximité de centres industriels et urbains (Arzew et Rouiba), qui déversent souvent toutes sortes de produits polluants, entraînant largement **la pollution** des ressources en eaux superficielles et même souterraines ainsi que la contamination des chaînes trophiques.
- **L'exploitation et l'introduction des espèces de poissons exotiques** dans certains lacs (Mellah et Oubeira) par les services de pêche sans études préliminaires d'impact ont perturbé gravement le milieu et affectent tout l'écosystème.
- **La construction de barrage**, étant souvent considérée comme un symbole concret du développement économique d'un pays, représente un problème crucial

pour les zones humides, leurs affluents sont détournés, diminuent les apports des eaux en qualité et quantité.

- **Les pompages** illicites d'eau pour l'irrigation des terres agricoles avec surtout l'installation d'une activité agricole à proximité des zones humides peuvent à long terme entraîner l'assèchement des plans d'eaux (cas du lac Noir, El Kala) et même parfois la pollution par l'utilisation de produits phytosanitaires.
- **Le surpaturage** entraîne la dégradation de la flore environnante provoquant un effet de piétinement qui enfonce la végétation dans la boue et l'empêche de se régénérer et même le tassement du sol qui le rend imperméable lors de la germination des graines.
- **Perte et/ou perturbation des habitats** : la disparition des habitats naturels a eu des conséquences désastreuses pour la flore et la faune, certaines espèces se sont éteintes d'autres ont beaucoup perdu de leur étendue et de leur densité.

## Conclusion

Les zones humides rendent des services économiques très importants par exemple : alimentation en eau (quantité et qualité), pêcheries (plus des deux tiers de poissons pêchés dans le monde dépendent du bon état des zones humides côtières et intérieures), agriculture, grâce au renouvellement des nappes phréatiques et à la rétention des substances nutritives sur les plaines d'inondation, production de bois d'œuvre, ressources énergétiques telles que la tourbe et la litière, flore et faune sauvage, transports, activités récréatives et tourisme, etc.

Enfin, les zones humides sont l'élément du patrimoine culturel de l'humanité, et elles ont leur places dans les croyances religieuses et cosmologiques, constituent une source d'inspiration esthétique servent de refuge aux espèces sauvages et ont fait naître d'importantes traditions locales. Ces fonctions, valeurs et traits particuliers ne peuvent se perpétuer que si les processus écologiques des zones humides se déroulent normalement. Malheureusement et malgré les progrès notables réalisés depuis quelques dizaines d'années, ces milieux restent parmi les écosystèmes les plus menacés du monde par le drainage, l'assèchement, la pollution et la surexploitation des ressources naturelles diverses.

