

Chapitre II : Les eaux usées

1. Les eaux usées

1.1. Définition :

Les eaux usées sont toutes les eaux qui parviennent dans les canalisations d'eaux usées dont les propriétés naturelles sont transformées par les utilisations domestiques, les entreprises industrielles, agricoles et autres. On englobe, aussi, les eaux de pluie qui s'écoulent dans ces canalisations.

1.2. Origine et composition des eaux usées :

Suivant l'origine des substances polluantes, on distingue quatre catégories d'eaux usées :

1.2.1. Les eaux usées domestiques :

Elles proviennent des différents usages domestiques de l'eau. Elles sont essentiellement porteuses de pollution organique. Elles se répartissent en eaux ménagères, qui ont pour origine les salles de bains et les cuisines, et sont généralement chargées de détergents, de graisses, de solvants, de débris organiques, etc. et il s'agit des rejets des toilettes, chargés de diverses matières organiques azotées et de germes fécaux.

La pollution journalière produite par une personne utilisant de 150 à 200 litres d'eau est évaluée à :

- de 70 à 90 grammes de matières en suspension.
- de 60 à 70 grammes de matières organiques.
- de 15 à 17 grammes de matières azotées.
- 4 grammes de phosphore.
- plusieurs milliards de germes pour 100 ml.

1.2.2. Les eaux industrielles :

Elles sont très différentes des eaux usées domestiques. Leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre. En plus de matières organiques, azotées ou phosphorées, elles peuvent également contenir :

- des graisses (industries agroalimentaires).
- des hydrocarbures (raffineries).
- des métaux (traitements de surface, métallurgie).
- des acides, des bases et divers produits chimiques (industries chimiques divers).

- de l'eau chaude (circuit de refroidissement des centrales thermiques).
- des matières radioactives (centrales nucléaires, traitement des déchets radioactifs).

Dans certains cas, avant d'être rejetées dans les réseaux de collecte, les eaux industrielles doivent faire l'objet d'un prétraitement de la part des industriels. Elles ne sont mélangées aux eaux domestiques que lorsqu'elles ne présentent plus de danger pour les réseaux de collecte et ne perturbent pas le fonctionnement des usines de dépollution.

1.2.3. Les eaux agricoles :

L'agriculture est une source de pollution des eaux qui n'est pas du tout négligeable car elle apporte les engrais. Elle est la cause essentielle des pollutions diffuses.

Les épandages d'engrais nitrés et phosphatés, sous une forme ou en quantité, telle qu'ils ne seraient pas finalement retenus par le sol, conduisent à un enrichissement en matières azotées ou phosphatées des nappes les plus superficielles. Parmi les polluants d'origine agricole, il faut tenir compte aussi des détergents se dispersant lors des applications de traitement des cultures.

1.2.4. Les eaux pluviales :

Elles peuvent, elles aussi, constituer une source de pollution importante des cours d'eau, notamment pendant les périodes orageuses. L'eau de pluie se charge d'impuretés au contact de l'air (fumées industrielles), puis, en mouillant, des résidus déposés sur les toits et les chaussées des villes (huiles de vidange, carburants, résidus de pneus et métaux lourds...). Dans les zones urbaines, les surfaces construites rendent les sols imperméables et ajoutent le risque d'excès à celui de la pollution.

1.3. Caractéristiques des eaux usées :

L'évaluation de la qualité de l'eau nécessite de nombreuses analyses, serrant le dosage de multiples paramètres physico-chimiques et bactériologiques. Ces analyses sont réalisées par des méthodes dont les protocoles sont bien définis.

1.3.1. Les paramètres physico-chimiques :

1.3.1.1. La température :

La température de l'eau est un facteur important dans l'environnement aquatique du fait qu'elle régit la presque totalité des réactions physiques, chimiques et biologiques. Certes, toute variation brusque de ce paramètre entraîne une perturbation dans l'équilibre de l'environnement aquatique.

Il est important de connaître la température de l'eau avec précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans

la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels, etc.

