

Chapitre 3 : Propriétés physico-chimiques et biologiques des milieux aquatiques.

1. Introduction

Les milieux aquatiques comprennent les eaux douces (lacs, rivières, nappes phréatiques) et marines (océans, mers, estuaires). Leur qualité est déterminée par des propriétés physico-chimiques (température, pH, oxygène, nutriments) et biologiques (diversité et abondance des organismes vivants). Ces paramètres influencent la biodiversité, la productivité et la stabilité des écosystèmes aquatiques.

Les propriétés physico-chimiques et biologiques des milieux aquatiques déterminent leur qualité écologique et leur fonctionnement et influencent directement la vie aquatique. Ces propriétés interagissent pour structurer les écosystèmes aquatiques et influencer le développement, la diversité et la distribution des organismes vivants. Leur équilibre est essentiel à la stabilité des écosystèmes et à la préservation de la biodiversité. Ces propriétés déterminent répartition, la croissance, la reproduction et la survie des organismes, la disponibilité des ressources, les conditions de vie et les dynamiques écologiques, ayant des implications majeures sur la productivité, la biodiversité et la stabilité, la résilience des milieux aquatiques face aux perturbations naturelles et anthropiques. L'étude de ces paramètres permet de surveiller l'état des écosystèmes aquatiques et de prévenir leur dégradation. Toutefois, les activités humaines et le changement climatique altèrent ces interactions, menaçant la santé des milieux aquatiques et nécessitant des stratégies de gestion durable.

2. Propriétés physico-chimiques des milieux aquatiques

2.1. Température de l'eau :

La température influence le taux métabolique des organismes aquatiques et la solubilité des gaz (ex : oxygène dissous). Elle affecte la stratification thermique dans les lacs (épilimnion, métalimnion, hypolimnion).

2.2. Oxygène dissous (OD) :

L'OD est indispensable pour la respiration des organismes aérobies. Il est influencé par la photosynthèse (augmentation de jour) et la respiration des organismes (consommation la nuit). Le déficit en oxygène (hypoxie, anoxie) est causé par l'eutrophisation et la pollution organique.

2.3. pH de l'eau :

Le pH de l'eau dépend des concentrations en CO_2 , carbonates et bicarbonates. Il influence la solubilité des métaux et la toxicité des polluants.

- **Exemples** : Acidification des océans due à l'absorption du CO_2 atmosphérique.

2.4. Nutriments (azote, phosphore, carbone):

- **Azote (N)** : se trouve sous forme de nitrates (NO_3^-), nitrites (NO_2^-) et ammonium (NH_4^+). Il est essentiel pour la croissance des algues et bactéries.

- **Phosphore (P)** : est un facteur limitant dans les eaux douces. L'excès provoque l'eutrophisation.

- **Carbone organique et inorganique** : est une source d'énergie pour les microorganismes.

2.5. Turbidité et matières en suspension (MES):

L'excès de MES provoque la turbidité de l'eau, la turbidité réduit la pénétration de la lumière et affecte la photosynthèse. Elle peut provenir de l'érosion, de la pollution ou de la prolifération du phytoplancton.

3. Propriétés biologiques des milieux aquatiques :

3.1. Microorganismes aquatiques :

Les bactéries et les protistes jouent un rôle clé dans le cycle des nutriments et la décomposition de la matière organique.

- **Bactéries hétérotrophes** : décomposent la matière organique en CO_2 et nutriments.
- **Bactéries nitrifiantes** : transforment l'ammonium en nitrate (ex : Nitrosomonas et Nitrobacter).
- **Cyanobactéries** : fixent l'azote atmosphérique et produisent des toxines lors de blooms.

3.2. Plancton (phytoplancton et zooplancton) :

- **Phytoplancton** (ex : diatomées, dinoflagellés) : est un producteur primaire, base de la chaîne alimentaire.
- **Zooplancton** (ex : copépodes, rotifères) : il consomme le phytoplancton et transmet l'énergie aux niveaux trophiques supérieurs.

3.3. Macrofaune aquatique :

Elle inclut les invertébrés (mollusques, crustacés, insectes aquatiques) et les vertébrés (poissons, amphibiens). Ce sont des indicateurs de la qualité de l'eau (ex : présence de larves d'éphémères = eau bien oxygénée).

