



ANALYSE ET PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

INTRODUCTIO



Les contaminants présents dans l'air, l'eau potable, les eaux usées, les sols, doivent être contrôlés dans l'optique de la protection de l'environnement et de la santé publique. Parmi ces derniers, citons les anions et les cations inorganiques, les métaux lourds, les pesticides, les polluants organiques persistants, et les produits pharmaceutiques et de soins personnels.

Chapitre 1 : Analyses physico-chimiques

Les analyses physico-chimiques font référence à toutes les actions de détermination d'une valeur (les paramètres physique et chimiques) sur un échantillon, qu'il s'agisse d'analyses, de mesures, d'observations, etc... faites en laboratoire ou sur le site de la station de mesure.

Comment surveiller la qualité de l'environnement

Deux catégories d'indicateurs

- ❑ Détection des polluants et quantifications dans les milieux physiques et biologiques : Chimie
- ❑ Évaluation des effets des pollutions sur les organismes vivants

a- Sur les individus  **Toxicologie**

b- Sur les populations et/ou les communautés  **Ecotoxicologie**

Définition de l'écologie et de l'environnement

L'écologie : est l'étude des interactions entre les organismes vivants et le milieu, et des organismes vivants entre eux dans les conditions naturelles.



L'Environnement: est l'ensemble de caractères physiques, chimiques et biologiques susceptibles d'avoir une action **directe** ou **indirecte**, **immédiat** ou à **terme**, sur les êtres vivants et sur les activités humaines.

L'environnement

Les composantes environnementales

Eau

Quantité, qualité, fiabilité, accessibilité

Sols

Érosion, productivité agricole, salinité, concentrations nutritives

Air

Effluent gazeux, aérosols

Faune

Population, habitat

Hygiène de l'environnement *Vecteurs de maladies, agents pathogènes*

Flore

Composition et densité de la végétation naturelle, productivité, espèces principales

L'impact environnemental

L'impact environnemental est l'ensemble de tous les facteurs qui perturbent l'environnement.

D'une façon générale, l'environnement est perçu sur les plans physique, chimique, biologique et Technologique.

Physique Rayonnement (magnétique, énergétique...)
Chaleur
Bruit

Chimique Substances chimiques (Médicament, pesticide, engrais, combustion...)

Biologiques: Modification génétique (OGM...)

Technologiques: Construction (barrage hydroélectrique etc...).
Extraction massives de matières premières (Minerai, pétrole, gaz...).

Altération de l'environnement

1

Cours d'eau

Altération de la qualité des eaux de surface: Variation de DCO, pH, température, MES, oxygène dissous, matières organiques, DBO et traces de substances toxiques (Pb, Hg, etc.), ainsi que bactéries et virus.

2

Qualité de l'air

Altération de la qualité de l'air Variation de l'émission de particules (pollens, cendres, poussières, fibres, etc.). Degré de perception olfactive.

3

Qualité du sol

Altération de la qualité du sol: structure, texture, composition chimique du sol

Conséquences

Faune terrestre Altération de la végétation Variation de la structure, de la densité terrestre et aquatique et de son habitat et de la composition des populations animales et végétales.

Flore terrestre Modification sur la faune, Variation du taux de croissance des flores et aquatique et son habitat reproduction. Variation de l'aire de reproduction. Variation du taux de la biomasse.

L'analyse de l'environnementale

L'analyse de l'environnementale comprend deux aspects complémentaires:

- ❑ L'analyse de l'environnement fournit des informations concernant l'identification des polluants dans le milieu concerné, leurs propriétés physico-chimiques et biologiques, leurs niveaux de concentration... ;
- ❑ **L'écotoxicologie:** concerne les impacts de ces contaminants et leurs niveaux de pollution sur l'écosystème et la santé humaine.