1.3.1.2. Le potentiel d'Hydrogène (pH) :

Ce paramètre mesure la concentration des protons H^+ contenus dans l'eau. Il influence la plupart des mécanismes chimiques et biologiques dans les eaux.

Habituellement, les valeurs du pH se situent entre 6 et 8,5 dans les eaux naturelles. Il diminue en présence des teneurs élevées en matière organique et augmente en période d'étiage, lorsque l'évaporation est importante.

Les organismes sont très sensibles aux variations du pH, et un développement correct de la faune et de la flore aquatique n'est possible que si sa valeur est comprise entre 6 et 9.

L'influence du pH se fait également ressentir par le rôle qu'il exerce sur les autres éléments comme les métaux dont il peut diminuer ou augmenter la disponibilité et donc la toxicité.

1.3.1.3. La conductivité électrique

La conductivité électrique désigne la capacité de l'eau à conduire un courant électrique et elle est déterminée par la teneur en substances dissoutes, la charge ionique, la capacité d'ionisation, la mobilité et la température de l'eau. Par conséquent, elle renseigne sur le degré de minéralisation d'une eau.

La mesure de la conductivité de l'eau nous permet d'estimer la quantité des sels dissous dans l'eau (chlorures, sulfates, calcium, sodium, magnésium...). Elle est plus importante lorsque la température de l'eau augmente. La conductivité électrique d'une eau usée dépend essentiellement de la qualité de l'eau potable utilisée et du régime alimentaire de la population et des activités industrielles.

1.3.1.4. La dureté totale

La dureté totale d'une eau est définie comme la quantité d'ions calcium Ca^{2+} (dureté calcique) et magnésium Mg^{2+} (dureté magnésienne) présents dans cette eau. Elle s'exprime en °TH (degré hydrotimétrique).

Dureté totale : concentration totale en ions calcium et magnésium. Elle se détermine par titrage par l'EDTA à pH = 10, en utilisant le NET (noir d'ériochrome) comme indicateur de fin de réaction. Elle s'exprime en degré hydrotimétrique °TH, 1 °TH correspond à une concentration de $1 \cdot 10^{-4} \text{ mol.l}^{-1}$ en ions calcium et magnésium.

$$1^{\circ}\text{TH} = 10^{-4} ([Ca^{2+}] + [Mg^{2+}]).$$

Dureté calcique : concentration en ion calcium. Elle se détermine par titrage par l'EDTA à pH > 12 afin de faire précipiter l'hydroxyde de magnésium, en utilisant le murexide comme indicateur de fin de réaction.

Dureté magnésienne : concentration en ion magnésium. Elle se détermine par titrage par l'EDTA à pH = 10 afin, après avoir fait précipité les ions calcium sous forme d'oxalate de calcium et en utilisant le NET comme indicateur de fin de réaction.

En hydrologie, on utilise la classification suivante :

Tableau : classification des eaux selon la dureté

°TH	0 à 5	5 à 15	15 à 25	25 à 35	> 35
Eau	très douce	douce	moyennement dure	dure	très dure

1.3.1.5. L'oxygène dissous

Etant l'un des plus importants indicateurs sur le degré de la pollution des eaux, l'oxygène dissous mesure la concentration du dioxygène dissous dans l'eau et il est exprimé en mg/l ou en pourcentage de saturation. Il participe à la majorité des processus chimiques et biologiques en milieu aquatique. La teneur moyenne dans les eaux de surface non polluée est de 8 mg/l et ne dépasse guère 10 mg/l.

1.3.1.6. Matières organiques

La Demande Biochimique en Oxygène (DBO) c'est la quantité d'oxygène nécessaire à la dégradation de la matière organique biodégradable d'une eau par le développement des micro-organismes, pendant 5 jours à 20 °C, on parle alors de la DBO₅. Elle est très utilisée pour le suivi des effluents urbains. Elle est exprimée en mg O₂/l.