3.4. Bioindicateurs et indices biologiques :

- **Indice Biologique Global Normalisé (IBGN)** : basé sur la diversité et l'abondance des macroinvertébrés.
- **Indice de Qualité des Eaux (IQE)** : basé sur les communautés phytoplanctoniques et benthiques.
- **Indice Saprobique** : mesure la pollution organique en fonction des microorganismes présents.

4. Interactions entre propriétés physico-chimiques et biologiques :

Les interactions entre paramètres physico-chimiques et biologiques sont complexes :

- **Eutrophisation** : Excès de nutriments (N et P) → prolifération algale → consommation d'oxygène → mortalité des organismes.
- **Acidification** : Augmentation du CO_2 dissous → baisse du pH → dissolution des coquilles calcaires des organismes marins (ex : coraux, mollusques).
- **Pollution organique** : Apports de matière organique (ex : rejets domestiques) → augmentation des bactéries décomposeuses → baisse de l'oxygène → zones mortes.

5. Influence des propriétés physico-chimiques sur les organismes aquatiques :

Les caractéristiques physiques et chimiques du milieu aquatique influencent directement la physiologie et le comportement des organismes.

5.1. Température de l'eau et métabolisme des organismes : la température de l'eau peut faire :

- Influence contrôle les réactions enzymatiques et la vitesse des réactions biochimiques (métabolisme) des organismes (poissons, crustacés, algues).
- Influence la solubilité des gaz : une eau plus chaude contient moins d'oxygène dissous, ce qui peut causer du stress ou la mortalité des espèces sensibles.
- Impacte la stratification des eaux (exp : thermocline des lacs) et la répartition des espèces selon leur tolérance thermique.
- Conditionne la distribution des espèces aquatiques selon leur tolérance thermique.

Exemples :

Poissons eurythermes (*Cyprinus carpio*) vs. poissons sténothermes (*Salvelinus alpinus*).

- Augmentation des températures → stress thermique → migration des espèces sensibles.

5.2. Oxygène dissous (OD) et respiration des organismes

- L'OD est essentiel pour la respiration aérobie des poissons, invertébrés et micro-organismes.
- La décomposition de la matière organique par les bactéries consomme de l'oxygène et peut provoquer des zones hypoxiques (exp : zones mortes marines).
- Variations journalières de l'OD : augmentation due à la photosynthèse le jour, diminution la nuit à cause de la respiration.

□ **Facteurs influençant la concentration en O₂** : parmi ces facteurs :

- **Photosynthèse** : production d'O₂ par les plantes et le phytoplancton.
- **Température** : l'eau chaude contient moins d'oxygène.
- **Dégradation de la matière organique** : consommation d'O₂ par les bactéries décomposeuses.

Exemples :

- Faible concentration de l'OD provoque la formation des zones mortes (exp : Golfe du Mexique).
- Sensibilité variable des espèces : poissons comme le brochet nécessitent plus d'oxygène que les poissons-chats.

5.3. pH et toxicité des métaux

- Le pH influence la disponibilité et la toxicité des métaux lourds (exp : aluminium toxique en milieu acide).
- Certains organismes (exp : mollusques) sont sensibles aux variations de pH, notamment en raison de la dissolution de leur coquille calcaire en eaux acides.
- L'acidification des océans due à l'absorption du CO₂ impacte les coraux et les organismes calcaires (ex : foraminifères, mollusques).
- Influence l'équilibre des carbonates et la disponibilité des nutriments.

- Un pH trop acide ou trop basique limite la croissance des organismes.
- Influence la toxicité des métaux lourds :
 - pH acide → augmentation de la solubilité des métaux (ex : aluminium, mercure) → toxicité accrue pour les poissons et invertébrés.
- **Exemples :**
 - Acidification des océans (CO_2 absorbé par l'eau de mer) → dégradation des récifs coralliens.
 - Effets sur les larves de mollusques et crustacés.

