

⊙ · ⊙ · ⊙ ⊙ · ⊙
République Algérienne Démocratique et Populaire
⊙ · ⊙ · ⊙ ⊙ ·

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



N°Réf :.....

Centre Universitaire Abdelhafid Boussouf de Mila

Institut des Sciences et de Technologie

Département de sciences et Technique

**Projet de Fin d'Etude préparé En vue de l'obtention du diplôme
LICENCE ACADEMIQUE
En Hydraulique
Spécialité :Sciences Hydrauliques**

**Thème :
Les différents procédés de traitement des
eaux usées**

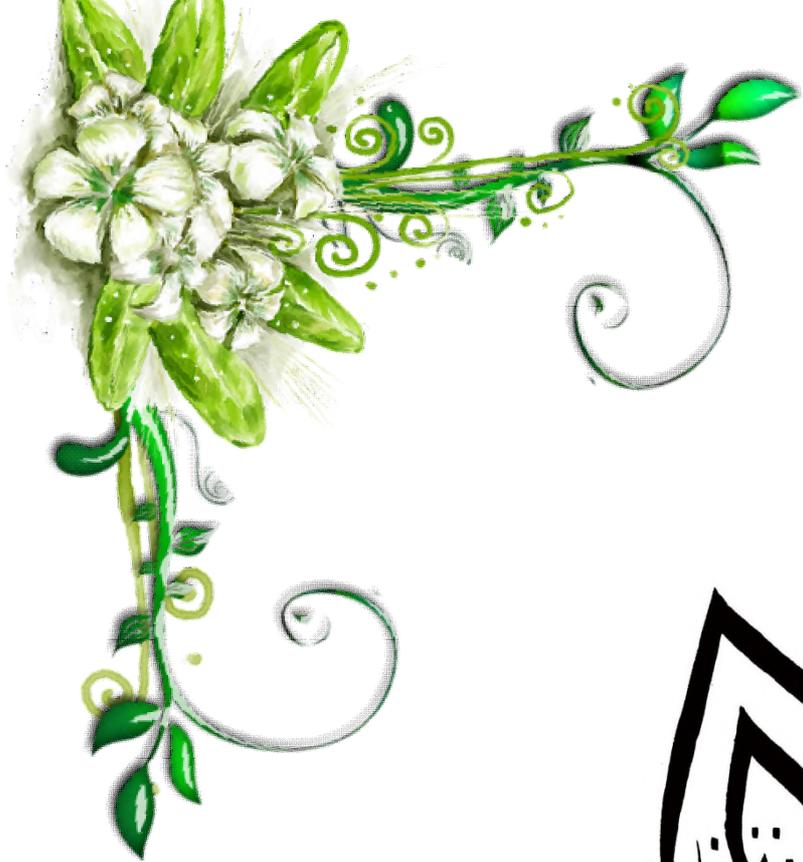
Préparé par :

- CHEFRAG DJAMILA
- SALHI KENZA
- GUEDJANE NIHAD

Dirigé par :

Mr. MOUSSOUNI ABDERZAK

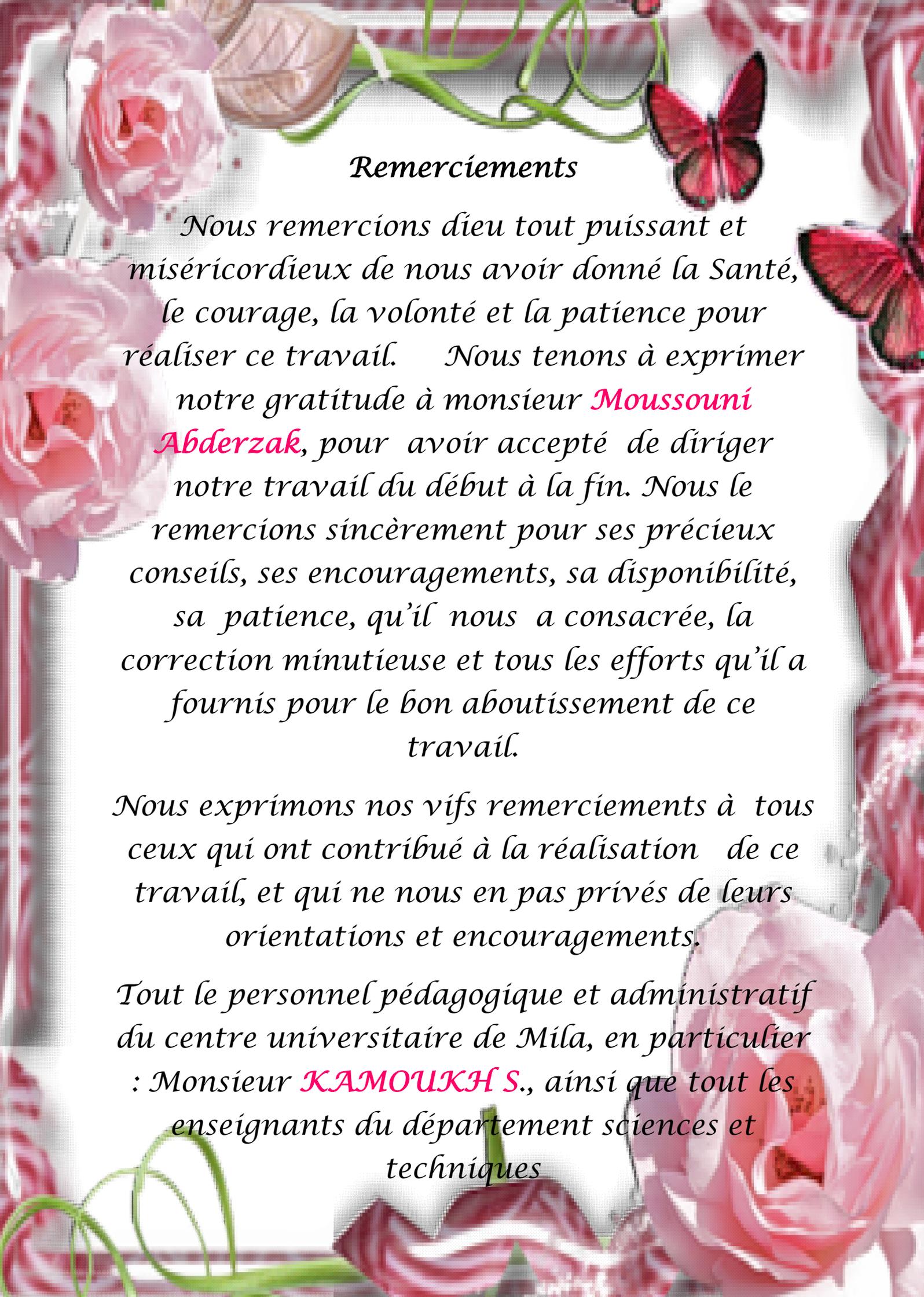
Année Universitaire : 2014/2015



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

سنة 1435





Remerciements

*Nous remercions dieu tout puissant et miséricordieux de nous avoir donné la Santé, le courage, la volonté et la patience pour réaliser ce travail. Nous tenons à exprimer notre gratitude à monsieur **Moussouni Abderzak**, pour avoir accepté de diriger notre travail du début à la fin. Nous le remercions sincèrement pour ses précieux conseils, ses encouragements, sa disponibilité, sa patience, qu'il nous a consacrée, la correction minutieuse et tous les efforts qu'il a fournis pour le bon aboutissement de ce travail.*

Nous exprimons nos vifs remerciements à tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail, et qui ne nous en pas privés de leurs orientations et encouragements.

