

1) Introduction

Pourquoi on fait le traitement des eaux ?

Les eaux de surface contiennent en général une grande quantité de solide en suspension, bactéries, algues et matière organiques, sources de mauvais **goût** et de mauvaises **odeurs**.

Certains sont des éléments indispensables au développement du corps humain, d'autre sont des **impuretés** qui devront être éliminées.

2) Pollution de l'eau

On appelle pollution de l'eau toute modification des caractéristiques de l'eau ayant un caractère gênant ou nuisible pour les usages humains, la faune ou la flore. Au cours de son utilisation, l'eau s'appauvrit ou s'enrichit de substances de toutes sortes, ou change de température. Les pollutions qui en résultent se retrouvent dans le milieu naturel (cours d'eau, mer).

3) Les origines de la pollution de la ressource en eau

- **Pollution industrielle** : avec les rejets de produits chimiques les hydrocarbures rejetés par les industries ainsi que les eaux évacuées par les usines
- **Pollution agricole** : avec les déjections animales mais aussi les produits phytosanitaire/ pesticides, fongicides) contenus dans les engrais utilisés dans l'agriculture.
- **La pollution domestique** : avec les eaux usées provenant des toilettes, les produits d'entretien ou cosmétiques (savons, huiles de vidanges
- **La pollution accidentelle** : avec le déversement accidentel de produits toxiques dans le milieu naturel et qui viennent perturber l'écosystème.

4) Quels sont les indicateurs de pollutions de l'eau

Plusieurs paramètres sont des indicateurs de la présence de polluants dans l'eau et de leur quantité. Parmi ces paramètres, on trouve :

a) Paramètre physique :

Turbidité (transparence) : c'est un paramètre, qui varie en fonction des composés colloïdaux (argiles, débris de roche, micro-organismes.....) ou aux acides humiques (dégradation des végétaux) mais aussi pollutions qui troublent l'eau. Avec un appareil (turbidimètre) on mesure la résistance qu'elle oppose par l'eau au passage de la lumière pour lui donner une valeur.

Matières en suspension : MES les très fines particules en suspension (sable, argile, produits organiques, particules de produits polluant, micro-organisme,.....) qui donnent un aspect trouble de l'eau.

La quantité de matières en suspension totale (**MES**) se mesure par filtration d'un litre d'eau et pesage des résidus sèches. Le résultat s'exprime en mg/l.

Température : la température de l'eau influe sur beaucoup d'autres paramètres. C'est en premier lieu le cas pour l'oxygène dissous (dioxygène) indispensable à la vie

aquatique en premier lieu à la respiration des poissons. En effet plus la température de l'eau s'élève, plus sa quantité maximum d'oxygène dissous diminue.

Conductivité

La mesure en $\mu S/cm$ ou mS/cm (micro ou milli siemens par cm) de la conductivité électrique d'une eau s'effectue à l'aide d'un conductimètre.

Celui-ci mesure le passage de l'électricité entre deux électrodes séparées par un cube de 1 cm * 1 cm d'eau. La mesure s'effectue à 25°C ou avec un conductimètre avec compensateur automatique de température. La conductivité d'une eau est l'inverse de la résistivité électrique.

La conductivité permet d'apprécier globalement l'ensemble des produits en solutions dans l'eau.

b) Paramètre chimique :

PH : ce paramètre, qui mesure sur le terrain avec un appareil (pH-mètre), donne le degré d'acidité ou d'alcalinité d'une eau. Le PH (potentiel hydrogène), est le reflet de la concentration d'une eau en ions $H^+ = -\log[H^+]$.

Le PH doit être compris entre 6 et 8 pour permettre la vie aquatique.

La dureté :

Une eau est dite douce ou dure selon sa charge en calcium et en magnésium.

La somme des deux éléments constitue le titre Hydrotimétrique TH. Ces Déterminations sont basées sur la neutralisation d'un volume d'eau par un acide minéral dilué.

L'oxygène dissous :

La présence d'oxygène dans l'eau est indispensable à la respiration des êtres vivants aérobies aquatique. En dessous d'un certain seuil de concentration en oxygène c'est l'asphyxie des poissons. (7mg/l pour les salmonidés ; 3mg/l pour les carpes) l'oxygène de l'eau permet également le processus d'oxydation des matières organique (autoépuration), mais cette décomposition appauvrit le milieu aquatique en oxygène. Pour mesure l'oxygène dissous d'un cours d'eau, il est possible d'utiliser un oxymètre, matériel disposant d'une sonde spéciale. Il existe aussi des **trousses colorimétriques de terrain** utilisant des réactifs chimiques. C'est un paramètre très important pour la vie dans la rivière (respiration des poissons).