Parmi les polluants qui doivent être analysés dans l'environnement, on peut citer les éléments **physico-chimiques** et **biologiques**, **les métaux**, **les médicaments**, **les pesticides**, les **produits pharmaceutiques**

Protection de l'environnement

Les activités de **protection de l'environnement** résultent pour l'essentiel de l'application des règles et normes environnementales.

La protection de l'environnement mesure l'effort financier que consacrent les différents agents à la **prévention**, la **réduction** ou la **suppression** des dégradations de l'environnement. Elle comprend les domaines suivants:

- ✓ La protection de l'air ambiant et du climat;
- ✓ La gestion des eaux usées;
- ✓ La collecte et le traitement des déchets;
- ✓ La protection du sol, des eaux souterraines et des eaux de surface;
- ✓ La lutte contre le bruit;
- ✓ La protection de la biodiversité et des paysages;
- ✓ La protection contre les radiations;

2- LES MATRICES ANALYSÉES

Généralités sur l'analyse chimique: *Vocabulaire*

Echantillon = Une fraction de l'objet à analyser

Analyte(s) = Espèce(s) à doser

Solutés = Analytes dissous dans un échantillon liquide

Matrice = Reste des composés présents dans l'échantillon

Solvant = matrice liquide

Matrice aqueuse = quand le solvant est de l'eau

Matrice organique = quand le solvant ou le milieu sont organiques (huile, feuille,...)

Organique/inorganique?

Organique = qui contient du carbone et de l'hydrogène (H-C)

Inorganique = le reste (N, S,...)

Minérale = qui ne contient pas de carbone

Mise en solution: **Destruction de la matrice**

Pour analyse élémentaire

□ Si échantillons totalement minéraux:

Mise en solution = dissolution de la matrice minérale

□ Si échantillons organiques ou mixtes:

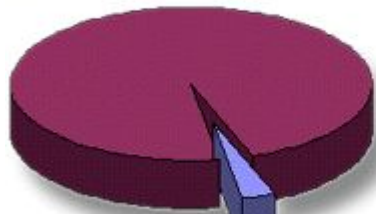
Minéralisation = décomposition de la matière organique en matière minérale

Mise en solution (Les deux étapes se font simultanées ou pas).

L'EAU ANALYSE ET QUALITE

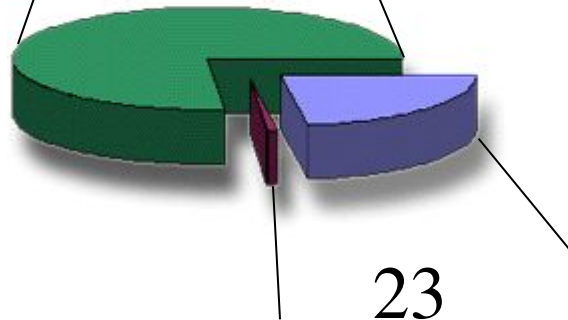
Disponibilité mondiale des ressources en eau

■ eaux salées
■ eaux douces



3
%

■ eaux souterraines
■ eaux superficielles
■ glaces polaires



23

Répartition de l'eau à l'échelle mondiale

	Volume totale (10Ex15 m3)	Pourcentage d'eau douce	Pourcentage de la quantité totale
Eau douce	40	100	2.88
Glaciers	33	82.5	2.37
eaux souterraines	8	20	0.58
lacs	0.1	0.25	0.01
eau dans le sol	0.07	0.175	0.01
eau dans l'atmosphère	0.013	0.0325	0.00
rivières	0.0017	0.00425	0.00
eau dans la matière vivante	0.0011	0.00275	0.00
Océans (eaux salées)	1350		97.12

F. Ramarde : « Qualité des eaux correspond à un ensemble de critères physico-chimiques qui définit leur degré de pureté et, en conséquence, leur aptitude aux divers usages alimentaires, domestiques, agricoles ou industriels ».

Définition

On appelle pollution de l'eau toute modification de la composition de l'eau ayant un caractère gênant ou nuisible pour les usages humains, la faune ou la flore.