5.4. Nutriments et eutrophisation :

- Les nitrates (NO_3^-) et phosphates (PO_4^{3-}) favorisent la croissance du phytoplancton.
- En excès, ils provoquent l'eutrophisation : prolifération d'algues → consommation d'oxygène lors de la décomposition → zones anoxiques → mortalité des poissons.
- Les cyanobactéries peuvent produire des toxines dangereuses pour la faune et l'homme.
- Essentiels à la croissance des plantes et des algues.
- Excès de nutriments (eutrophisation) → prolifération des algues → appauvrissement en O_2 → mortalité des organismes.
- **Exemples :**
 - "Bloom" de cyanobactéries toxiques (*Microcystis aeruginosa*).
 - Zones hypoxiques dans les estuaires et baies côtières

6. Influence des organismes sur les propriétés physico-chimiques des milieux aquatiques :

Les organismes aquatiques modifient leur environnement en influençant la composition chimique et la structure physique de l'eau. Ces organismes aquatiques modifient leur environnement à travers divers processus biologiques.

6.1. Photosynthèse et production d'oxygène :

- Le phytoplancton et les plantes aquatiques produisent de l'oxygène par photosynthèse, contribuant à l'oxygénation de l'eau.
- La production primaire varie selon la disponibilité en lumière, nutriments et température.

6.2. Rôle des plantes aquatiques et phytoplancton :

- Production d'oxygène via la photosynthèse.
- Régulation du pH par l'absorption du CO_2 .
- Stabilisation des sédiments et réduction de la turbidité.

6.3. Bactéries et régulation du cycle des nutriments :

- **Bactéries nitrifiantes** (*Nitrosomonas*, *Nitrobacter*) : convertissent l'ammonium (NH_4^+) en nitrates (NO_3^-).
- **Bactéries dénitrifiantes** : transforment les nitrates en azote gazeux (N_2), réduisant ainsi l'excès d'azote dans l'eau.
- **Bactéries sulfato-réductrices** en milieu anoxique : produisent du sulfure d'hydrogène (H_2S), toxique pour les organismes.
- **Décomposition de la matière organique** : libération de nutriments (minéralisation).

- **Nitrification** : ammonium (NH_4^+) $\rightarrow$ nitrites (NO_2^-) $\rightarrow$ nitrates (NO_3^-).
- **Dénitrification** : nitrates (NO_3^-) $\rightarrow$ azote gazeux (N_2) $\rightarrow$ réduction des excès d'azote dans l'eau.

6.4. Influence des organismes benthiques sur la turbidité

- Les mollusques filtreurs (ex : moules, huîtres) améliorent la clarté de l'eau en filtrant les particules en suspension.
- Les poissons fouisseurs (ex : carpes) remuent les sédiments, augmentant la turbidité et affectant la lumière disponible pour la photosynthèse.

6.5. Influence de la faune sur la structure des milieux aquatiques

- **Vers benthiques et crustacés fouisseurs** (ex : *Corophium volutator*) : bioturbation, remaniement des sédiments, amélioration de l'oxygénation.

Poissons herbivores : contrôle de la biomasse algale et du phytoplancton (ex : carpe herbivore)

7. Interactions et équilibre des écosystèmes aquatiques :

7.1. Équilibre entre production et consommation d'oxygène

- Un bon équilibre entre photosynthèse (production d' O_2) et respiration (consommation d' O_2) maintient un environnement sain.
- La décomposition excessive de matière organique peut entraîner une diminution critique d'oxygène, affectant la faune aquatique

7.2. Impact des polluants chimiques sur la biodiversité

- Les métaux lourds (ex : mercure, plomb) et pesticides s'accumulent dans la chaîne alimentaire et affectent les prédateurs supérieurs (ex : poissons, oiseaux).
- Les hydrocarbures (ex : marées noires) altèrent la physiologie des poissons et crustacés.

8. Interactions et conséquences écologiques :

8.1. Perturbations des cycles biogéochimiques par l'homme

- Déforestation et agriculture $\rightarrow$ augmentation des apports en sédiments et nutriments $\rightarrow$ eutrophisation.
- Rejets industriels et domestiques $\rightarrow$ pollution chimique $\rightarrow$ modification du pH, toxicité accrue.

8.2. Changements climatiques et altération des interactions

- Augmentation des températures $\rightarrow$ désoxygénation et mortalité des espèces sensibles.
- Acidification des océans $\rightarrow$ impact sur les organismes calcificateurs (coraux, mollusques).