

I. Introduction

La dégradation progressive et constante des écosystèmes aquatiques a pris, au cours des dernières décennies, une ampleur catastrophique et constitue une des dimensions environnementales les plus préoccupantes du XXIème siècle. Pour répondre à ses besoins sans cesse plus importants en termes alimentaire et sanitaire, l'homme a synthétisé volontairement toutes sortes de molécules de plus en plus complexes, comme les médicaments à usage médical ou vétérinaire, les produits phytosanitaires, les plastifiants, etc. Ainsi, la caractérisation des eaux usées est une étape incontournable dans le processus d'évaluation des rejets en eaux usées pour un bon choix de procédé d'épuration et une meilleure gestion des stations d'épuration.

II. Objectifs de l'épuration

- Préservation de la qualité des eaux de nappes et cours d'eau
 - Eviter les risques de santé publique
 - La recharge des nappes souterraines telles qu'en Grande Bretagne, ou 20% des eaux usées sont infiltrées pour l'alimentation des eaux souterraines,
 - L'utilisation comme eau de refroidissement industrielle, on cite l'usage de 4000m³ par jour des eaux traitées en Australie.
 - L'irrigation des différentes cultures agricoles.
- **Conséquences de la pollution des eaux sur la santé** : La pollution de l'eau cause de nombreuses maladies chez l'homme
- Diarrhée: 2ème cause de mortalité infantile
 - Typhoïde et choléra toujours d'actualité
 - Gastro-entérite aiguë avec complications (dyspepsie, arthrite)
 - Pesticides : cancers
 - Résidus des médicaments (perturbateurs endocriniens): cancers, effets sur la reproduction.

➤ **Conséquences de la pollution des eaux sur la faune**

Un grand nombre d'espèces animales sont menacées par la pollution des eaux (oiseaux, reptiles, poissons, ...). Il a été constaté une féminisation des espèces par le déversement des eaux contaminées par les résidus pharmaceutiques.

➤ **Conséquences sur la flore**

- Diminution de la biodiversité végétale (empoisonnement des espèces végétales)
- L'eutrophisation est un accroissement excessif en substances nutritives essentiellement l'azote et le phosphore qui se manifeste par un développement considérable d'algues microscopiques.

III. Nature de la pollution : La pollution contenue dans une eau usée peut être d'origine :

- **Pollution organique** : La pollution organique des eaux usées se compose principalement des protides, lipides, glucides et des détergents.
- **Pollution minérale** : Elle est constituée essentiellement de graviers, sables, métaux et sels minéraux.
- **Pollution toxique : les Micropolluants** : On appelle micropolluant, une substance détectable dans l'environnement en très faibles concentrations ($\mu\text{g/l}$ ou ng/l) et qui peut engendrer des effets négatifs sur les organismes vivants à ces très faibles concentrations.

- **Pollution microbiologique :** Les eaux usées sont des milieux favorables au développement d'un très grand nombre d'organismes vivants (bactéries, virus, protozoaire et helminthes).

IV. Paramètres de caractérisation de l'effluent :

L'évaluation de la pollution d'une eau usée brute se fait d'après la détermination d'un certain nombre de paramètres physico-chimiques et microbiologiques caractérisant cette eau usée.

Paramètres physico-chimiques

- Température
- pH
- Matières en suspension (MES exprimées en mg par litre) : Ce sont les matières non dissoutes contenues dans l'eau. Elles comportent à la fois des éléments minéraux et organiques
- Demande biochimique en oxygène (DBO): exprimée en mg d'oxygène par litre, ce paramètre mesure la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction des matières organiques grâce aux phénomènes d'oxydation par voie aérobie.
- Demande chimique en oxygène (DCO) : Elle représente la teneur totale de l'eau en matières oxydables. Ce paramètre correspond à la quantité d'oxygène qu'il faut fournir pour oxyder par voie chimique ces matières. Elle est exprimée en mg d'oxygène par litre.
- Teneurs en sels nutritifs (azote et phosphore) : Ce sont également des paramètres très importants. Les rejets excessifs de phosphore et d'azote contribuent à l'eutrophisation des lacs et des cours d'eau. Ce sont des nutriments essentiels à l'activité biologique dans l'eau (bactéries et algues).