Deux grandes formes de pollution :

- ❖ les pollutions ponctuelles, souvent relativement immédiates, qui proviennent de sources bien identifiées (rejets domestiques ou industriels, effluents d'élevage...)
- ❖ les pollutions diffuses, comme celles dues aux épandages de pesticides et d'engrais sur les terres agricoles.

Origine de la pollution

- ❖ Pollution d'origine naturelle
- ❖ Pollution d'origine anthropique

 Notion d'équivalent habitant: unité théorique

correspondant à la pollution produite par un individu en une journée. Actuellement 1 eqH correspond par jour à :
150 litres d'eau + 60g de matières organiques (DBO5) + 4g de phosphore + 15 g d'azote réduit + 90 g de matières en suspension

□ rejets industriels

plus au moins chargés en substances minérales, organiques ou toxiques dont la nature est suivant le type de l'industrie.

□ rejets agricoles

- **engrais**: riche en azote et en phosphore, responsables de la pollution diffus des eaux et constituent les nutriments de l'eutrophisation .
- **Pesticides et produits vétérinaires** : hautement toxique et ayant des effets sur les écosystèmes et la santé humaine et animale.

Analyse physico- chimique

◆ Conductivité:

- Mesurer par conductivimètre
- Elle ne donnera pas forcément une idée sur la charge du milieu car les matières organiques et colloïdales n'ont que peu de conductivité.

La neutralité

- ❖ Le pH constitue une mesure de la concentration en ions H^+ .
- ❖ $pH < 6 < \text{vie poisson} < pH < 9$
- ❖ La valeur du pH conditionne les équilibres physicochimiques -> éléments toxiques:
ex : équilibre bicarbonate $HCO_3^- \rightleftharpoons CO_2$
 $pH < 6$ bicarbonate $\Rightarrow CO_2$ toxique si > 100 mg/l.

ex: équilibre ammonium $NH_4^+ \rightleftharpoons NH_3$ ammoniacale

Si $pH > 8$ $NH_4^+ \Rightarrow NH_3$ toxique pour poissons entre 0,2 et 2mg/l

Impact acidité de l'eau

- ◆ Depuis début des années 1950, apparition pluie acide dans régions industrielles
- ◆ Résulte pollution de l'air (dioxyde de soufre et oxydes d'azote)
- ◆ dissolution gaz dans la vapeur d'eau de l'atmosphère puis oxydation en acides (notamment sulfurique et nitrique)
- ◆ Acidification les précipitations.
- ◆ Pluie acides sur végétation, sol, milieux aquatiques
- ◆ Dans un premier temps, si présence de carbonates, $H_3O^+ + HCO_3^- \Rightarrow CO_2 + 2H_2O$ neutralisation apport acide,

La turbidité

- ◆ **Caractérise la non transparence de l' eau.**

Impact sur la turbidité: Les matières en suspension(MES)

Turbidité de l'eau \Rightarrow impact sur pénétration de la lumière, donc sur photosynthèse.

MES: Ce sont des matières minérales (argiles) et des matières organiques (MO).

MES: Mesurée en mg/l ou g/l correspondent à la masse de matière recueillie par filtration ou centrifugation et séchage en étuve à 105°C.

La pollution domestique produit environ 70 g de M.E.S. par habitant et par jour.

Action des MES

Leur action est surtout mécanique:

- Augmentent la turbidité de l'eau, \square photosynthèse
- Si MES > 25mg/l risque de colmatage branchies poissons
- Modifient la nature des fonds, changeant la flore et la faune (faune et flore des fonds rocaillieux disparaissent). MES colmatent interstice entre gravier, diffusion moindre de l'oxygène dans les fonds
- Elles peuvent adsorber à leur surface des polluants chimiques et des bactéries dont des pathogènes.