*Tout le personnel pédagogique et administratif du centre universitaire de Mila, en particulier : Monsieur **KAMOUKH S.**, ainsi que tout les enseignants du département sciences et techniques*

DIDECACE DIDECACE

-Aunomde dieu et par sa volontéet sonaidequi enrichit mes savoirs. Ces savoirs qui m'ont menéà réaliser ce travail,dont j'ensuis comblé et fière.

-Sans oublier tous ceux qui ont par leurs égard contribuéà parfairemon objectif et qui mefont l'éminent honneur avecdifférence,jetienà leur dédier cetravail :

-A montrés cher mon père«AMER» qui nous a quitté-dieu lepitié- qui m'encouragés et conseillés pendant mes plus pénibles moments et qui m'a guidés vers lechemindroit.

-A ma très chère mère «BADIA» qui m'a entourées d'amour et detendresseet m'a appris la patienceet ledéfile

-A mes frères : «FETEËH, YASSER » .

-Et mes sœurs « AHLAM, WISSAM,» mon idéal du sérieux et la performance.

-Et tous les amis«KENZA, DJAMILA, ILHAM, NAWAL, ASIA, YAMINA ,HADJER ,FAHIMA , HOUDA, AMINA»

-A tout ma familles «GUEDJANE.LECHÉHÉB » mes proches chacun par sennom.

-A l'ensembledela promotiondel'Hydraulique

NIHAD 2015

DIDECACE

*Aunomde dieu et par sa volontéet sonaidequi enrichit mes
savoirs.*

*Ces savoirs qui m'ont menéà réaliser ce travail,dont j'ensuis comblé et
fière.*

*-Sans oublier tous ceux qui ont par leurs égard contribuéà
parfairemon objectif et qui mefont l'éminent honneur
avecdifférence,jetienà leur dédier cetravail :*

*-A montrès cher mon père«SAID» qui nous a quitté-dieu lepitié- qui
m'encouragés et conseillés pendant mes plus pénibles moments et qui
m'a guidés vers lechemindroit.*

*-A ma très chère mère «FARIDA» qui m'a entourées d'amour et
detendresseet m'a appris la patienceet ledéfile*

*-A mes frères : «YOUSSEF ,MOULOUUD, ANTAR,IBRAHIM ,» qui
m'ont épauléet le chouchou dela maison «ABD ALLAH»*

*-Et mes sœurs «ZINEB,bakhta ,AYA,djihad ,nada» mon idéal du
sérieux et la performance.*

-Et tous les amis :

*«,NIHAD,KANZA,SAIDA,MOUNIRA,SALIMA,MOUFIDA,AMINA,
HOUDA, KAHINA» .*

*A tout ma familles «CHAFREG,LATAMNA» mes proches chacun par
sonnom.*

-A l'ensembledela promotiondel'Hydraulique

DIAMILA 2015

DIDECACE DIDECACE

-Aunomde dieu et par sa volontéet sonaidequi enrichit mes savoirs. Ces savoirs qui m'ont menéà réaliser ce travail,dont j'ensuis comblé et fière.

-Sans oublier tous ceux qui ont par leurs égard contribuéà parfairemon objectif et qui mefont l'éminent honneur avecdifférence,jetienà leur dédiéer cetravail :

-A montrès cher mon père«DIAB» qui nous a quitté-dieu lepitié- qui m'encouragés et conseillés pendant mes plus pénibles moments et qui m'a guidés vers lechemindroit.

-A ma très chère mère «MARIA» qui m'a entourées d'amour et detendresseet m'a appris la patienceet ledéfîle

-A mes frères : «SABER, NOUR ELISSLAM ,NEAMAN » qui m'ont épauléet le chouchou dela maison«LOUDJAYN».

-Et mes sœurs «WIDAD, HADJER,AMINA» mon idéal du sérieux et la performance.

-Et les petits enfants : «DIAE ,CHARAF , MOATEZ,».

-Et tous les amis :

«DJAMILA,NIHAD,ILHAM,AHLAM,HANEN,TITI,BOUCHRA, DOUNIA» .

A tout ma familles « SALHI,CHERYAT» mes proches chacun par sonnom.

-A l'ensembledela promotiondel'Hydraulique

KENZA 2015

SOMMAIRE

Introduction	01
CHAPITRE I : Généralités sur les eaux usées	02
I- Généralités sur les eaux usées.....	03
I-1- Définition des eaux usées.....	03
I-2- Origine des eaux usées.....	03
I-2-1- Les eaux usées domestiques.....	04
I-2-2- Les eaux usées industrielles.....	04
I-2-3- Les eaux usées urbains.....	05
II-Définition de la pollution de l'eau.....	05
II-2-Les principaux paramètres de pollution des eaux usées.....	05
II-2-1-Les Paramètres organoleptiques.....	05
II-2- 2-Les Paramètres physiques	05
II-2-3- Les paramètres chimiques	06
III-Les normes de rejets	08
IV-Conséquences sur le milieu récepteur	09
CHAPITRE II : Les différents procédés de traitement des eaux usées	10
I- Définition de la STEP des eaux usées	11
I-1 But de station d'épuration	11
I-2 Installation d'une station d'épuration	11
II-Les procédés de traitement d'épuration des eaux usé.....	11
a) Les Prétraitements.....	11
b) Traitements primaires.....	11
c) Traitements secondaires	12
d) Traitements Tertiaires	12
II-1- Le relevage.....	12
II-2- Les prétraitements et élimination des sous produits.....	12
II-2-1- Le dégrillage	12

II-2-2- Le Tamisage	13
II-2-3- Le dessablage	14
II-2-4- Dégraissage déshuilage	14
II-2- 4-1- Le dégraissage	14
II-2-4-2- Le déshuilage.....	14
II-3- Les Traitements primaires (physico-chimiques)	14
II-3-1- Principe de fonctionnent	14
II-3-3- Décantation	15
II-3-4- Flottation	16
II-4 traitement secondaire (Traitement Biologique)	16
II-4-1 Procèdes aérobies	16
II-4-1-1 -Procèdes aérobies à culture libre	17
II-4-1-1-2- Fonctionnement	17
II-4 -1- 1-2-1-Boues activé.....	17
II-4 -1- 1-2-2- Lagunage	17
II-4 -1- 1-2-3- épuration par le sol (épandage)	17
II-4-1-2 Procédés aérobies à culture fixe	18
II-4-1-2-2 -Fonctionnement.....	18
II-4-1-2-2-1Lit bactérien	18
II-4-1- 2-2-2-Disque biologique	18
II-4-2 Procèdes anaérobies	19
II-5- Traitement des boues.....	19
II-5-1-Originé des boues de station d'épuration	19
II-5-2- Les différentes catégories de boues traitées.....	19
II-5-3- Les principales méthodes de traitement des boues.....	20
II-5-3-1-Stabilisation.....	20

