

I. Définition :

- **Normes de qualité :** La qualité d'une eau est définie par des paramètres physiques, chimiques et biologiques, mais également par son usage. Ainsi, une eau impropre à la consommation peut être adaptée à l'irrigation ou à la pisciculture.
- **Définition d'une norme:** C'est la concentration maximale admissible (CMA) concernant les différents paramètres de pollution (physico chimique et microbiologique) des eaux destinées à la consommation humaine. Ces CMA sont calculées sur la base de travaux médicaux (OMS) qui déterminent la quantité de telle ou telle substance qu'un individu peut absorber sans danger quotidiennement tout au long de sa vie.
- **Directive O.M.S. :** C'est une directive sans valeur impérative ; Elle sert de guide pour la législation des pays. Elle est donc adaptée dans chaque pays en fonction de leur état sanitaire et leur situation économique et selon la réglementation en vigueur.
- **Réglementation algérienne :** le but de la réglementation est de définir la relation qualité des eaux - état de santé du consommateur en vue de déterminer la norme.

- Loi n° 05-12 du 4 août 2005 relative à l'eau. Elle a pour objet de fixer les principes et les règles applicables pour l'utilisation, la gestion et le développement durable des ressources en eau en tant que bien de la collectivité nationale.

- Cette loi est amendée par : Loi n° 08-03 modifiant et complétant la loi n° 05-12 du 4 août 2005 relative à l'eau (23 janvier 2008)

- Cette loi abroge: Loi no 83-17 portant Code de l'eau (modifiée par l'ordonnance no 96-13)

Décrets : un grand nombre de décrets ont permis de mettre en application les articles de la loi n° 05-12 du 4 août 2005 relative à l'eau.

II. Paramètres de qualité : Lorsque l'eau est traitée et sort de l'usine, elle doit obéir à un certain nombre de critères de qualité définis par la réglementation et surveillés à la fois par les laboratoires des usines de production d'eau et par des laboratoires de contrôle.

Les paramètres faisant l'objet de limites de qualité sont classés en six grandes catégories :

- **Les paramètres organoleptiques :** La saveur, la couleur, l'odeur et la turbidité (ou transparence) de l'eau. Leur dégradation, peuvent indiquer une pollution ou un mauvais fonctionnement des installations de traitement ou de distribution.
- **Paramètres physico-chimiques :** Ce sont les caractéristiques de base d'une eau : La minéralisation, la conductivité électrique, la salinité de l'eau, T, pH, TAC, la dureté totale, résidus secs, oxygène dissous...
- **Les paramètres indésirables:** Ces substances peuvent être bénéfiques à très petites doses (oligo-éléments tels que Fer, Manganèse, Cuivre, Zinc, Fluor, etc.) et avoir un effet gênant pour la santé ou pour l'agrément du consommateur, à des concentrations plus élevées.
 - Matières organiques, phénols, fer..., goût
 - Matières organiques, phénols..., odeur
 - Fer, manganèse..., couleur
 - Nitrates, fluor..., effets gênants pour la santé
- **Les paramètres toxiques :** représentés par les métaux lourds (plomb, nickel, mercure, chrome, cadmium, arsenic...), et par les cyanures ; ils sont dus à une dégradation des réseaux de distribution ou à une pollution industrielle.
- **Les paramètres microbiologiques :** L'eau ne doit contenir ni bactéries pathogènes, ni virus qui pourraient entraîner une contamination biologique et causer une épidémie. La présence de

coliformes, de streptocoques, de clostridium ou de staphylocoques laisse supposer une contamination de l'eau potable par les eaux usées domestiques.

- **Les paramètres concernant les pesticides et leurs dérivés :** Ce sont des produits destinés à la lutte contre les parasites, les insectes ou les mauvaises herbes. Leur toxicité est largement prouvée et leur CMA est limitée à des doses infimes.

III. Procédés de traitement d'une eau brute :

L'eau brute captée en milieu naturel n'est pas toujours potable. Elle doit alors être acheminée par des canalisations jusqu'à une usine spécialisée dans le traitement de l'eau, qui la rend "potable" c'est-à-dire consommable sans risque.