Azote

- ◆ **Azote (nitrate, nitrite, ammonium), : engrais, déjection animale, sortie station épuration.**
- ◆ **Ammoniaque gazeux dissous résultent le plus souvent de la décomposition des matières organiques présentes dans les eaux usées (~35% de l'azote éliminé seulement)**
 - *Eau naturelle $[NO_3] < 10\text{mg/l}$*
 - *Sources rejet : 2/3 agricole, 1/3 domestique, très faible part industrielle*
 - *Eau douce, $[NO_3] > 50\text{ mg/l}$ eau non potable .*

Phosphore

- ◆ **Avant les années 1970, problèmes liés excès P dans l'eau peu connus en Europe.**
- ◆ **Les phosphates utilisés en abondance dans les engrais ,les produits de lavage, car ils permettent de lutter contre le calcaire de l'eau et les particules de saleté.**
- ◆ **Provoque des problèmes d'eutrophisation en eau douce,**

Apport de matière organique

- ❖ **Matières organiques ou oxydables (MO) :**
- ❖ **Elles constituent la nourriture principale des micro-organismes également consommateur de l'oxygène dissous dans l'eau.**
- ❖ **excès de matière organique**
 - *Provoque une prolifération de microorganismes et une desoxygenation de l'eau qui peut être fatale à la vie aquatique.*
 - *Ce paramètre correspond à une moyenne pondérée de la demande biochimique en oxygène à 5 jours (DBO5) et de la demande chimique en oxygène(DCO).*

Matière deversé dans l'eau=consommation d'oxygène

- ◆ **Teneur en oxygène exprimée en mg/l**
- ◆ **Les poissons sont en danger si $< 5-6$ mg/l**
- ◆ **La demande chimique en oxygène (DCO)
C'est la quantité d'oxygène (mg) consommée dans un litre d'eau par les matières oxydables sous l'action d'un oxydant chimique.**

La demande biologique en oxygène (DBO)

- ❖ c'est la quantité d'oxygène nécessaire à l'oxydation par voie biologique (microorganismes) des matières organiques présentes dans 1 litre d'eau .(20°C, obscurité pendant 5j, DBO_5) (norme française T90-103)
- ❖ ($DBO_5 = 0.684 \cdot DBO_{totale}$)
- ❖ Consommation proportionnelle à la quantité de MO biologiquement oxydable

Le rapport DCO/DBO5 donne une première estimation de la biodégradabilité de la matière organique d'un effluent donné ;

DCO/DBO5 < 2 : MO est facilement biodégradable.

2 < DCO/DBO5 < 3 : MO est biodégradable avec des souches sélectionnées. ·

DCO/DBO5 > 3 : MO n'est pas biodégradable.