II-5-3-1-1Stabilisation aérobie.....	20
II-5-3-1-2-Stabilisation anaérobie.....	20
II-5-3-2-Epaississement.....	20
II-5-3-2-1-Epaississement statique.....	20
II-5-3-2-2-Epaississement par flotation.....	20
II-5-3-3-déshydratation	20
II-6 Traitement tertiaires (Les Traitement complémenter)	20
II-6 -1Désinfection	21
II-6 -2-Adsorption	21
Conclusion.....	22

LISTE DES FIGURE

LISTE DES FIGURE

Figure N° 01 : Schéma du circuit des eaux usées.....	03
Figure N° 02 : composition d'une eau usée domestique.....	04
Figure N°03 : grille Manuel	12
Figure N°04 : grille Automatique.....	13
Figure N°05 : grille Mécanique.....	13
Figure N°06 :Dégrilleur Dessableur Deshuileur.....	14
Figure N°07 : Décanteur floculation avec entraînement périphérique du pont.....	15
Figure N°08 : Principe de fonctionnement des traitements D'épuration physico-chimique.....	16
Figure N°09 : Procédé de traitement d'épuration des eaux usées.....	22

LISTE DES TABLEAUX

Tableau N°01 : Valeurs limites des paramètres de rejets d'effluents liquides industriels.....	09
Tableau N°02 : Avantages et inconvénients de traitements primaire.....	15
Tableau N°03 : Les Avantages et les inconvénients de lit bactérien.....	18
Tableau N°04 : Les Avantages et inconvénients de Disque biologique	19

Liste des abréviations

Liste des abréviations

DCO :	Demande Chimique en Oxygène
DBO :	Demande Biochimique en Oxygène
DBO5 :	Demande Biochimique en Oxygène en cinq jours
MES :	Matière En Suspension
MMS :	Matière Minérale en suspension
MVS :	Matières volatiles en suspension
MO :	Matière Organique
ER :	Eaux résiduaires
STEP :	Station d'épuration
PH :	Potentiel d'hydrogène
C° :	Degré Sul suce
H ₂ S :	hydroxyde de soufre.
O ₂ :	gaze l'oxygène
Cl :	Chlorure
Mg :	Magnésium
N :	Azote
C :	Carbone
Ca :	Calcium
Mg :	Milligramme
NO ₂ ⁻ :	Nitrite
NO ₃ ⁻ :	Nitrate
K :	Potassium
H :	Hydrogène
μ m :	Micromètre
G :	Gramme
Kg :	Kilogramme
g/l :	Gramme par litre
mg/l :	Milligramme par litre
mm :	Millimètre
Cm :	Centimètre
ml :	Millilitre
Mg O ₂ /L :	milligramme d'oxygène par litre
NH ₄ :	Ammonium
PT :	phosphore total
Co:	cobalt.

Introduction

Le développement industriel et l'accroissement démographique, le besoin en eau ne cesse d'augmenter, ceci se traduit par l'accroissement permanent des volumes d'eaux rejetées dont l'abondance et la diversité des produits nocifs qu'ils charrient, a rendu le milieu récepteur incapable d'assimiler cette pollution avec des taux de concentrations que ces eaux présentent.

Chaque forme de pollution présente un risque particulier pour l'environnement en cas de rejet dans le milieu naturel. Chaque forme doit également pour être éliminée, faire l'objet de traitements adaptés.

L'épuration des eaux usées est devenue une obligation, afin de protéger contre la contamination des lacs, rivières et notamment les nappes souterraines, préservant ainsi la masse limitée de la ressource globale en eau. Au début, le milieu naturel acceptait bien les déchets rejetés sans conséquence grave, grâce à ces capacités à s'auto épurer, mais avec la croissance démographique et l'intensification des zones industrielles, il ne lui ait impossible de le faire.

A cet effet, l'homme a pensé à des procédés pour traiter ses déchets avant de les évacuer vers le milieu naturel, à partir de là, les lagunes et la station d'épuration ont été conçues et exploitées. La réutilisation des eaux rejetées pour l'irrigation ou le rechargement des nappes souterraines a poussé l'homme aussi à réfléchir à des techniques d'épuration plus poussée et obéissante à des normes strictes.

Dans ce contexte, notre travail sert à présenter les différents procédés d'épuration utilisés pour le traitement des eaux usées.

Chapitre I

Généralités sur les eaux usées

I- Généralités sur les eaux usées

Les problèmes posés par les ressources en eaux et leur pollution est à présent de plus en plus à l'ordre du jour, il nous prouvent plus être considérés comme accessoires. Pour l'industrie, l'eau est devenue un critère important, une matière première comme les autres. (Kesikes et al, 2009)

I-1 Définition des eaux usées

Selon Ramade, 2000 les eaux usées étant des eaux ayant été utilisées pour des usages domestiques, industriels ou même agricole, constituant donc un effluent pollué et qui sont rejetées dans un émissaire d'égout.

Les eaux usées regroupent les eaux usées domestiques (les eaux vannes et les eaux ménagères), les eaux de ruissellement et les effluents industriels.

I-2 Origine des eaux usées

Selon Eckenfelder, 1982 les eaux usées proviennent de quatre sources principales : Les eaux usées domestiques, Les eaux usées industrielles. Les eaux de pluie et de ruissellement dans les villes.