La Demande Chimique en Oxygène (DCO) c'est la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder la matière organique (biodégradable ou non) d'une eau à l'aide d'un oxydant, le bichromate de potassium. Ce paramètre offre une représentation plus ou moins complète des matières oxydables présente dans l'échantillon. Elle est exprimée en mg O₂/l. Généralement la DCO est 1,5 à 2 fois la DBO₅ pour les eaux usées urbaines et de 1 à 10 pour tout l'ensemble des eaux résiduaires industrielles. La relation empirique de la matière organique (MO) en fonction de la DBO₅ et la DCO est donnée par l'équation suivante:

$$MO = (2 DBO_5 + DCO)/3$$

1.3.1.7. Matières en suspension (MES) : c'est la quantité de pollution organique et minérale non dissoute dans l'eau. Les MES sont responsables d'ensablement et de baisse de pénétration de la lumière dans l'eau, ce qui entraîne une diminution l'activité photosynthétique et une chute de la productivité du phytoplancton.

1.3.1.8. Matières azotées:

L'azote rencontré dans les eaux usées peut avoir un caractère organique ou minéral, il se présente sous quatre formes:

- L'azote organique se transforme en azote ammoniacal (NH_4), L'azote nitreux (NO_2^-), L'azote nitrique (NO_3^-). Dans les eaux usées, l'azote se trouve principalement sous forme ammoniacale. Les concentrations des formes oxydées de l'azote sont faibles.

1.3.1.9. Composés phosphorés

Le phosphore est l'un des composants essentiels de la matière vivante. Les composés phosphorés ont deux origines, l'activité humaine et les détergents. Dans les eaux usées, le phosphore se trouve soit sous forme d'ions ortho phosphates isolés, soit sous forme d'ions phosphates condensés ou sous forme d'ions phosphates condensés avec des molécules organiques. Les ortho phosphates sont fixés facilement par le sol, leur présence dans les eaux souterraines est souvent liée à la nature des terrains traversés. Les poly phosphates sont utilisés comme agents d'amélioration, et sont utilisés dans des domaines aussi divers que les industries de poudres à laver, les industries agroalimentaires, les industries pharmaceutiques comme inhibiteurs de précipitation et de corrosion.

II-2-paramètres biologiques

Les eaux résiduaires urbaines contiennent de nombreux germes (champignons, bactéries, virus) dont certains sont pathogènes. La présence de coliformes et de streptocoques témoigne d'une contamination fécale de ces eaux qu'il est impératif de les épurer pour préserver le milieu naturel.

Chapitre III : EPURATION DES EAUX INDUSTRIELLES

1. La collecte des eaux usées :

Le réseau d'assainissement des eaux usées d'une ville a pour fonction de collecter ces eaux pour les conduire à une station d'épuration. Les deux raisons principales de la collecte et du traitement des eaux usées sont les suivantes :

1. Pour prévenir la transmission des maladies d'origine hydrique.
2. Pour protéger le milieu aquatique.

Notre système actuel utilise l'eau pour transporter les déchets des maisons et des industries. Grâce à la technologie, nous sommes en mesure de traiter cette eau de façon à ne pas défavoriser au cours d'eau récepteur. Le processus d'épuration naturelle vient compléter ce cycle d'épuration.

1.1 PRÉVENTION DE LA TRANSMISSION DES MALADIES D'ORIGINE HYDRIQUE

Les efforts visant à contrôler les eaux usées sanitaires ont débuté lorsqu'il est devenu nécessaire de prévenir la propagation des maladies de personnes infectées. Les méthodes actuelles pour recueillir et acheminer les eaux usées à l'aide de conduites souterraines ont permis d'éliminer pour ainsi dire l'exposition directe du public aux eaux usées.

1.2 PROTECTION DE NOTRE MILIEU AQUATIQUE

Lorsque les eaux usées sont déversées dans un cours d'eau, les bactéries se nourrissent des déchets dans l'action nettoyante naturelle de l'eau. Ce faisant, elles viennent à utiliser une plus grande quantité d'oxygène dissous que la quantité apportée naturellement par l'atmosphère. Lorsque l'eau contient une quantité peu élevée d'oxygène, cela nuit aux poissons et aux autres organismes vivants.