Devenir de la pollution

le rejet d'un polluant dans un milieu peut être suivi par

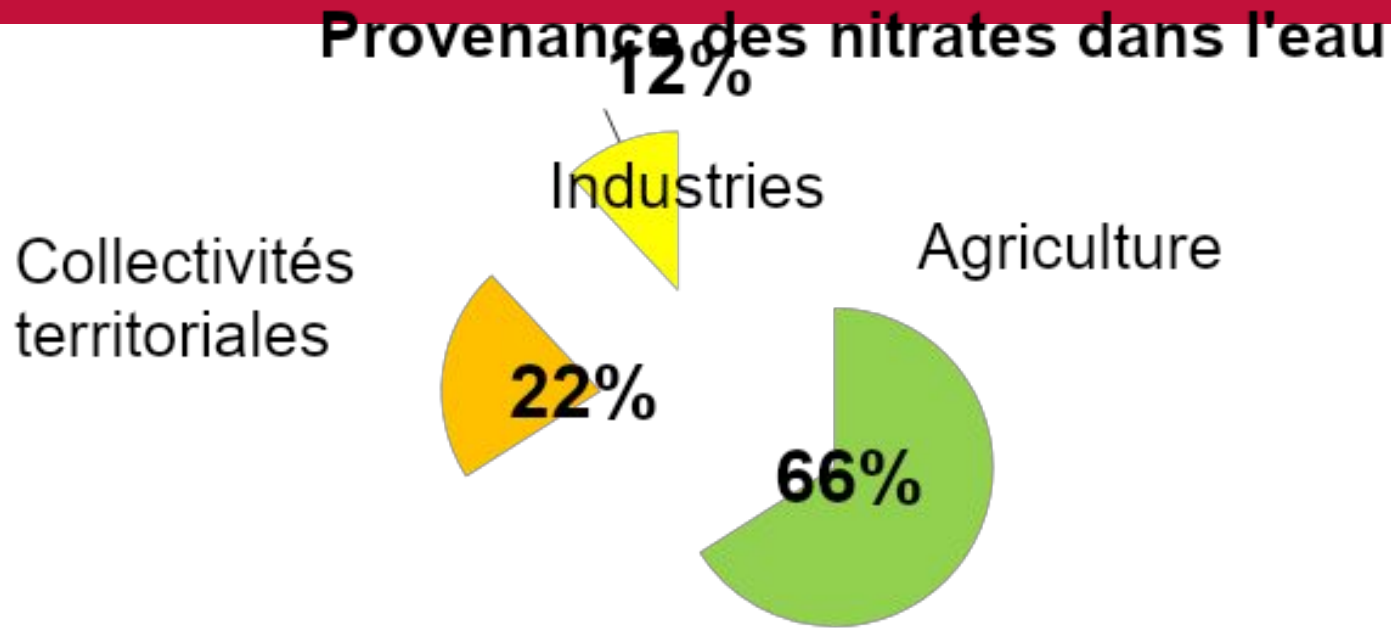
- des phénomènes de contamination (air <-> eau , eau <-> sédiment...)
- et de bioaccumulation (mercure, pesticide, DDT...)

Détermination du carbone organique totale (COT)

C'est la quantité de carbone contenue dans les matières organiques dissoutes ou en suspension dans l'eau.

- ✓ Elle permet de faciliter l'estimation de la demande en oxygène liée aux rejets et d'établir une corrélation avec la DBO et la DCO.

Pollution par les nitrates :



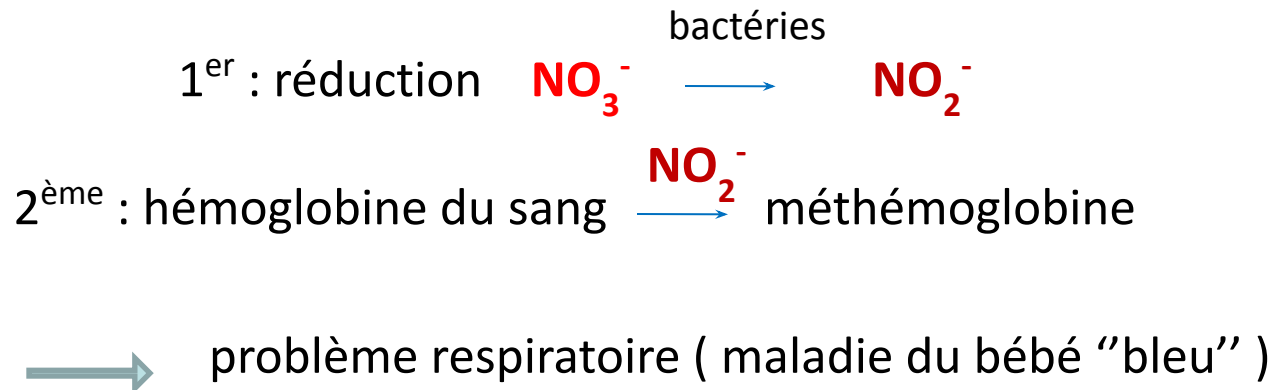
- Surconsommation d'engrais azotés
- Déjections animales d'élevage
- Rejets urbains et industriels