Le traitement d'une eau brute après son captage dépend de sa qualité et de ses constituants, critères qui varient dans le temps. L'eau puisée dans l'environnement doit donc être analysée en continu avant de subir le traitement de potabilisation approprié.

Ce contrôle exécuté, l'eau subit plusieurs traitements avant d'être distribuée dans les circuits d'eau potable.

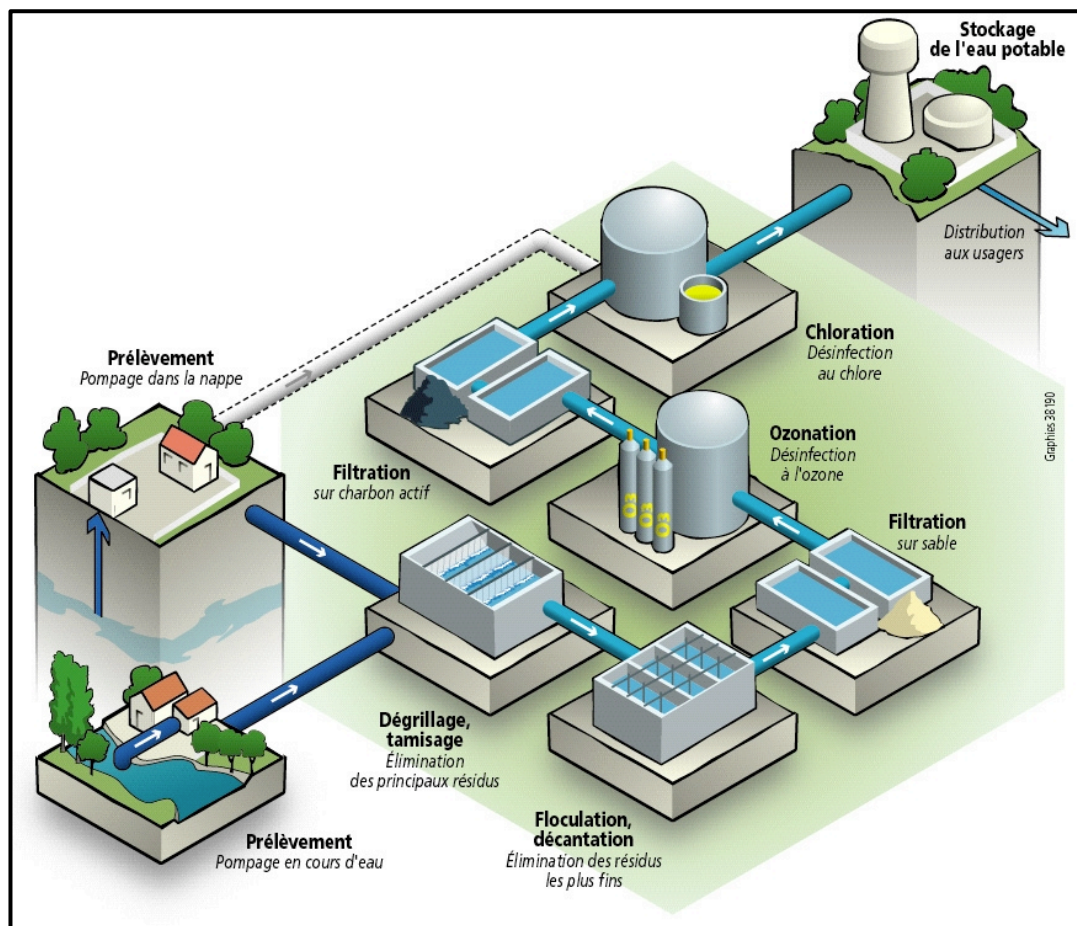


Figure 1. Schéma type d'une usine de traitement d'eau

III.1. Procédés physiques de traitement des eaux (Prétraitement) :

- **L'aération :** permet de mélanger l'air à l'eau pour favoriser les réactions d'oxydation, et enlever les gaz dissous, elle est utilisée également lorsque l'eau présente une carence en oxygène. L'augmentation de la teneur en oxygène dans l'eau améliore son goût.