Eléments toxiques

- La présence des métaux lourds (plomb, mercure...etc.) et des substances toxiques (phénols) dans l'eau usée peut la rendre toxique, ils sont évalués par les tests biologiques.

Paramètres biologiques

- Les germes pathogènes
- Coliformes fécaux; Coliformes totaux
- Streptocoques fécaux
- Parasites (œufs d'helminthes)

Les normes de rejet La qualité des eaux usées avant leur rejet dans le milieu naturel doit répondre aux normes citées dans le tableau ci-dessous.

Tableau : Normes de rejets appliquées en Algérie

Paramètres	Unités	Normes
T°	°C	30
pH	/	6,5-8,5
[O2]	mg/l	05
DBO5	mg/l	30
DCO	mg/l	90 à 120
MES	mg/l	30
Zinc	mg/l	02
Chrome	mg/l	0,1
Azote total	mg/l	50
Phosphates	mg/l	02
Détergents	mg/l	01
Hydrocarbures	mg/l	10
Huiles et graisses	mg/l	20

V. Les Filières De Traitement Des Eaux usées

La dépollution des eaux usées nécessite une succession d'étapes faisant appel à des traitements physiques, physico-chimiques et biologiques.

Selon le degré d'élimination de la pollution et les procédés mis en œuvre, trois niveaux de traitements sont définis ; le prétraitement, le traitement primaire et le traitement secondaire ou biologique.