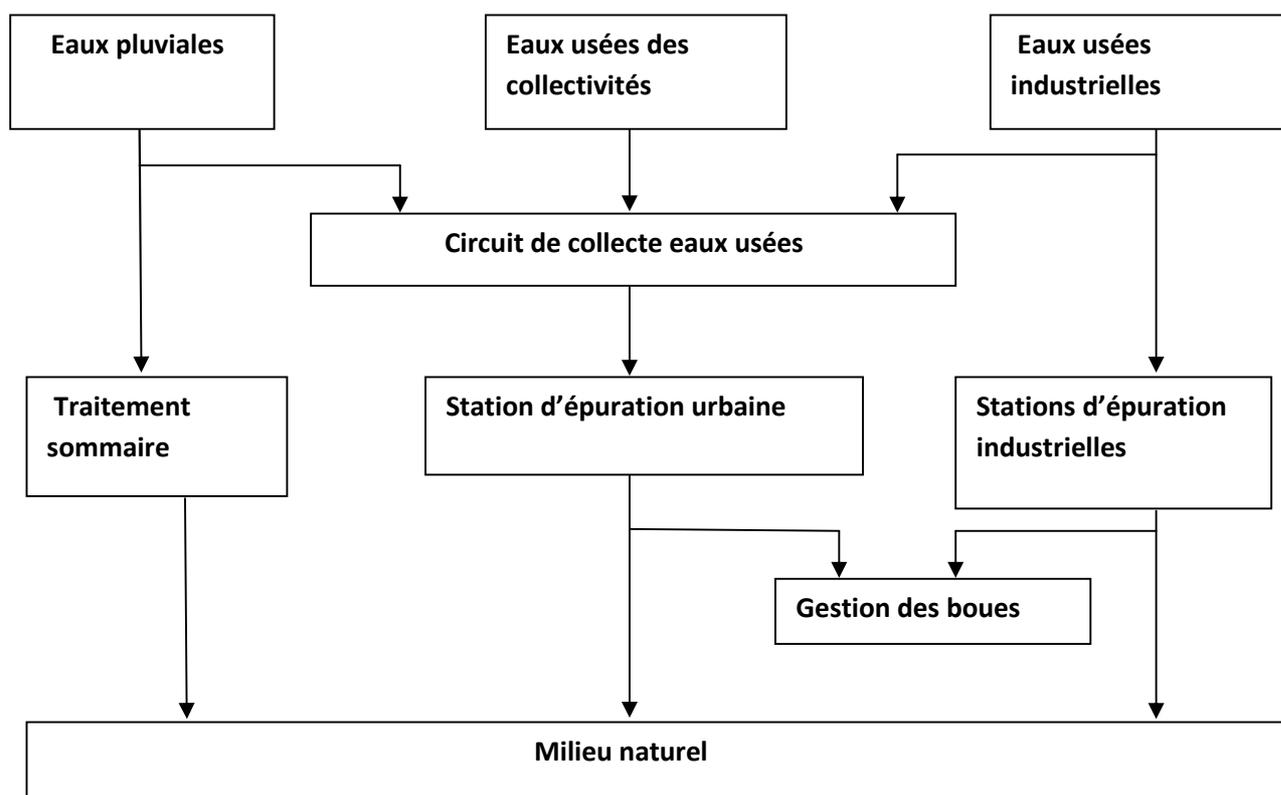


Figure N° 01 : Schéma du circuit des eaux usées. (Source : Moletta, 2010). In (Rabia et al., 2012).

I-2-1 Les eaux usées domestiques

Elles constituent généralement l'essentiel de la pollution et se composent :

- ❖ Les eaux ménagères d'évacuation de cuisine qui contiennent des matières minérales en suspension provenant du lavage des légumes, des substances alimentaires à base de matières organiques (glucides, lipides et protéides) et des produits détergents utilisés pour le lavage de la vaisselle et ayant pour effet la solubilisation des graisses, et de salle de bain chargée en produits utilisés pour l'hygiène corporelle, généralement des matières grasses hydrocarbonées;
- ❖ Les eaux de vannes d'évacuation des toilettes, très chargées en matières organiques hydrocarbonées, en composés azotés phosphorés et en microorganismes. (office international de l'eau).

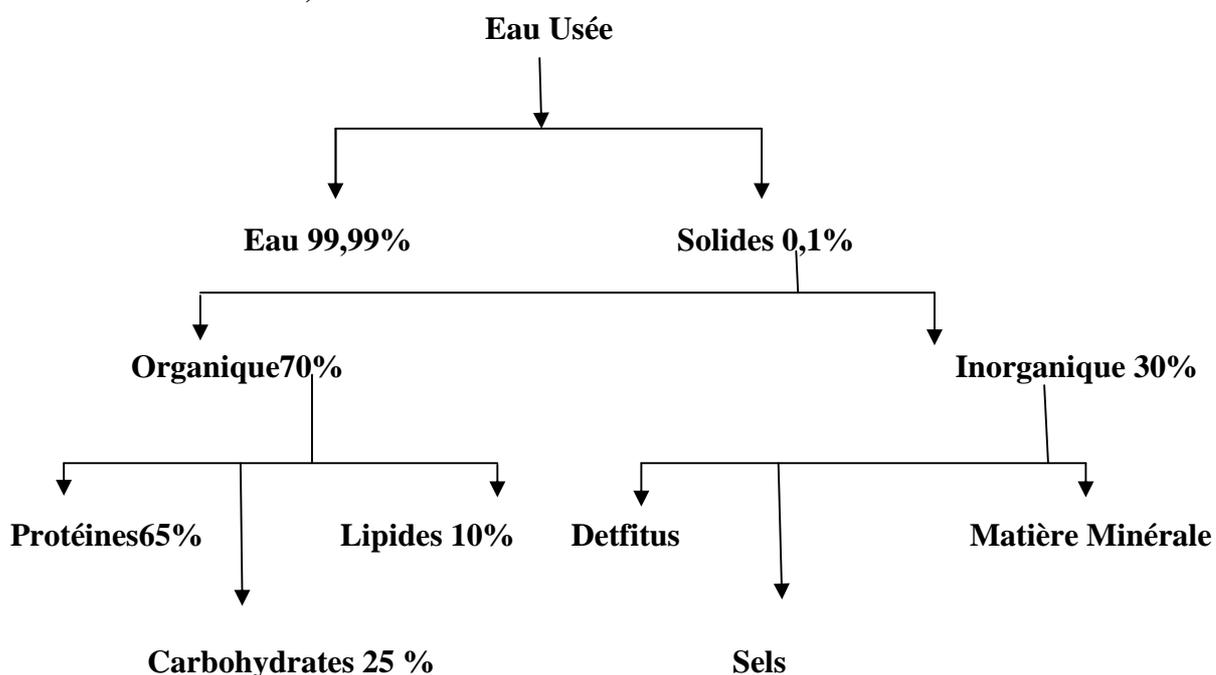


Figure N° 02 : composition d'une eau usée domestique. (Office international de l'eau.)

I-2-2 Les eaux industrielles

Ce sont « toutes les eaux usées provenant de locaux utilisés à des fins commerciales ou industrielles, autre que les eaux ménagères usées et les eaux de ruissellement » (Delarras et al., 2004).

I-2-3 Les eaux usées urbaines

Les eaux usées urbaines peuvent être considérées comme une combinaison d'une partie ou de l'ensemble des effluents domestiques, avec les effluents provenant d'établissement commerciaux et industriels en plus des eaux pluviales qui ne s'infiltrent pas dans le sol et divers autres types d'écoulements urbains (Drechsel et al, 2011).

II Définition de la pollution de l'eau

On appelle pollution de l'eau modification chimique, physique ou biologique de la quantité de l'eau qui a un effet nocif les êtres vivants la consommant. Quand les êtres humains consomment de l'eau polluée, il y a en général des conséquences sérieuses pour leur santé.

La pollution de l'eau peut aussi rendre l'eau inutilisable pour l'usage désire (Laadjel Farid : exploitation d'une station d'épurations à boue active centre de formation au métier de l'assainissement CFMA- BOUMERDES)

II-2 Les principaux paramètres de pollution des eaux usées

II-2-1 Paramètres organoleptiques

Il s'agit de la saveur, de la couleur, de l'odeur et de la transparence de l'eau. Ils n'ont pas de signification sanitaire mais, par leur dégradation, peuvent indiquer une pollution ou un mauvais fonctionnement des installations de traitement ou de distribution, (Bouzit et al., 2012).

a- Odeur

Une eau destinée à l'alimentation doit être inodore, en effet toute odeur est un signe de pollution ou de la présence des matières organique et en décomposition. Ces substances sont en générale en quantité si minime qu'elle ne pouvait être mise en évidence par les méthodes d'analyse ordinaire.

Le sens olfactif peut seul, dans une certaine mesure, les déceler (Bouzit et al., 2012).

b- Saveur

Peut être défini comme l'ensemble des sensations perçues à la suite de la stimulation, par certain substance soluble des bourgeons gustatifs (Bouzit et al., 2012).

c- Couleur

La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances en solution, elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration.

Les couleurs réelles et apparentes sont approximativement identiques dans l'eau claire et les eaux de faible turbidité.