• **Le dégrillage :**

Dès la prise d'eau, l'eau passe à travers des grilles pour arrêter les corps flottants et les gros déchets qui interfèrent avec le fonctionnement des équipements aval. Le dégrillage sert également à empêcher l'accès des poissons aux ouvrages (poste de pompage, conduite et installation de traitement).

En fonction de l'écartement entre les barreaux de la grille, on distingue :

- Le prédégrillage, pour des écartements supérieurs à 40mm,
- Le dégrillage moyen, pour des écartements de 40mm à 10mm ;
- Le dégrillage fin, pour des écartements de 10mm à 6mm ;

En fonction des besoins on peut associer un ou plusieurs types de grilles.

Trois types de dégrilleurs peuvent être utilisés à cette fin :

Types de grilles	Taille de l'installation
Grilles à nettoyage manuel	Petites installations, à faible charge de débris
Grilles mobiles à nettoyage automatique	Moyennes installations (20 000 M3/J)
Grilles fixes à nettoyage automatique	Grandes installations (>20 000 M3/J)



Figure 2. Dégrilleur automatique

• **Le dessablage :**

Le dessablage a pour fonction d'extraire des eaux brutes, les matières abrasives telles que les graviers, les sables et autres particules de granulométrie supérieure à 200 µm afin d'éviter les risques d'endommager les équipements mécaniques, le colmatage des conduites et les dépôts dans les ouvrages en aval.

De nombreux systèmes existent : dessableur couloir, rectangulaire ou circulaire avec ou sans brassage à l'air et des ouvrages combinant les fonctions dessableur-dégraisseur.

Si la station comporte un tamisage, le dessablage doit se faire en amont, pour protéger les tamis.

• **Le tamisage :**

Le tamisage est un procédé destiné à faire passer l'eau à travers une toile ou une membrane poreuse pour retenir les particules fines et réduire le colmatage. On distingue :

Le macrotamisage (dimensions de mailles > 250 µm)

Le microtamisage (30 µm < vide de maille < 150 µm)

La Préoxydation :

L'oxydation intervient au début de la filière de traitement, entre le traitement physique et la clarification, on parle de préoxydation. Elle peut avoir plusieurs objectifs :

- L'élimination de la couleur, des odeurs et du goût ;
- L'élimination de l'ammoniaque contenu dans l'eau ;
- L'élimination du fer et du manganèse en les transformant en hydroxydes insolubles
- L'oxydation des matières organiques dissoutes en les transformant en composés facilement biodégradables ;
- Amélioration de la qualité microbiologique ;
- Contrôle de la prolifération des algues,

Réactifs utilisés :

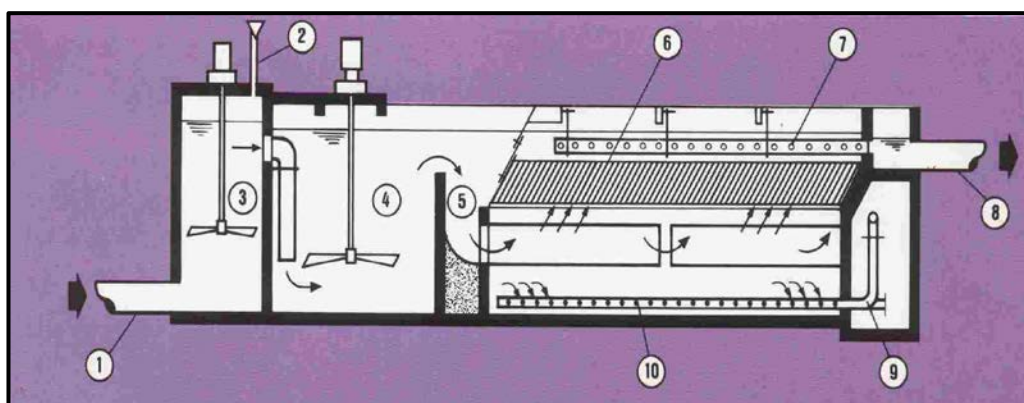
Les réactifs mis en œuvres pour l'oxydation sont identiques à ceux utilisés pour la désinfection.