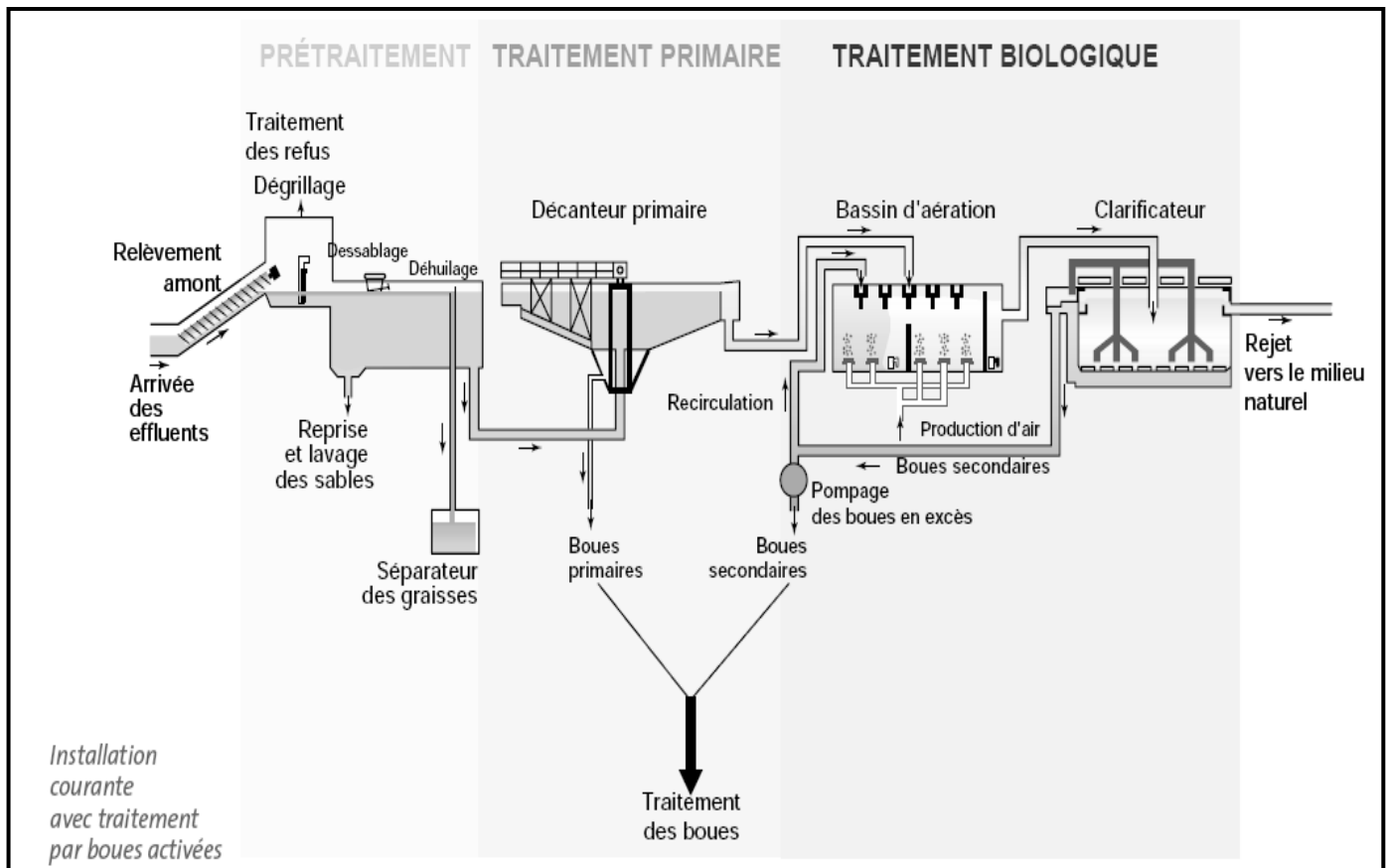


Figure 1 - Installation type d'une station d'épuration

V.1. Prétraitement :

Les prétraitements ont pour objectif d'éliminer les éléments les plus grossiers, qui sont susceptibles de gêner les traitements ultérieurs et d'endommager les équipements. Il s'agit des déchets volumineux (dégrillage), des sables et graviers (dessablage) et des graisses (dégraissage-déshuilage).

- **Dégrillage**

Les dégrilleurs assurent la protection des équipements électromécaniques et réduisent les risques de colmatage des conduites mises en place dans la station d'épuration. Le plus souvent il s'agit de grilles qui récupèrent les déchets plus ou moins volumineux entraînés par les eaux s'écoulant dans les canalisations d'assainissement. **(Figure-2)**

- **Dessablage**

Le dessablage s'effectue sur des particules de dimensions supérieures à 200 μm . Le sable est extrait soit mécaniquement par raclage vers un poste de réception, soit directement par pompe suceuse montée sur pont roulant. **(Figure-3)**

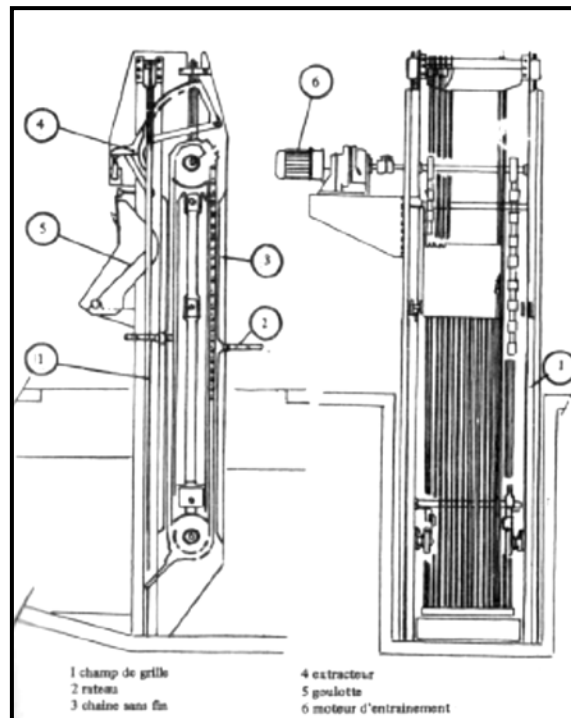


Figure 2 - dégrilleur

- **Déshuilage-dégraissage**

Le déshuilage-dégraissage se rapporte à l'extraction de toutes les matières flottantes d'une densité inférieure à celle de l'eau. Ces matières sont de natures très diverses.

Les huiles et graisses, lorsqu'elles ne sont pas émulsionnées, sont séparées sous forme de boues flottantes dans des ouvrages comportant une zone d'aération où les bulles d'air augmentent la vitesse de montée des particules grasses et une zone de tranquillisation où s'effectue la récupération.