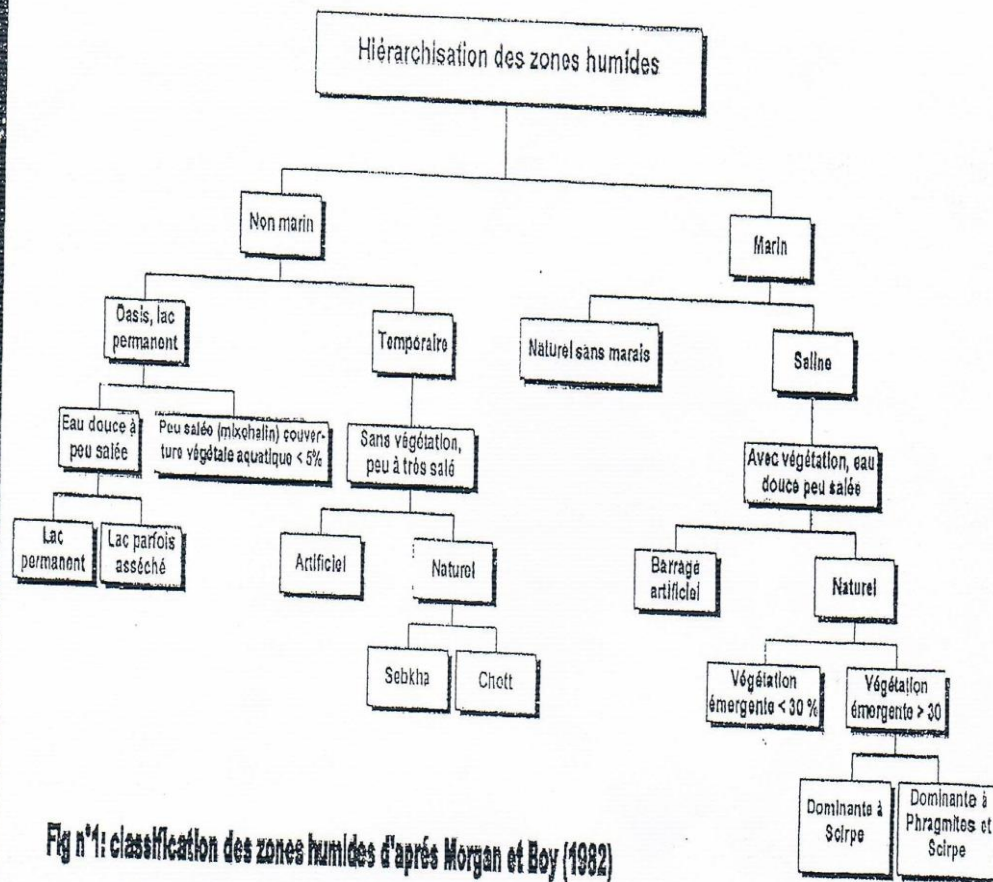


Fig n°1: classification des zones humides d'après Morgan et Boy (1982)

Source: (Chalabi, 1990 in CHEROUANA, 1996).

Tableau 2: Type et localisation administrative des 42 sites humides algériens d'importance internationale (2004)

Nom de la zone humide	Type de zone humide	Wilaya
1-Lac Tonga	Lac d'eau douce côtier, marais et aulnaie	El Tarf,
2-Lac Oubeïra	Lac d'eau douce côtier	El Tarf,
3-Le lac des oiseaux	Lac d'eau douce côtier	El Tarf,
4-Chott EChergui	Chott salé, continental saumâtre et d'eau douce.	Saïda, Nâama, El Bayadh
5-Guerbes	Plaine d'inondation côtière, lacs d'eaux douces et saumâtres.	Skikda
6-Chott El Hodna	Chott et sebkha continentaux,	M'Sila et Batna
7-Valée d'Iherir	Gueltates d'eau douce	Illizi
8-Gueltates d'Issikarassene	Gueltates d'eau douce	Tamanrasset
9-Chott Merouane et Oued Khrouf	Chott continental	El Oued et Biskra
10-Marais de la Macta	Marais côtier et Oued	Mascara, Oran et Mostaganem
11-Oasis d'Ouled Saïd	Oasis et foggara	Adrar
12-Sebkha d'Oran	Sebkha ou lac salé continental	Wilaya d'Oran
13-Oasis de Tamentit et Sid Ahmed Timmi	Oasis et foggara	Adrar
14-Oasis de Moghrar et Tiout	Oasis et foggara	Nâama
15-Zehrez Chergui	Chott et sebkha continentaux	Djelfa
16-Zehrez Gharbi	Chott et sebkha continentaux	Djelfa
17-Gueltates d'Affilal	Gueltates	Tamanrasset
18Grotte de Ghar Boumâaza	Grotte karstique continentale et oued	Tlemcen
19Marais de la Mekhada	Marais d'eaux douces et saumâtres	El Tarf
20-Chott Melghir	Chott et Sebkha salés continentaux	El Oued et Biskra
21-Lac de Réghaïa	Lac, marais et oued côtiers	Alger
22-Lac Noir	Tourbière morte	El Tarf,
23-Aulnaies de AïnKhiar	Aulnaie et oued d'eau douce	El Tarf,
24-Lac de Béni Bélaïd	Lac, marais, aulnaie et oued côtiers d'eau douce	Wilaya de Jijel
25-Cirque de Aïn Ouarka	Lacs et sources d'eaux chaudes et froides, cirque géologique	Nâama
26-Lac de Fetzara	Lac d'eau douce	Annaba
27- Sebkhat El Hamiet	Lac salé saisonnier	Sétif
28-Sebkhat Bazer	Lac salé permanent	Sétif
29-Chott El Beïdha-Hammam Essoukhna	Lac salé saisonnier, prairie humide	Sétif
30-Garaet Annk Djemel-El Merhssel	Lac salé saisonnier	Oum el Bouaghi
31-Garaet Guellif	Lac salé saisonnier	Oum el Bouaghi
32-Chott Tinsilt	Chott et sebkha	Oum el Bouaghi
33-Garaet El Taref	Lac salé permanent	Oum el Bouaghi
34- Dayet El Ferd	Lac saumâtre permanent	Tlemcen
35-Oglat Edaïra	Lac saumâtre	Naama
36-Les Salines d'Arzew	Lac salé saisonnier	Oran
37-Le lac de Tellamine	Lac salé saisonnier	Oran
38-Le Lac Mellah	Lac d'eau saumâtre	El Tarf
39-Sebkhat El Meleh(Lac d'El Goléa)	Lac salé	Ghardaïa
40-Chott Oum Raneb	Lac salé	Ouargla
41-Chott Sidi Slïmane	Lac saumâtre permanent	Ouargla
42-Chott Aïn El Beïda	Lac salé	Ouargla