Les composés les plus utilisés en Préoxydation sont :

- Le chlore et ses dérivés (chlore gazeux, eau de javel, hypochlorite de calcium et ClO₂);
- L'ozone,
- le rayonnement UV

III.2. Procédés physico-chimiques de traitement des eaux (La clarification) :

Elle permet de rendre l'eau plus claire en la débarrassant des petites matières en suspension qu'elle contient. La clarification des eaux de surfaces déroule en quatre étapes : coagulation-floculation, décantation et filtration. Pour les particules (argile, silice, fer, métaux lourds, matière organique. . .) de diamètre inférieur à 1 µm en suspension dans l'eau, on parle de suspensions colloïdales.



1 - Arrivée d'eau à décantation	6 - Modules lamellaires
2 - Injection des réactifs	7 - Tubes de reprise d'eau décantée
3 - Zone de mélange rapide (Coagulation)	8 - Sortie d'eau décantée
4 - Zone de mélange lent (floculation)	9 - Système de reprise des boues
5 - Admission en décantation	10 - Évacuation des boues

Figure 3. Procédée de clarification

- La coagulation** : a pour objectif d'agglomérer les particules entre elles. Les colloïdes sont en effet naturellement maintenus en suspension sous l'action de forces électrostatiques de répulsion. Pour rompre ces forces et déstabiliser les colloïdes, on injecte des réactifs appelés « coagulants », qui conduisent à la formation de précipités insolubles appelés « floccs » capable de décantation. Les réactifs utilisés sont des sels de fer et d'aluminium (Sulfate d'aluminium $Al_2(SO_4)_3$, Chlorure ferrique $FeCl_3$).

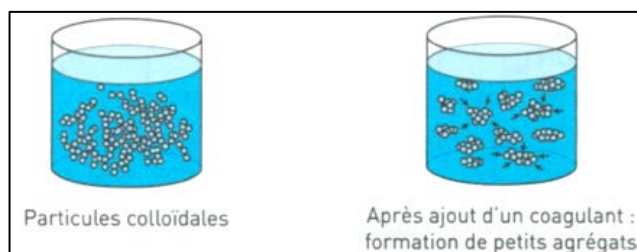


Figure 4 - Effet de la coagulation

- La floculation** : La floculation est le processus qui favorise les contacts entre les particules colloïdales déstabilisées et leur agglomération. Deux mécanismes assurent la mobilité des particules : le mouvement brownien (floculation péricinétique); et le brassage mécanique (floculation orthocinétique). Pour améliorer la floculation, on ajoute des adjuvants minéraux ou organiques, d'origine naturelle (amidon, alginates, etc.) ou synthétique (polymères de synthèse).

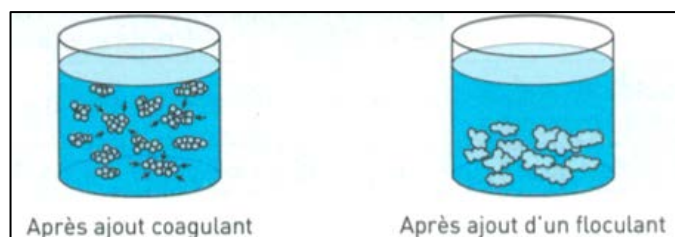


Figure 5 - Effet de la floculation

- La décantation** : a pour objectif de séparer, par gravité, le floc formé. Ce floc est récupéré par décantation en fond du bassin. Le poids de ces floccs provoque la sédimentation des particules au fond des bassins de décantation. 90% des matières en suspension sont ainsi éliminées.