Le plus souvent, les fonctions de dessablage et de déshuilage sont combinées dans un même ouvrage qui met en œuvre les principes de fonctionnement cités précédemment. **(Figure-3)**

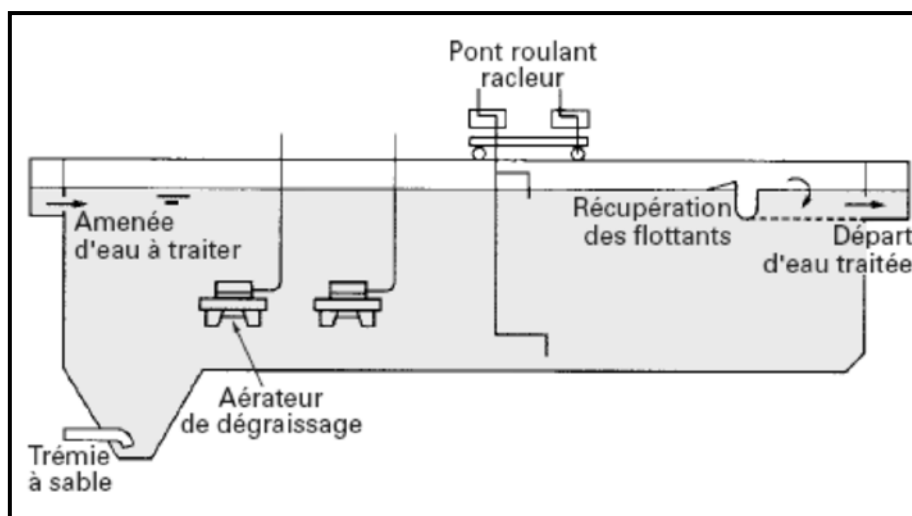


Figure 3 - Ouvrage de dessablage-déshuilage combinés

V.2. Le Traitement Primaire :

Le traitement "primaire" fait appel à des procédés physiques, comme la décantation, et de procédés physico-chimiques, tels que la coagulation- floculation.

- **La décantation**

La décantation est un procédé de séparation solide-liquide. Elle consiste à l'élimination des particules en suspension dont la densité est supérieure à celle de l'eau.

L'eau usée préalablement dégrillée et dessablée contient encore des matières organiques et minérales décantables : c'est la décantation primaire. Pour une eau usée domestique, la décantation primaire élimine 30 à 35 % de la DBO5 et 60% des MES et permet ainsi la diminution de la consommation d'oxygène dans l'aérateur.

- **La coagulation-floculation**

La décantation est encore plus performante lorsqu'elle s'accompagne d'une floculation préalable. La coagulation floculation permet d'éliminer jusqu'à 90 % des matières en suspension et 75 % de la DBO. La coagulation permet l'agglomération directe de particules colloïdales, alors que la floculation, qui suit, fait chuter des agrégats déjà formés par coagulation.

Les principaux coagulants minéraux utilisés en eaux résiduaires urbaines sont le sulfate d'alumine, le chlorure ferrique.

Les floculants organiques les plus employés sont des polymères synthétiques de haut poids moléculaire.