→ **lessivage des nappes phréatiques souterraines**

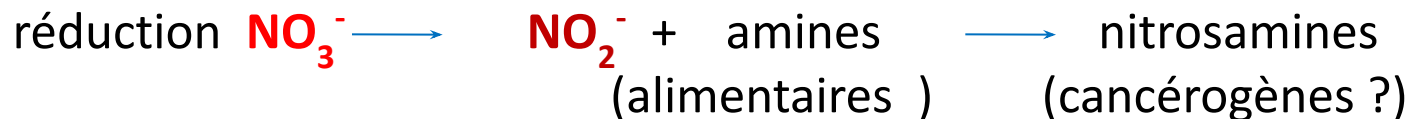
Risques sanitaires des nitrates

1. Risques direct pour la santé : peu de risques graves

★ **La méthémoglobinémie** : danger pour bébés et femmes enceintes



★ **Le cancer de l'estomac** : pas de preuve mais



2. Risques indirects : l'eutrophisation

Eutrophisation : asphyxie des écosystèmes aquatiques par les algues.

Prolifération des :

- **algues** par rejets d'engrais (**nitrates**) et lessives (**phosphates**)
- **bactéries aérobies** (mangent les algues en décomposition)
 - consommation de l'oxygène du milieu
 - émanation de CH_4 , NH_3 et H_2S
- **toxines** (produites par des micro algues)
 - risques pour les baigneurs et consommateurs de crustacés

Dystrophisation : état extrême de l'eutrophisation
→ mort de l'écosystème aquatique

Impact "Eutrophisation des Eaux"



Cours d'eau eutrophisé



Eutrophisation marine

❖ **Milieu oligotrophe**

Concentration faible en éléments nutritifs

❖ **Milieu mésotrophe**

Concentration moyenne en éléments nutritifs

❖ **Milieu eutrophe**

Forte concentration en élément nutritif

Molécules eutrophisantes et origines

■ Molécules

Composés **phosphore P**
phosphates, polyphosphates

Composés **azote N**
ammoniaque, nitrates, nitrites

Composés carbone C
carbonates, molécules
organiques



■ Origines

- Agriculture
engrais, épandages, lisiers
- Industrie
- Eaux usées urbaines
riches en azote et phosphore

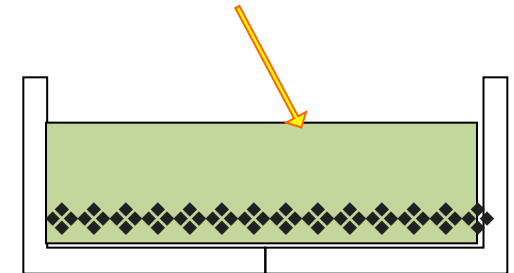
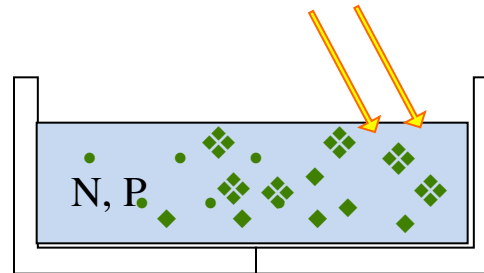
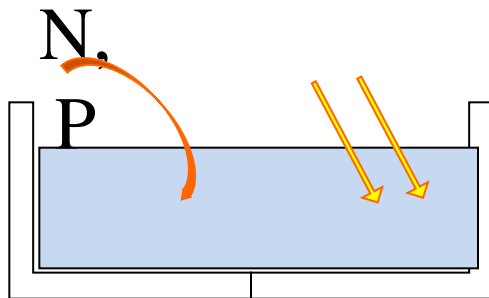
Processus de l'eutrophisation des eaux (1)