La limpidité de l'eau ne garantie pas son potabilité (Bouzit et al., 2012).

d-Turbidité

La turbidité d'une eau est l'inverse de la transparence elle a pour origine la présence de matière en suspension (sable, matière organique, micro-organisme) que donne dans les réseaux du fait de dépôts dans les canalisations de phénomène de corrosion ou de perturbation dans le traitement. En plus de ces suspension organiques, il ya les bactéries, les parasites et surtout les virus qui sont plus grave de point de vu sanitaire .La turbidité des eaux et éliminée par simple filtration ou par filtration sédimentation (kesikes et al., 2009).

II-2-2 Les paramètres physiques

Les caractéristiques physiques des eaux résiduares peuvent altérer le milieu récepteur dans lequel elles se déversent. Ces altération sont diverses selon les paramètres physiques engagés. Parmi les principales caractéristiques on peut distinguer: (Kesikes et al., 2009).

a- Température

La température est un facteur important dans la vie d'un cours d'eau, elle favorise la fermentation qui agit comme pollution additionnelle et qui diminue la teneur en oxygène dissout.

La diminution de la température : diminution l'efficacité du traitement de désinfection, augmente la viscosité de l'eau et diminue la vitesse de la sédimentation et de la filtration.

L'augmentation de la température : Favorise la croissance bactérienne qui induit des problèmes de couleur et de corrosion

kesikes et al., 2009).

b- Conductivité électrique

La mesure de la conductivité permet d'avoir très rapidement une idée sur la concentration de l'eau en sels dissous. Une conductivité élevée traduit soit des ph anormaux, soit le plus souvent une salinité élevée, comme elle peut conduire à un entartrage des conduites si l'excès est du aux ions de calcium.

Trois techniques peuvent être utilisées pour la détermination en eau potable :

- ❖ L'électrodialyse
- ❖ L'osmose inverse
- ❖ La distillation (**Bouzit et al., 2012**).

c- Matières En Suspension (MES)

Théoriquement, ce sont les matières qui ne sont ni solubilisées, ni alitât colloïdal. Les matières en suspension comportent des matières organiques et des matières minérales. Toutes les MES ne sont pas décantables, en particulier les colloïdes retenus par filtration (**Kesikes et al., 2009**).

d- Matières volatiles En Suspension (MVS)

Elles représentent Les fraction organiques des matières en suspension (MES). Les (MVS) représentent en moyenne 70% de la teneur en matières en suspension pour des effluents domestiques (**Kesikes et al., 2009**).

e- Matières Minérales

C'est la déférence entre les matières en suspension et les matières volatiles en suspension (**Kesikes et al., 2009**)

$$MMS = MES - MVS$$

II-2-3 Les paramètres chimiques

Les caractéristiques chimiques déterminées dans les eaux urbaines ne présentent pas toute, une égale importance vis-à vis du traitement ultérieur par l'ordre d'importance croissant. (**Kesikes et al., 2009**)

a- Potentiel d'hydrogène (PH)

Le PH (potentiel Hydrogène) mesure la concentration en ions H^+ de l'eau. IL traduit ainsi la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 14,7 étant le PH de neutralité.

Ce paramètre caractérise un grand nombre d'équilibre physico-chimique et dépend de facteurs multiples, dont l'origine de l'eau

Le PH doit être impérativement mesuré sur le terrain à l'aide d'un PH-mètre ou par colorimétrie.

(**Ladjel F, 2011**).

b- Demande chimique en oxygène (DCO)

La DCO (demande chimique en oxygène) exprime la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder la matière organique (biodégradation 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 présentes dans l'échantillon (certains hydrocarbures ne sont, par exemple, pas oxydés dans ces conditions). L'objectif de la DCO est donc différent de celui de la DBO. **(Ladjet F, 2011).**

c- Demande biochimique en oxygène sur Cinq jours(DBO₅)

La DBO₅ (demande biochimique en oxygène) exprime la quantité d'oxygène nécessaire à la dégradation de la matière organique biodégradable d'une eau par le développement de micro-organismes, dans des conditions données. Les conditions communément utilisées sont cinq jours (on ne peut donc avoir qu'une dégradation partielle) à 20°C, à l'abri de la lumière et de l'air ; on parle alors de la DBO₅. Cette mesure est très utilisée pour le suivi des rejets des stations d'épuration, car elle donne une approximation de la charge en matières organiques biodégradables. Elle est exprimée en mg d'O₂ consommé. **(Ladjet f, 2011).**

d- Oxygène dissous

La solubilité de l'oxygène dans l'eau est fonction de la température, de la pression atmosphérique, de la salinité et de l'agitation. Une eau usée domestique peut contenir de 2 à 8 mg/l. c'est un paramètre très important, car il permet de contrôler l'oxygénation des basses activités. **(Kesikes et al., 2009).**

e- Azote

Dans l'eau usées urbaines, l'azote se présente essentiellement sous la forme d'azote organique (urines, protéines) et d'azote ammoniacal NH⁴⁺. L'azote oxydé se retrouve de façon marginale dans les eaux usées, il s'agit des nitrites (NO²⁻) et des nitrates (NO³⁻), produit de la transformation chimique (oxydation) de l'azote réduit **(Kesikes et al., 2009).**

f- Phosphore

Le phosphore est mesuré soit sous forme de phosphore totale (PT) soit sous forme de phosphate. Il est essentiellement au métabolisme de l'individu et à l'usage de détergents **(Kesikes et al., 2009).**

g- Métaux lourds

Les métaux lourds se trouvent dans les eaux usées urbaines à l'état de trace. Des concentrations élevées sont en générale révélatrices des rejets industriels sans aucun doute, leur présence est nuisible pour l'activité des micro-organismes, donc perturbe le processus d'épuration biologique, leur élimination se fait au cours de la phase de décantation et filtration **(Kesikes et al., 2009).**

II-2-4 Les Paramètres biologiques

Les eaux résiduaires transportent de nombreux micro-organismes dont certains pathogènes. On peut classer ces organismes dans les grands groupes suivants :
Bactéries, virus, champignons, dont la présence, peut modifier l'aptitude d'une eau à une utilisation donnée **(kesikes et al, 2009).**

✓ **Escherichia coli**

C'est une bactérie peu ou pas pathogène, haute normale de l'intestin et voies excrétrices de l'homme et des animaux ; Escherichia – Coli représente la majeure partie des coliformes fécaux.

En effet, leur présence est considérée comme l'indication d'une grande probabilité de trouver des germes très pathogène, donc dangereux pour l'homme.

✓ **Streptocoques**

Ils forment un groupe hétérogène de bactéries pathogène dont les caractéristiques morphologies et métabiologiques sont identiques.

✓ **Salmonelles**

Ce sont des micro-organismes pathogènes issus des matières fécales d'individus déjà contaminés, la pathogénie peut s'exprimer sous forme de fièvres typhoïde soit de toxi-infections alimentaires.

✓ **Virus**

Les virus sont présentes aussi en quantité dans les effluents urbains, mais sont rarement recherchés, en revanche ces analyses sont un peu plus fréquentes dans les eaux superficielles.

✓ **Parasite**

Les parasites tels que les formes enkystées des amibes, des œufs de ténia sont très rarement recherchés.