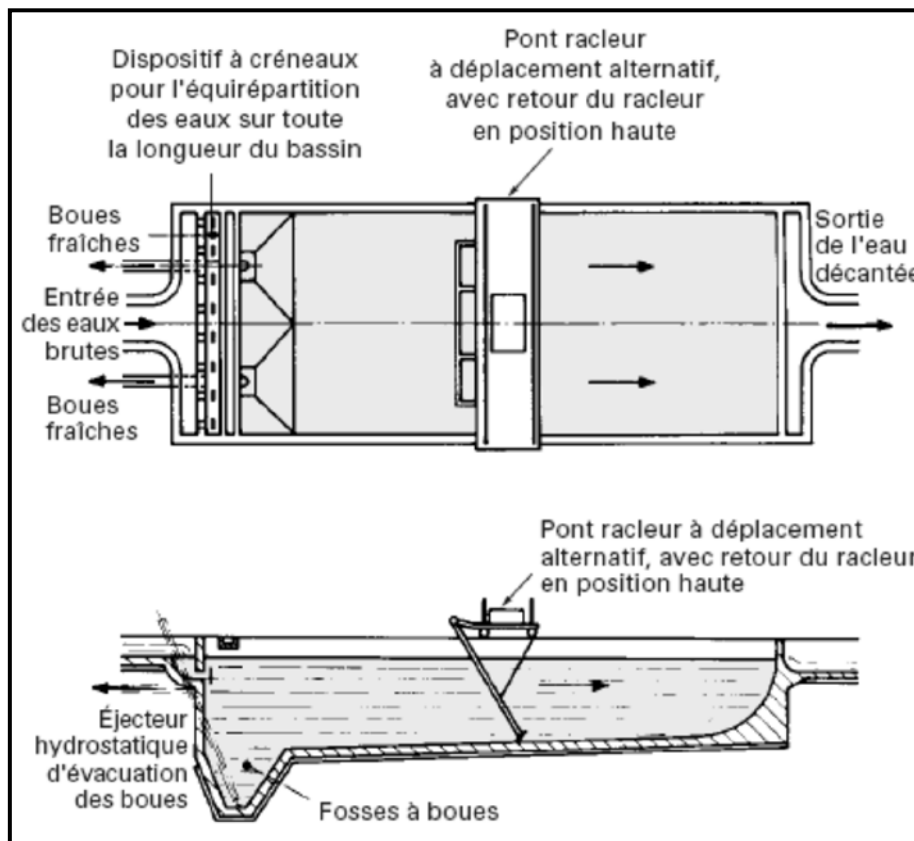


Figure 4 - Décanteur rectangulaire avec raclage de boues

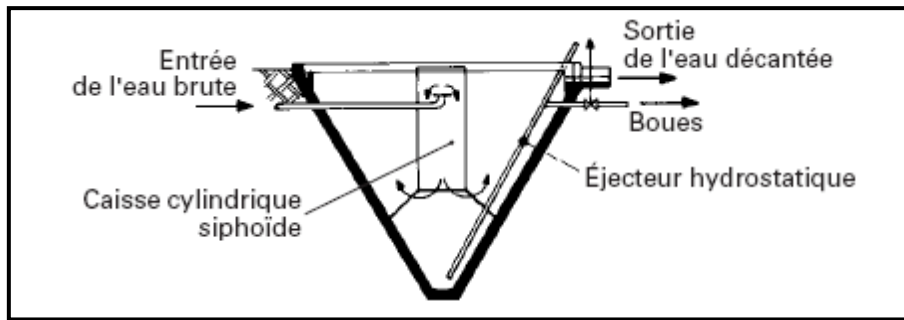


Figure 4 - Décanteur cylindro-conique

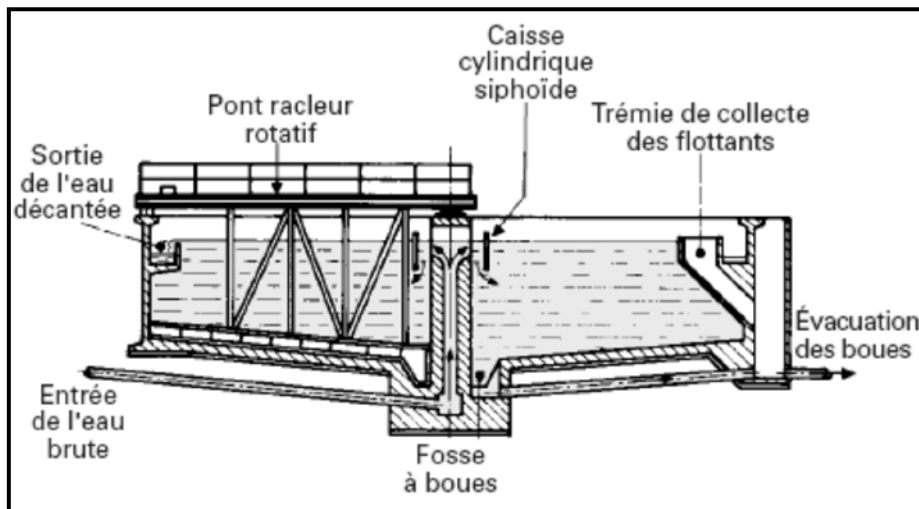


Figure 5 - Décanteur circulaire avec raclage de boues

V.3 Le Traitement Secondaire (Traitement Biologique) :

L'épuration biologique a pour but d'éliminer la matière polluante biodégradable contenue dans l'eau domestique (décantée ou non) en la transformant en matières en suspension : micro-organismes et leurs déchets, plus facilement récupérables.

Le traitement consiste à dégrader les impuretés grâce à l'action d'une biomasse épuratrice, à laquelle doit être fourni l'oxygène nécessaire à son développement.