Tableau 3: Zones humides algériennes d'importance internationale (2011)

	Nom du site	Date de classement	Wilaya	Superficie (ha)
1	Réserve Intégrale du Lac Oubeïra	4 novembre 1983	El Tarf	3 160
2	Réserve Intégrale du Lac Tonga	4 novembre 1983	El Tarf	2 700
3	La Réserve Naturelle du Lac des Oiseaux	22 mars 1999	El Tarf	120
4	Chott EChergui	2 février 2001	Saïda	855 500
5	Chott el Hodna	2 février 2001	M'Sila, Batna	362 000
6	Chott Merrouane et Oued Khrouf	2 février 2001	El Oued	337 700
7	Sebkha d'Oran	2 février 2001	Oran	56 870
8	Complexe de zones humides de la plaine de Guerbes-Sanhadja	2 février 2001	Skikda, El Tarf	42 100
9	La Vallée d'Iherir	2 février 2001	Illizi	6 500
10	Les Gueltables d'Issakarassene	2 février 2001	Tamanrasset	35 100
11	Marais de la Macta	2 février 2001	Mascara, Mostaganem, Oran	44 500
12	Oasis d'Ouled Saïd	2 février 2001	Adrar	25 400
13	Oasis de Tamantit et Sid Ahmed Timmi	2 février 2001	Adrar	95 700
14	Aulnaie d'Aïn Khiar	2 février 2001	El Tarf	180
15	Chott de Zehrez Chergui	4 juin 2003	Djelfa	50 985
16	Chott de Zehrez Gharbi	4 juin 2003	Djelfa	52 200
17	Chott Melghir	4 juin 2003	El Oued, Biskra, Khenchela	551 500
18	Grotte karstique de Ghar Boumâaza	4 juin 2003	Tlemcen	20 000
19	Gueltables Afilal	4 juin 2003	Tamanrasset	20 900
20	Lac de Fetzara	4 juin 2003	Annaba	20 680
21	Le Cirque de Aïn Ouarka	4 juin 2003	Naâma	2 350
22	Marais de la Mekhada	4 juin 2003	Naâma	8 900
23	Marais de la Mekhada	4 juin 2003	El Tarf	8 900
24	Oasis de Moghrar et Tiout	4 juin 2003	Naâma	195 500
25	Réserve Naturelle du Lac de Béni-Bélaïd	4 juin 2003	Jijel	600
26	Réserve Naturelle du Lac de Réghaïa	4 juin 2003	Alger	842
27	Tourbière du Lac Noir	4 juin 2003	El Tarf	5
28	Chott Aïn El Beïda	12 décembre 2004	Ouargla	6 853
29	Chott El Beïdha Hammam Essoukhna	12 décembre 2004	Sétif, Batna	12 223
30	Chott Oum El Raneb	12 décembre 2004	Ouargla	7 155
31	Chott Sidi Slimane	12 décembre 2004	Ouargla	616
32	Chott Tinsilt	12 décembre 2004	Oum El Bouaghi	2 154
33	Dayet El Ferd	12 décembre 2004	Tlemcen	3 323
34	Garaet Annk Djemel et El Merhsel	12 décembre 2004	Oum El Bouaghi	18 140
35	Garaet El Taref	12 décembre 2004	Oum El Bouaghi	33 460
36	Garaet Guellif	12 décembre 2004	Oum El Bouaghi	24 000
37	Lac de Têlamine	12 décembre 2004	Oran	2 399



38	Réserve Intégrale du Lac El Mellah	12 décembre 2004	El Tarf	2 257
39	Les Salines d'Arzew	12 décembre 2004	Oran, Mascara	5 778
40	Oglat Ed Daïra	12 décembre 2004	Naâma	23 430
41	Sebkhet Bazer	12 décembre 2004	Sétif	4 379
42	Sebkhet El Hamiet	12 décembre 2004	Sétif	2 509
43	Sebkhet El Melah	12 décembre 2004	Ghardaia	18 947
44	Garaet Timerganine	18 décembre 2009	Oum El Bouaghi	1 460
45	Marais de Bourdîm	18 décembre 2009	El Tarf	11
46	Site classé Sebkhet Ezzmoul	18 décembre 2009	Oum El Bouaghi	6 765
47	Site Ramsar du Lac Boulhilet	18 décembre 2009	Oum El Bouaghi	85 6
48	Vallée de l'oued Soummam	18 décembre 2009	Béjaïa	12 453
49	Oum Lâagareb	5 juin 2011	El Tarf	72 9
50	Lac du barrage de Boughezoul	5 juin 2011	Médéa	9
51	Ile de Rachgoun	5 juin 2011	Aïn Témouchent	66
	total = 51 lieux		total ha =	2 991 013