excès de nutriments
N et P

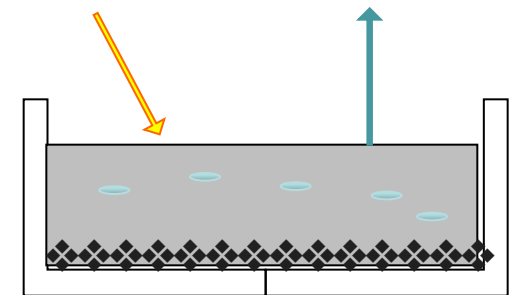
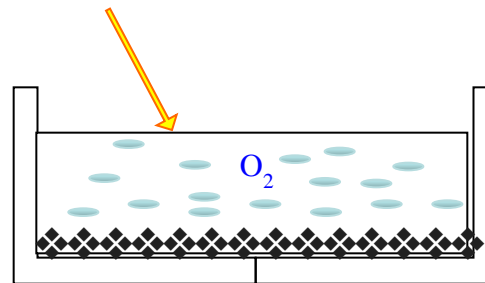
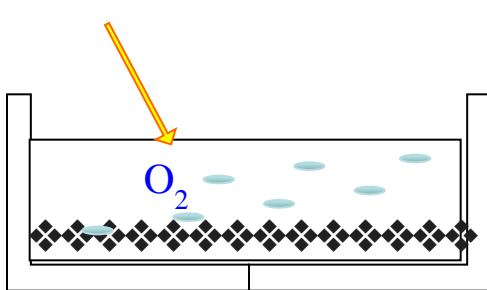
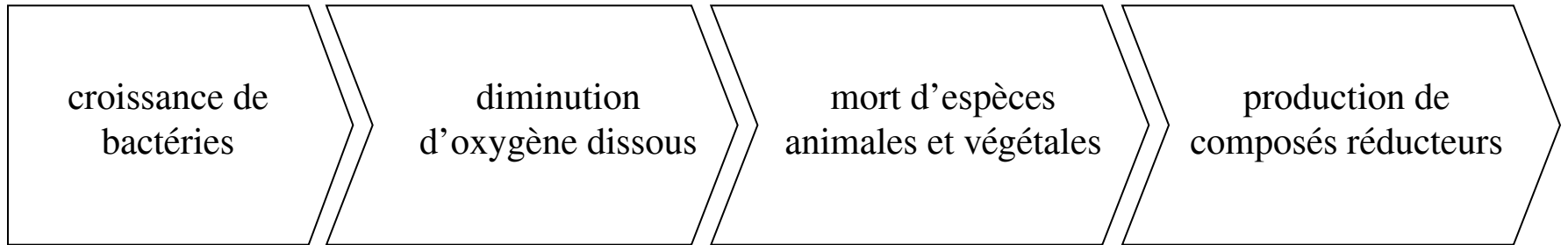
prolifération d'algues
et phytoplancton

augmentation turbidité
diminution de lumière

mort et décomposition
de matière végétale



Processus de l'eutrophisation des eaux (2)