En simplifiant, on peut décrire ce processus par l'équation :

Eau résiduaire + biomasse épuratrice + O_2 → eau purifiée + accroissement de biomasse + gaz résiduaire ($CO_2...$).

Après un temps de contact suffisant, la liqueur mixte est envoyée dans un clarificateur appelé parfois décanteur secondaire destiné à séparer l'eau épurée des boues.

Boues activées

Le procédé à boues activées, est un système fonctionnant en continu dans lequel des micro-organismes sont mis en contact avec les eaux usées contenant les matières organiques.

Le milieu est rendu favorable à la vie de la flore microbienne par apport d'air d'une part et par introduction de substances nutritives d'autre part.

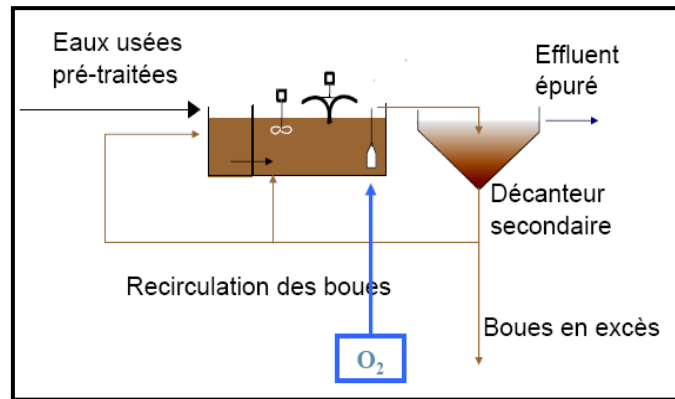


Figure 6 - Installation de traitement par boues activées

Les Lits Bactériens

Les micro-organismes se développent sur un matériau support régulièrement irrigué par l'effluent à traiter. Cette filière consiste à alimenter en eau, préalablement décantée, un ouvrage en béton, de forme généralement cylindrique contenant une masse de matériau (pouzzolane ou plastique) servant de support aux micro-organismes épurateurs qui y forment un film biologique responsable de l'assimilation de la pollution. Le film biologique se décroche au fur et à mesure que l'eau percole. En sortie du lit bactérien, est recueilli un mélange d'eau traitée et de biofilm. Ce dernier est piégé au niveau d'un décanteur secondaire sous forme de boues et l'eau traitée rejoint le milieu naturel.

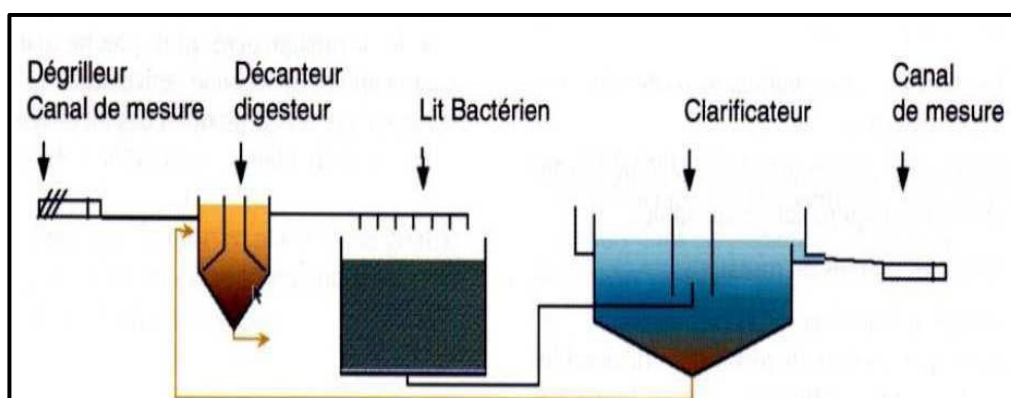
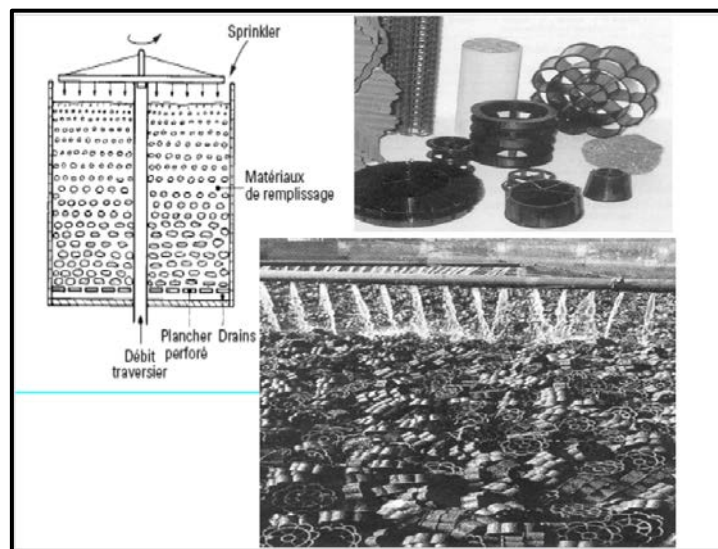