Chlorures (sels)

Ils ne sont pas nocifs, mais constituent un important indicateur d'arrivée de pollution. Ils ne sont pas éliminés par les stations d'épuration. Dans la nature ils sont souvent indicateurs d'arrivée d'effluents urbains. A titre indicatif, dans l'eau du robinet le maximum admis est de 250mg/l de chlorures. La concentration naturelle de l'eau en chlorure est fonction de la géologie des sols en générale inférieure à 50mg/l.

Matières organiques

La matière organique (MO) contenue dans l'eau est la partie non encore décomposée de la pollution organique (matières vivantes mortes ou déjections d'organismes vivants).

Elles sont naturellement présentes dans l'eau, mais à faible concentration. S'il y en a plus, il y a pollution provenant de rejets d'eau usées domestique mais épurés, d'effluents agricoles, etc.

La MO peut se rencontrer dans l'eau soit dissoute, soit sous forme particulière visible. La charge de pollution organique est quantifiable par des techniques normalisées la DCO, La DBO₅.

La MO constituée en grande partie d'**Azote Organique** est en final décomposée par les bactéries principalement en **Ammonium**, puis en **Nitrites** et enfin en **Nitrates**. La MO est aussi constituée de **carbone**.

Pour quantification les matières organiques présentes dans l'eau (il s'agit de pollution s'il y a excès), il n'y a pas de mesures directes mais des méthodes pour quantifier par des techniques normalisées l'oxygène nécessaire à leur décomposition :

Méthode de la DBO₅

Cette technique permet de mesurer en laboratoire sur 5 jours (à 20° dans l'obscurité), la quantité d'oxygène consommée par le processus naturel de décomposition de la matière organique décomposable présente dans un litre d'eau. Le résultat est donné en mg/l de (O₂).

La DBO₅ ou demande biologique en oxygène sur 5 jours, représente la quantité d'oxygène nécessaire aux micro-organismes pour oxyder (dégrader) l'ensemble de la matière organique présente dans un échantillon d'eau maintenu à 20C°, à l'obscurité, pendant 5 jours.

Pour mesure de la DBO₅, on réalise une première mesure de la concentration en dioxygène dans l'échantillon d'eau, on répète cette mesure 5 jours plus tard. La DBO₅ représente entre les deux concentrations mesurées.

La DBO₅ d'une eau de surface non polluée, varie normalement de 2 à 20 mg/l. au-delà, on peut suspecter une pollution.

Méthode de la DCO (demande chimique en oxygène)

Contrairement à la DBO₅, qui ne prend en compte que les matières organiques biodégradables, la DCO est une mesure globale des matières organiques et de certains sels minéraux oxydables (pollution organique totale) présents dans l'eau.

Cette technique mesure en laboratoire la quantité d'oxygène consommée par l'oxydation chimique (à l'aide d'un oxydant et à chaud, pendant 2 heures) des matières organiques ou minérales présentes dans l'eau.

Définition : la demande chimique en oxygène (DCO) est la quantité consommée par les matières oxydantes présentes dans l'eau quelles que soit leur origine organique ou minérale.

Pour quantifier la matière organique dans l'eau on peut aussi à l'aide d'analyses mesurer :

Le **COT** c'est-à-dire la concentration en mg/l. de carbone organique total dissous dans l'eau. On parle aussi parfois de **COD**, carbone organique dissous. Pour une eau de surface, la concentration du **COT** d'une eau de surface varie de 2 à 10 mg/l et de 0.5 à 1 mg/l.

Ammonium (NH₄) et Ammoniac (NH₃)

L'azote ammoniacal est souvent le principal indicateur chimique de pollution directe d'une eau de rivière à l'aval d'un rejet polluant (plus encore en aval elle se transforme en nitrites puis nitrates).

L'azote ammoniacal provient de la décomposition des chaînes carbonées constituant les matières organiques par les bactéries de type aérobies majoritairement (bacillus, bacterium), cette dégradation consomme de l'oxygène et libère également du CO_2 dans les eaux.

La forme Ammonium n'est pas toxique. Mais dans les eaux à PH supérieur à 7.5 une fraction peut être transformée en **Ammoniaque** (gaz Ammoniac en suspension dans l'eau et toxique pour les poissons).

Nitrites (NO_2)

Dans l'eau les nitrites sont toxiques pour les poissons surtout lorsque le PH de l'eau est inférieur à 7.

L'effet de toxicité des nitrites est plus rapide que par celle de l'ammoniaque, car elle entraîne la dégradation de l'hémoglobine des globules rouges et l'asphyxie des poissons.

Nitrates (NO_3)

Les nitrates des cours d'eau proviennent :

- Principalement d'origine agricole en raison du recours aux engrais azotés.
- En second lieu des rejets des stations d'épurations (transformation de la matière organique en nitrates). Certaines installations sont complétées par des traitements de dénitrification avant rejet.
- Du milieu naturel, pour 3 et 7 mg/l. seulement, une quantité suffisante pour nourrir la vie aquatique des cours d'eau.