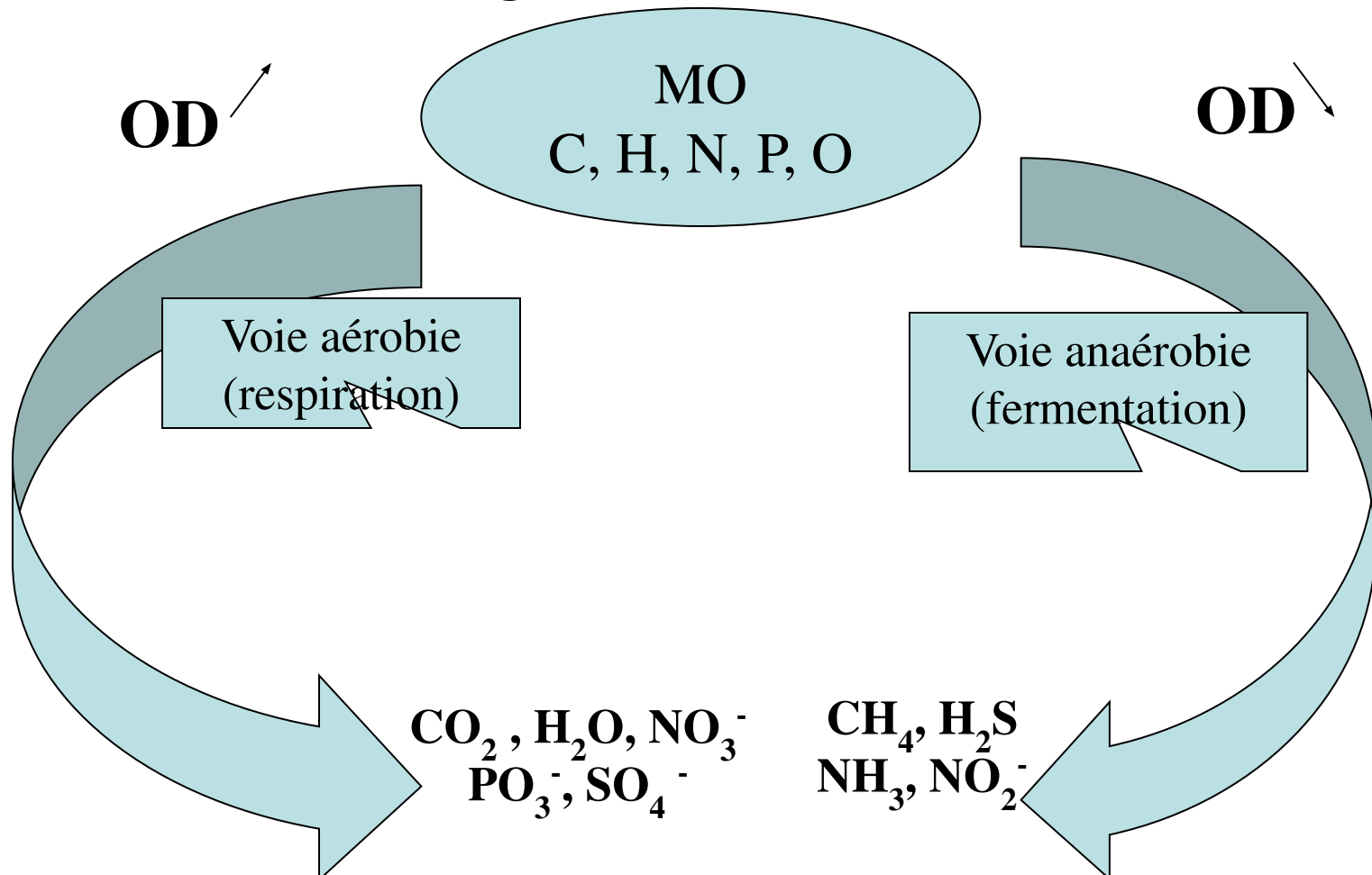


Effets néfastes de l'eutrophisation des eaux

- La prolifération de phytoplanctons et d'algues toxiques
- La diminution de la biodiversité animale et végétale
 - L'envasement d'espaces aquatiques
 - Le développement de pathogènes dans l'eau
- La dégradation des qualités organoleptiques de l'eau

Autoépuration

Phénomène naturel, spontané, grâce auquel une eau élimine une certaine charge de pollution organique sous l'action de micro-organismes.



Qualité microbiologique

Etat de l'eau caractérisé par un niveau de présence de microorganismes (virus, bactéries, etc.) pouvant induire un risque sanitaire plus ou moins grand.

Il existe trois grandes classes d'organismes pathogènes, soit :

- > *les bactéries* (Escherichia coli, Salmonella, etc.);
- > *les virus* (hépatite A, etc.);
- > *les parasites* (Giardia lamblia, Cryptosporidium, etc.).