III-Les normes de rejets

Les valeurs limites des paramètres de rejets d'effluents liquides industriels selon le journal officiel de la république algérienne N°26 du 23 avril 2006 sont représentées dans le tableau N°1 ci-après.

N°	PARAMETRES	UNITE	VALEUR LAMITES	TOERANCES AUX VALEURES ANCIENNES INSTALLATIONS
1	Température	°C	30	30
2	PH	"	6,5-8,5	6,5-8,5
3	MF3	mg/l	35	40
4	Azote Kjeldahi	"	30	15
5	Phosphore total	"	10	130
6	DCO	"	120	40
7	DBO5	"	35	5
8	Aliminum	"	3	0,01
9	Substances toxiques	"	0,005	0,15
10	Cyanures	"	0,1	20
11	Fluor et composés	"	15	0,5
12	Indice de phénols	"	0,3	15
13	Hydrocarbures Totaux	"	10	30
14	Huiles et graisses	"	20	0,25
15	Huiles et graisses	"	0,2	1
16	Cadmiun	"	0,5	0,05
17	cuivre total	"	0,01	0,75
18	Mercre total	"	0,5	0,75
19	Plomb Total	"	0,5	0,75
20	Chrome total	"	2	2,5
21	Maganése	"	1	1,5
22	Nickel total	"	0,5	0,75
23	Zinc total	"	3	5
24	Fer	"	3	5
25	Composés organiques chlorés	"	3	7

Tableau N° 01: Valeurs limites des paramètres de rejets d'effluents liquides industriels.

IV- CONSEQUENCES SUR LE MILIEU RECEPTEUR :

Le rejet des eaux usées brutes perturbe l'équilibre du milieu récepteur, la quantité de pollution rejetée est devenu incompatible avec les capacités d'autoépuration des cours d'eau et provoque des conséquences néfastes telle que :

- La dégradation du milieu naturel ;
- La pollution des mers, des lacs et des cours d'eau ;
- Le risque de contamination des eaux souterraines.

Chapitre II

Les différents procédés

de traitement des eaux usées

I- Définition de la station d'épuration des eaux usées

Une station d'épuration est une usine qui nettoie les eaux usées et les eaux pluviales, elle fait partie du réseau d'assainissement des eaux usées, constituée d'une succession de dispositif ou l'eau et progressivement débarrassée de ses substances polluantes, la station rejette au final dans la nature une eau propre mais non potable, les résidus de traitement sont récupérés sous forme de boues. (Menasra et al., 2010)

I-1 But de station d'épuration

Traiter les eaux usées de façon à:

- protéger l'environnement.
- Protéger la santé publique.
- Valoriser les eaux épurées.
- Valoriser les boues des stations d'épuration. (Menasra et al., 2010)

I-2 Installation d'une station d'épuration

Une station d'épuration est installée généralement à l'extrémité d'un réseau de collecte, sur l'émissaire principal, juste en amont de la sortie des eaux vers le milieu naturel. Elle rassemble une succession de dispositif. (Menasra et al., 2010)

II- Les procédés de traitement d'épuration des eaux usées

Selon le degré d'élimination de la pollution et les procédés en œuvre, pour épurer l'eau usée plusieurs niveaux de traitement sont définis : les prétraitements, le traitement primaire et le traitement secondaire. Dans certains cas, des traitements tertiaires sont nécessaires, notamment lorsque l'eau épurée doit être rejetée en milieu particulièrement sensible. Selon **Kesikes et al. (2009)**, en dehors des plus gros déchets présents dans les eaux usées, l'épuration doit permettre au minimum d'éliminer la majeure partie de la pollution carbonée. Selon **Metahri (2012)**, les stations d'épuration comportent généralement une phase de prétraitement, pendant laquelle les éléments les plus grossiers sont éliminés par dégrillage (pour les solides de grandes tailles), puis par flottation/décantation (pour les sables et les graisses). Vient ensuite un traitement dit primaire, une décantation plus longue, pour éliminer une partie des MES. Des traitements physico-chimiques et ou biologiques sont ensuite les substances colloïdales, appliqués afin d'éliminer (matière organique ou minérales). Ils sont généralement suivis d'une phase de clarification qui est encore une décantation. Enfin, le traitement des nitrates et des phosphates est exigé en fonction de la sensibilité du milieu récepteur. Il existe également des traitements dits extensifs, comme le lagunage, qui combinent des traitements biologiques, physiques et naturels.

Daffri (2008), définit L'épuration des eaux usées est un ensemble de techniques qui consiste à purifier l'eau, soit pour recycler les eaux usées dans le milieu naturel, soit pour transformer les eaux naturelles en eaux potable.

a) Prétraitements

Consistent à débarrasser les eaux usées des polluants solides les plus grossiers (dégrillage). Ce sont des simples étapes de séparation physique (**Kesikes et al., 2009**).

b) Traitements primaires

Regroupent les procédés physiques ou physico-chimiques visant à éliminer par décantation une forte proportion de matières minérales et organiques en suspension, à l'issue de traitement Primaire, seul 50% à 60% de matières en suspension sont éliminées (**Kesikes et al., 2009**).

c) Traitements secondaires

Ces Traitements consistent à une consommation de la matière organique contenue dans les eaux usées et d'une partie des matières nutritives (azote et phosphore) par des microorganismes. (Belahmadi, 2011).

d) Traitements tertiaires

Complémentaires, consistent à l'élimination des nutriments, des micro-organismes et des micros polluants en vue de l'amélioration de la qualité de l'eau par rapport à celle qui peut être obtenu par les traitements primaires et les traitements secondaires (Kesikes et al., 2009).

II-1 Le relevage

Le relevage selon Ladjel (2011), est un transport des eaux dans les collecteurs se fait généralement par gravité, sous l'effet de leurs poids. Une station de relèvement permet d'acheminer les eaux dans la station d'épuration (STEP) lorsque ces dernières arrivent à un niveau plus bas que les installations de dépollution. Cette opération de relèvement des eaux s'effectue grâce à des pompes submersibles ou à vis d'Archimède.

II-2 Les prétraitements (Traitement physique) et élimination des sous-produits

Le prétraitement a pour objectif de séparer les matières les plus grossières et les éléments susceptibles de gêner les étapes ultérieures du traitement.

Il comprend quatre principaux modes de traitement des eaux usées : le dégrillage, pour retenir les déchets volumineux, le dessablage, pour obtenir une meilleure décantation et éviter l'abrasion des équipements, le dégraissage et le déshuilage, pour éviter l'encrassement de la station par des corps gras (Deshayes, 2008).

II.2.1 Le dégrillage

A l'entrée de la station d'épuration, les effluents doivent subir un dégrillage (voire un tamisage). Ainsi, les matières volumineuses (flottants, etc.) sont retenues à travers des grilles. Cette opération est en général réalisée avant la station de relevage, afin de protéger les pompes ou les vis d'Archimède.

Ce prétraitement se décline en trois sous-catégories : (Deshayes, 2008).

1. Le Pré dégrillage : pour grille a barreaux espacés de 30 à 100 mm ;
2. Le Dégrillage moyen : pour grille a barreaux espacés de 10 à 30 mm ;
3. Le dégrillage fin : pour les barreaux sont espacés de moins de 10 mm.