Azote global Kjeldahl (NTK ou NK)

C'est la somme des composés non oxydés de l'azote : azote organique +ammoniacal contenu dans l'eau. (Ou dans sol, ou dans les produits alimentaires) résultat d'analyse exprimé en mg/l méthode normalisée en laboratoire, une personne rejette environ 15g par jour de NTK. Une concentration élevée en azote Kjeldahl permet d'évaluer le niveau de pollution.

Azote global

C'est la somme en azote de toutes les formes d'azote différentes contenues dans un prélèvement (azote gazeux exclu) :

NGL : azote totale Kjeldahl (azote organique et azote ammoniacal) + azote nitreux (nitrites/ N-NO_2) + azote nitrique (nitrates / N-NO_3).

Azote total

C'est la mesure en azote de toutes les formes d'azote différentes : azote ammoniacal (NH_4) + azote nitrique (NO_3) + azote uréique (N uréique).

Azote total = azote ammoniacal + azote uréique +azote nitrique

Le Phosphore

En ce qui intéresse la pollution de l'eau, on en distingue 2 formes : **le phosphore organique**, résidu de matière vivante. **Le phosphore minéral**, essentiellement constitués de **phosphates (PO_4)**, qui représentent 50 à 90% de la totalité du phosphore dans les eaux usées urbaines. De plus, ils constituent, au même titre que les nitrates, un agent fertilisant.

Les orthophosphates (ions PO_4) sont la forme la plus simple et la plus répandue des phosphates dans l'eau.

La plus grande part du **phosphore que l'on retrouve dans les eaux des cours d'eau provient :**

- Des **rejets d'eaux résiduaires**, en premier lieu des déjections humaines, des matières organiques en décomposition, des lessives,.....
- Des **activités agricoles** : pertes d'engrais phosphates utilisés en agriculture et ruissellements d'effluents agricoles

Dans les cours d'eau Nitrates et Phosphates associés contribuent au développement excessif et anarchique des algues.

Potassium (K)

Le potassium (K) élément naturel indispensable à la croissance du vivant. Cependant en excès dans une eau (> 2 ou 3 mg/l) est un indice de pollution par des effluents agricoles ou d'industries, qui en contiennent beaucoup. A moindre proportion, son origine peut être également l'utilisation d'engrais. L'excès de K a peu d'impact sur la vie aquatique.

NPK : c'est ce qu'on appelle le trio azote, phosphate et potassium (NPK) dans l'utilisation des engrais agricoles nitrates, phosphates et potasses, c'est éléments nutritifs, tels que le phosphore, l'azote et le potassium, ne sont cependant pas entièrement utilisés par les végétaux cultivés, et une partie est emportée vers les ruisseaux et rivières par percolation et ruissellement.

Sulfate : leur présence dans les eaux est en général liée à la présence de gypse dans les sols. C'est un composé naturel qui correspond à la présence de soufre dans l'eau. Présence maximum limitée à 250 mg/l . dans l'eau potable.

Hydrogène sulfuré ou sulfure d'hydrogène, gaz nauséabond et toxique à forte odeur d'œuf pourri, produit par la fermentation anaérobie (sans air) quand l'eau est trop riche en matières organiques. C'est aussi un indice de présence d'organismes pathogènes.

Les micropolluants

Les micropolluants sont des substances chimiques potentiellement toxiques pour les écosystèmes voire la santé humaine, même à de très faibles concentrations. Ces polluants sont de nature et d'origine très variée : pesticides, hydrocarbures, **métaux lourds**, polychlorobiphényles (PCB), médicaments et hormones.....

Métaux lourds : le mercure (Hg), le plomb (pb), le cadmium (cd), arsenic (AS), le chrome (cr), le cuivre (Cu), aluminium (Al)

c) Paramètre biologique

Les deux groupes de microorganismes les plus utilisés comme indicateurs de contamination bactérienne sont **les coliformes totaux** et **les coliformes fécaux**.

Le groupe des coliformes totaux comprend toutes les bactéries aérobies et anaérobies facultatives, Gram négatives, non sporulées, cytochrome oxydase négative en forme de bâtonnets, qui font fermenter le lactose avec dégagement de gaz en moins de 48h à 35°C, le groupe des coliformes fécaux comprend les coliformes pouvant former des gaz en moins de 24h à 44.5°C.

On utilise de préférence les coliformes fécaux comme indicateurs de la qualité des eaux brutes, ce qui permet de déceler la présence d'organismes pathogènes à la source.

On utilise les coliformes totaux comme indicateurs de l'efficacité du traitement de l'eau. La présence d'un organisme coliforme quelconque dans l'eau traitée révèle en effet que le traitement a été inefficace ou il 'Ya eu contamination après traitement.