Temps	0 s	20 min	40 min	1 h 00
Décantation statique				
Décantation d'un fluide en mouvement	<p>La longueur du décanteur ainsi que la vitesse d'écoulement doivent permettre un temps de séjour supérieur à la durée nécessaire à la décantation.</p>			

Figure 6. Décantation des particules en suspension (floc)

III.3. Procédés d'affinage :

Le but de la filtration est de séparer les particules d'une suspension par passage à travers un milieu poreux susceptible de les retenir. En traitement des eaux, la filtration granulaire sur lit de sable est le procédé le plus répandu.

Elle consiste à faire circuler gravitairement à travers le lit de sable, l'eau brute déstabilisée par coagulation et floculation et décantée. Les particules de tailles inférieures à la taille des pores pénètrent dans la masse du lit et sont piégées à diverses profondeurs, d'où le nom de filtration en profondeur.

Types de filtres: Pour le traitement des eaux potables, on utilise principalement :

- Des filtres à sable rapides
- Des filtres à sable lents
- Des filtres sous pression
- des filtres à terre diatomée
- des filtres à tambours.

Types de matériaux : Les trois matériaux les plus employés sont :

- Le sable, un matériau naturel qui présente un excellent rapport qualité prix.
- L'anthracite, un matériau à base de carbone, obtenu par calcination de matériel végétal utilisé pour filtrer les plus grosses particules.
- Le charbon actif, également un matériau à base de carbone, obtenu par calcination et activation de bois, houille, tourbe, etc.

Mécanismes de la filtration : Les mécanismes de la filtration sont liés à la fois aux propriétés physicochimiques des particules et du matériau filtrant et ils peuvent être associés aux différents sites de rétention des particules dans le filtre.

La sédimentation- l'interception : Les particules en suspension peuvent être interceptées par les grains. Ce comportement est favorisé lorsque la densité d'une particule est différente de celle du fluide, celle-ci va donc sédimenter dans le lit.

La diffusion brownienne : La diffusion brownienne peut emmener les particules de faible taille à des sites de rétention qui ne sont pas desservis par l'écoulement.

La déposition due aux forces électrostatiques : Lorsque le filtre et les particules sont chargés électriquement, ces charges peuvent favoriser l'attraction et la rétention des particules à la surface du matériau.

La constriction : Du fait du rétrécissement de la taille du pore (constriction), certaines particules peuvent être bloquées dans le matériau.

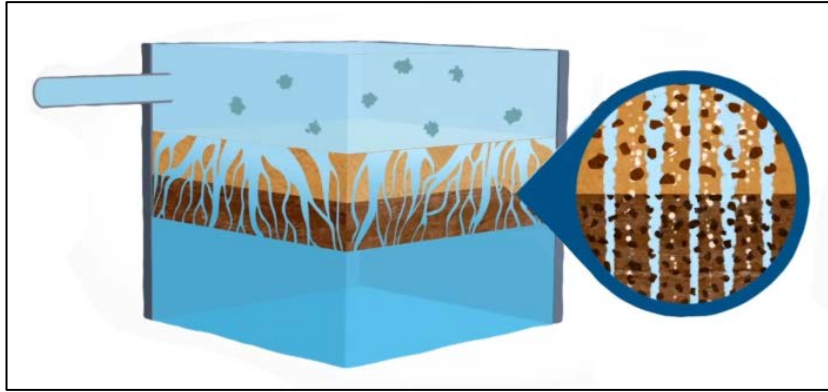


Figure 7. Filtration sur sable

III.4. La désinfection :

La désinfection a pour objectif d'éliminer les organismes pathogènes. Son efficacité dépend du pouvoir létal du désinfectant utilisé.

Les réactifs mis en œuvre pour la désinfection de l'eau, sont les mêmes utilisés pour l'oxydation :

- Ozonation : c'est l'utilisation de l'ozone qui a une action bactéricide et antiviral, ce gaz mélangé à l'eau améliore également la couleur et la saveur de l'eau.
- La chloration : du chlore est ajouté à la sortie de la station de traitement, ou différents points de du réseau de distribution, afin d'éviter le développement des bactéries et de maintenir la qualité de l'eau tout au long de son parcours dans les canalisations.
- Le rayonnement UV.