Il existe plusieurs types de grilles

II.2.1.1 Grilles manuelles

Elles sont réservées aux très petites installations, la grille fortement inclinée (angle de 60° à 80° sur l'horizontale) et munie d'un by-pass destiné à éviter le débordement. (Baira et al., 2010).

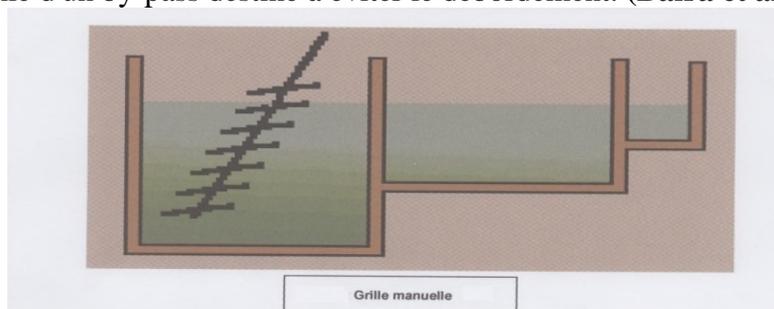


Figure N°03 : grille Manuelle.

II.2.1.2 Grille mécanique

Dès que la station dépasse les 5000 habitants, on doit doter l'installation de traitement à grille mécanique ou automatique. (Baira et al., 2010).

Selon Khenioui et al. (2009), ce sont des grilles à nettoyage automatique et sont utilisées à partir d'une certaine importance de la station, pour éviter ainsi un colmatage rapide des grilles.

1) Grille mécanique à nettoyage par l'aval

Le mécanisme de nettoyage se trouvant placé à l'aval du champ de la grille, généralement vertical ou incliné de 60° à 80° sur l'horizontale.

2) Grille mécanique à nettoyage par l'amont

Le mécanisme est assuré par un ou deux peignes montés à l'extrémité de bras, utilisée généralement pour les grilles dont l'espacement des barreaux est inférieur à 20mm (grilles fines).

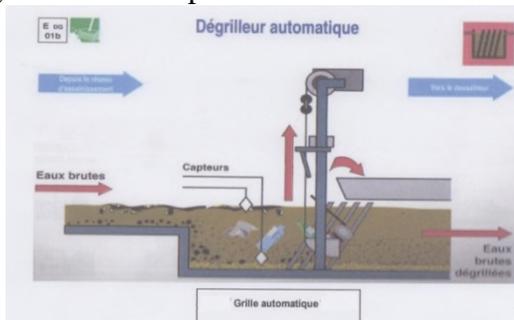


Figure N°04 : grille Automatique.



Figure N° 05: grille Mécanique.

Parmi les installations de traitement des grilles mécaniques on distingue :

1. Grilles courbes

Ce type de grille est toute indiquée pour les installations de moyennes importances, lorsque les eaux ne sont pas trop chargées et que la hauteur de relevage de débris est réduite ; il a pour avantage de présenter une grande section de passage utile et d'être d'une conception mécanique simple, le nettoyage est assuré par un ou deux peignes montés à l'extrémité au bras tournant autour d'un axe horizontal (Kesikes et al., 2009).

2. Grilles droites

Soit fortement relevées sur l'horizontal, par fois même verticales, le nettoyage peut être effectué :

1. Par des grappins.
2. Par des râpeaux ou des peignes.
3. Par des balais-brosses.

Il ya deux types de grilles droites, grilles droites à nettoyage alternatif et grilles droites à nettoyage continu (Kesikes et al., 2009).

II-2-2 Tamisage

Le tamisage est une opération très générale sur les effluents industriels chargés en matières en suspension de forte taille, il permet la récupération de déchets, évite l'obstruction de canalisation ou de pompe, limite les risques de dépôts et de fermentation soulage le traitement biologique ultérieur.

On distingue habituellement :

1. La macro tamisage avec une dimension de maille supérieure à 250µm pouvant aller jusqu'à quelques millimètres.
2. Le micro tamisage entre 30 à 150µm (Kesikes et al., 2009).

II-2-3 Dessablage

Après le dégrillage, Le dessableur est un ouvrage dans lequel les particules denses, dont la vitesse est inférieure à 0,3 m/s, vont pouvoir se déposer. Il s'agit principalement des sables. L'élimination des sables présents dans les effluents bruts est une opération indispensable pour :

1. éviter les dépôts dans les canalisations conduisant à leur bouchage ;
2. protéger les pompes et autres organes mécaniques contre l'abrasion ;
3. éviter de perturber les autres stades du traitement (surtout au niveau du réacteur biologique) ;
4. réduire la production des boues (**Deshayes, 2008**).

Remarque : Le dessablage concerne les particules minérales de granulométrie supérieure à 100 μm .

II-2-4 Dégraissage-déshuilage

Selon **Deshayes (2008)**, les opérations de dégraissage et de déshuilage consistent en une séparation des huiles et graisses, produits de densité légèrement inférieure à celle de l'eau, de l'effluent brut.

II-2-4-1 Le dégraissage

C'est une opération de séparation liquide-solide réalisant un compromis entre une rétention maximale de graisses et un dépôt minimal de boues. On peut noter qu'une injection d'air (bulle d'air) au fond de la bache de séparation permet de récupérer les graisses par flottation. Cette préparation des effluents facilite l'épuration des effluents en aval, en réduisant le colmatage et en évitant une certaine inhibition des processus biologiques.

II-2-4-2 Le déshuilage

est une opération de séparation liquide-liquide bien souvent réservée à l'élimination des huiles présentes dans les eaux résiduaires (ER) industrielles (raffineries de pétrole). :

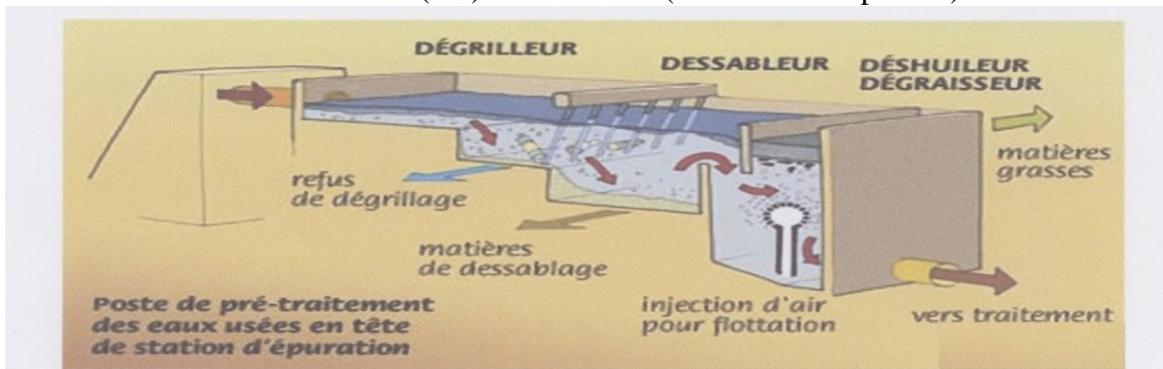


Figure N° 06 :Dégrilleur Dessableur Deshuileur.