2. LE SYSTÈME D'EPURATION DES EAUX USÉES

Le système de traitement des eaux usées comporte trois éléments principaux : la collecte, le traitement et le retour dans l'environnement.

Une fois à l'usine de traitement, les eaux usées sont soumises à une série de procédés qui permettent d'extraire graduellement les matières solides et de les rendre convenables pour le déversement dans l'environnement.

3. Station d'épuration

La plupart des stations d'épuration fonctionnent selon les mêmes processus de base, mais des différences plus ou moins importantes peuvent exister. Le traitement se divise généralement en plusieurs étapes.

3.1 Les étapes et procédés d'épuration des eaux usées

Une station d'épuration dépollue les eaux sales pour contribuer à restituer l'eau propre à son milieu naturel.

Au sortir de la station d'épuration, l'eau retourne dans la nature, ce n'est donc pas celle que vous.

Voici les différentes étapes traversées par l'eau traitée en station d'épuration

1. - Le dégrillage :

L'eau traverse une grille qui retient les gros déchets.

2. - Le dégraissage et le dessablage :

Les sables et les graviers se déposent au fond d'un bassin, tandis que les graisses remontent en surface où elles sont raclées.

3. - La décantation primaire :

Les matières en suspension se déposent au fond du bassin : ce sont les boues primaires, qui seront ensuite récupérées par raclage puis traitées.

4. - Le traitement biologique :

L'eau, chargée en matières organiques dissoutes, séjourne dans un bassin d'aération. De l'air est injectée dans ce bassin pour activer le travail des bactéries qui consomment la pollution. En s'agglomérant, elles forment les boues dites "biologiques".

5. - Clarification :

L'eau est séparée de la boue par décantation dans les bassins. Un traitement tertiaire vient parfois affiner l'épuration de l'eau. Ce traitement vise à éliminer l'azote et le phosphore par un procédé biologique ou chimique. L'eau rendue propre peut ensuite rejoindre le milieu naturel pour des centaines, voire des milliers d'années.

6. - Le traitement des boues :

Les boues récupérées sont très liquides. Elles sont grossies et déshydratées pour être incinérées ou utilisées en valorisation agricole, si leur qualité le permet.

7. - La désodorisation :

Afin d'éviter les mauvaises odeurs autour de la station. L'air y est aspiré et désodorisé dans des cuves à l'aide de réactifs successifs (acide, soude, javel).

8. - Le rejet de l'eau vérifiée :

Les normes d'exigence sur la qualité de l'eau épurée dépendent du milieu récepteur (mer, rivière...) et de son usage : bain, aquaculture...