Figure -7 Schéma d'un lit bactérien (filière classique)

Les disques biologiques

L'eau usée préalablement décantée, alimente un ouvrage dans lequel des disques fixés sur un axe sont mis en rotation à vitesse lente. Sur ces disques biologiques en plastique se développe alors un film bactérien. Les disques étant semi-immérgés, leur rotation permet l'oxygénation de la biomasse fixée. En effet, lors de leur émergence, ces bactéries prélèvent l'oxygène nécessaire à leur respiration et lors de l'immersion, elles absorbent la pollution dissoute dont elles se nourrissent. Dès que le film biologique dépasse une épaisseur de quelques mm, il se détache et est entraîné vers le décanteur final où il est séparé de l'eau épurée.

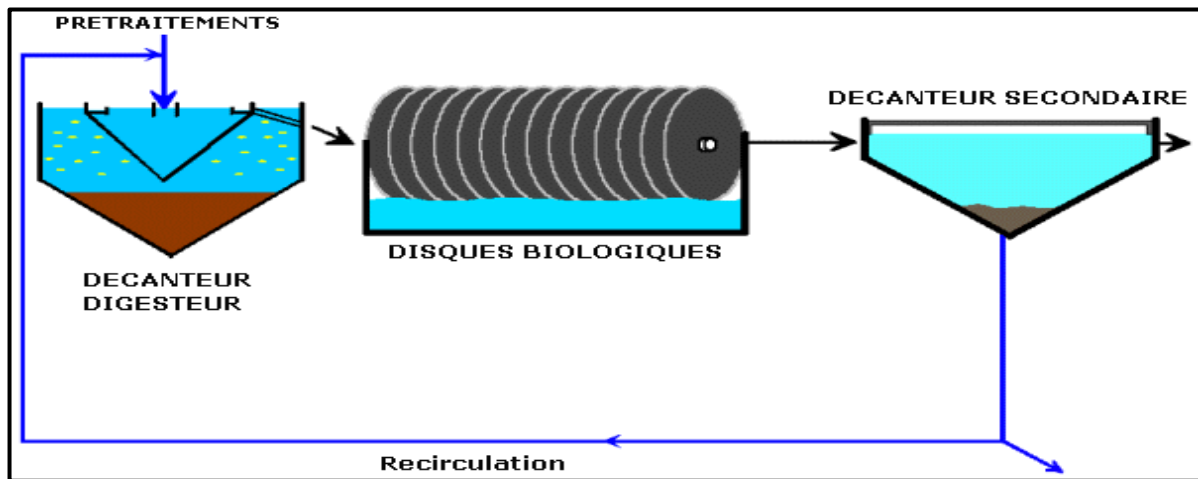


Figure 8 - Traitement par disques biologiques

V.4. Les Traitements Tertiaires :

Dans certains cas ils sont nécessaires, notamment lorsque l'eau épurée doit être rejetée en milieu particulièrement sensible. A titre d'illustration, les rejets dans les eaux de baignade, dans des lacs souffrant d'un phénomène d'eutrophisation ou dans des zones d'élevage de coquillages sont concernés par ce troisième niveau de traitement. Les traitements tertiaires peuvent également comprendre des traitements de désinfection.

Les Traitements Extensifs

- L'infiltration-Percolation
- Le lagunage de finition

Différentes Techniques De Désinfections

- La chloration
- L'ozone
- Le rayonnement UV