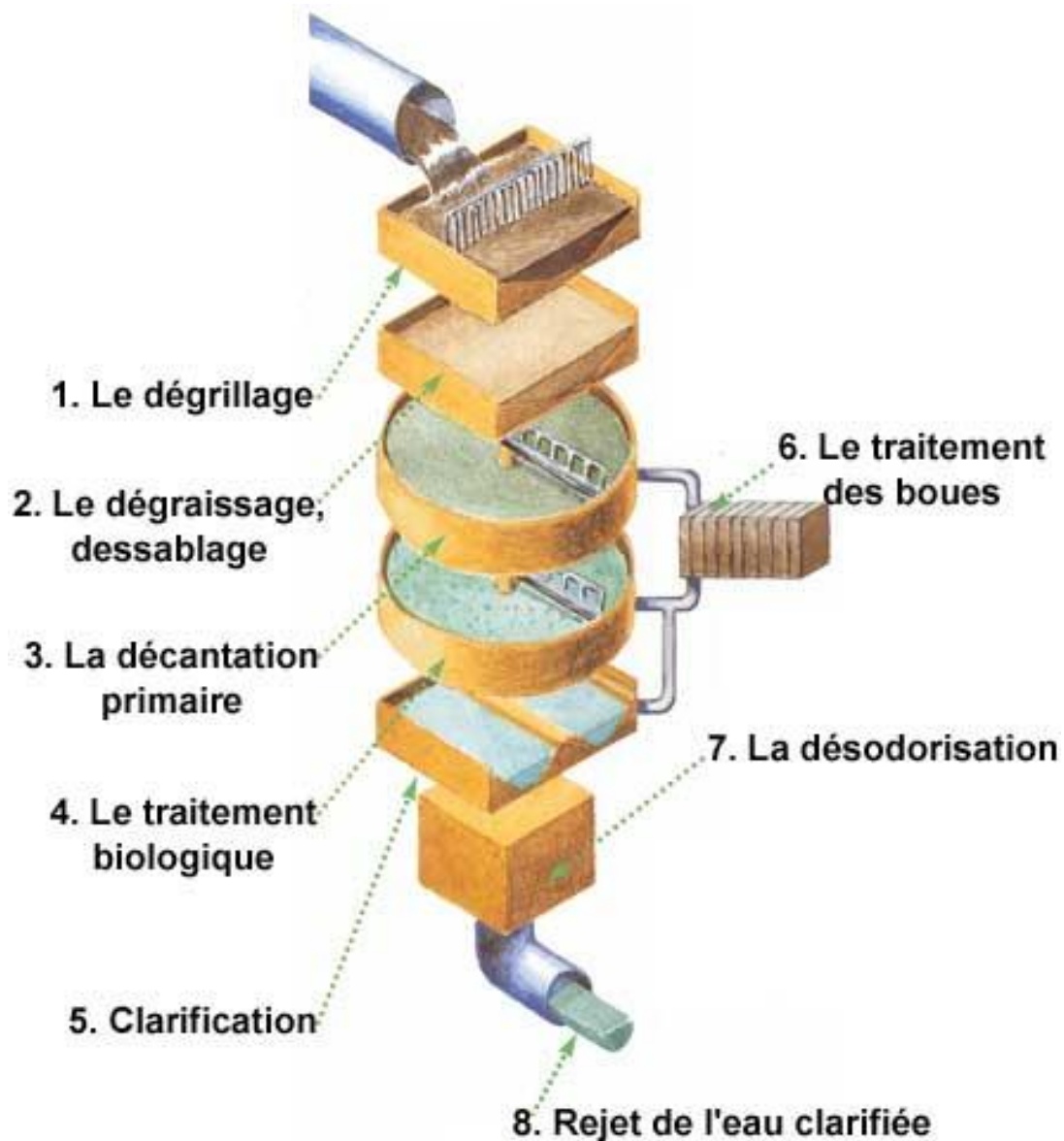


Figure : schéma d'une station d'épuration des eaux industrielles.

Le traitement des effluents industriels se compose en trois étapes :

Le traitement primaire :

Il consiste à débarrasser les eaux usées des polluants solides les plus grossiers (dégrillage, dessablage, dégraissage). Ce sont de simples étapes de séparation physique.

Le traitement secondaire :

- **Physico-chimique :**

Le traitement physico-chimique est défini comme l'ensemble des réactions chimiques (coagulation/floculation) visant à agglomérer les fines particules ainsi que certains polluants solubles, ayant des difficultés à décantier naturellement ou qui ne décantent pas.

- **Biologique :**

Les traitements biologiques reproduisent, artificiellement ou non, les phénomènes d'autoépuration existant dans la nature. Les techniques d'épuration biologique utilisent l'activité des bactéries présentes dans l'eau, qui dégradent les matières organiques. Ces techniques sont soit anaérobies, c'est-à-dire se déroulant en absence d'oxygène, soit aérobies, c'est-à-dire nécessitant un apport d'oxygène. En France, c'est aujourd'hui le procédé des "boues activées" qui est le plus répandu.

- **Le traitement tertiaire :**

Le traitement tertiaire (ou avancé) enlève les substances dissoutes, comme la couleur, les métaux, les produits chimiques organiques et les substances nutritives comme le phosphore et l'azote. Il y a un certain nombre de processus de traitement physiques, chimiques et biologiques qui sont utilisés pour le traitement tertiaire : filtration sur charbon actif, ozonation, traitement UV...