II-3 Les traitements primaires (physico-chimiques)

II-3-1 Principe de fonctionnement

Après une étape de pré traitement, le traitement physico-chimique consiste en séparation physique, solide-liquide, après un ajout de réactif chimique ayant provoqué l'agglomération de matière en suspension (**Menasra et al., 2010**).

Tableau N°02 : Avantages et inconvénients de traitement primaire

Avantages	Inconvénients
1. Réponse rapide aux variations de charge (de débit) ;	1. Rendement d'épuration inférieure (pas d'élimination de la pollution dissoute) ;
2. Bonne élimination de la pollution particulaire ;	2. Plus grande quantité de boues produites ;
3. Compacité des installations.	3. Coût en réactifs élevé ;
	4. Possibilité de coloration.

II-3-2 Coagulation floculation

Les procédés de coagulation et de floculation facilitent l'élimination de **MES** et des **colloïdes** en les rassemblant sous forme de floes dont la séparation et ensuit par des systèmes de décantation floculation ou filtration.

Ils constituent les traitements de basse appliqués pour corriger tous ou partie des défauts de l'eau liée aux fractions particulières inertes ou vivants.

La coagulation-floculation c'est la déstabilisation des particules colloïdales par addition d'un réactif chimique, le coagulant qui apporte au milieu des cations multivalents libres ou liés à une macromolécule organique (**Kesikes et al., 2009**).

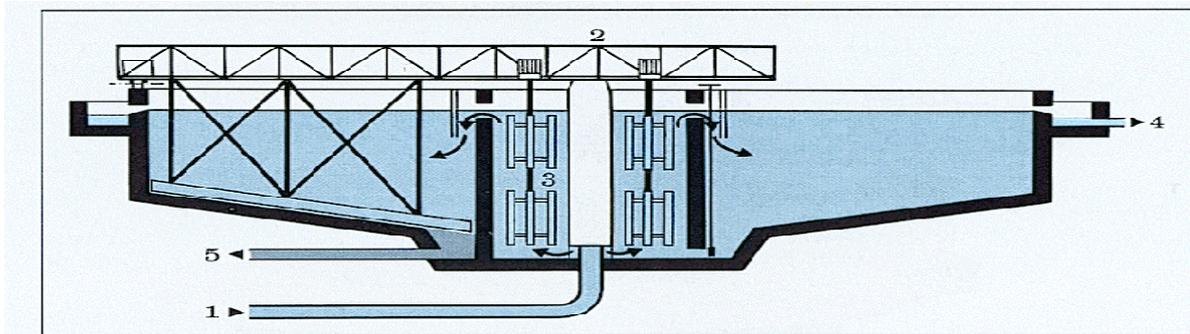
II-3-2-1 But de la coagulation floculation

Mekhalif (2009), a cité que la coagulation floculation a pour but la croissance de particules (qui sont essentiellement colloïdales) par leur déstabilisation puis formation de floes par absorption et agrégation.

II-3-3 Décantation

Menasra et al. (2010), défini la décantation comme étant une méthode de séparation la plus fréquente des MES et des colloïdes, La séparation par décantation peut être réalisée de façon discontinue ou continue. Les procédés discontinus, ou décantation par cuvette, ne sont mis en œuvre que dans des petites installations de fortune ou dans des stations biologiques à cuvettes programmées, dans lesquelles les phases d'aération et de décantation sont réalisées dans une même enceinte.

Dans le cas le plus général, le procédé de décantation est continu.



1 - Arrivée d'eau brute

2 - Pont racleur.

3 - Zone de floculation

4 - Sortie d'eau décantée.

5 - Évacuation des boues.

Figure N° 07: Décanteur floculateur avec entraînement périphérique du pont.

II-3-4- Flottation

Selon **Kesikes et al. (2009)**, la flottation c'est l'inverse de la décantation en ce sens qu'elle permet de recueillir à la surface de l'eau, les matières plus légères qui viennent s'y assembler. Cette différence de densité peut être naturelle (**hydrocarbures**) ou provoquée par apport extérieur de **bulles d'air** qui viennent se coller aux particules et facilitent leur ascension, en surface des **racleurs** viennent régulièrement retirer les produits ainsi éliminés.

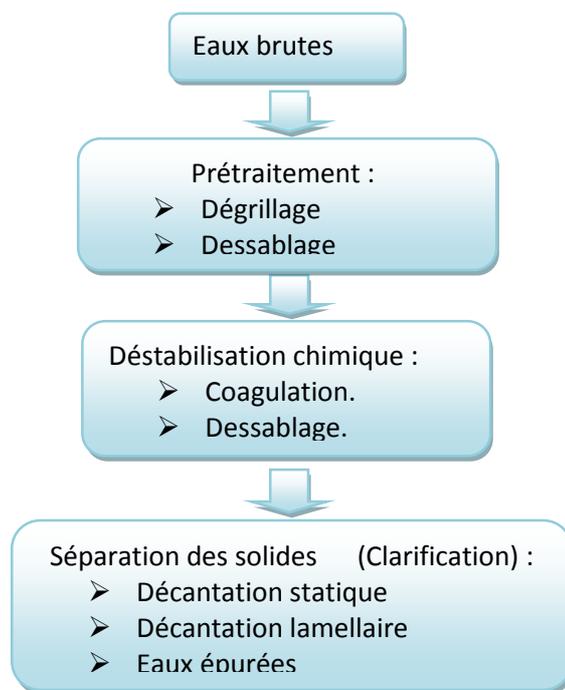


Figure N° 08 : Principe de fonctionnement des traitements D'épuration physico-chimique.

II-4 Traitement secondaire (Traitement biologiques)

Menasra et al. (2010) définit Les procédés biologiques comme étant le plus souvent utilisés pour le traitement secondaire des eaux résiduaires urbaines et Industrielles.

Ils sont essentiellement employés pour l'élimination des composés carbonés présents sous forme soluble tel que sucres, graisse protéine etc. et qui sont nocifs pour l'environnement puisque leur dégradation implique la consommation d'oxygène dissous dans l'eau qui est nécessaire à la survie des animaux aquatiques.

• But

Séparer et éliminer essentiellement les substances et pollution organiques solubles (consommatrice d'oxygène) contenu dans les eaux usées. Deux voies sont possibles pour dépolluer les effluents (**Menasra et al., 2010**).

II-4-1 Procédés aérobies

Dans les procédés aérobies, les bactéries hétérotrophes utilisant les matières organiques qui consiste la pollution comme source de carbone et d'énergie.

Les bactéries aérobies peuvent être utilisées en culture libre, c'est-à-dire maintenues en suspension dans le liquide par un brassage, soit en culture fixées c'est à-dire accrochées sur un support (**Kesikes et al., 2009**).

II-4-1-1 Procédés aérobies à culture libre

II-4-1-1-2 Fonctionnement

Le processus d'épuration par "Cultures Libres" repose sur le développement d'une culture bactérienne, de type aérobie principalement. L'oxygène provient de diverses sources selon les filières (Perera et Baudot, 2001).

Parmi les différents procédés aérobies à culture libre sont:

II-4-1-1-2-1 Boues activées

Les procédés par boue activées comportent essentiellement une phase de mise en contact de l'eau épuré avec un floc bactérien en présence d'oxygène (aération), suivie par une phase de séparation de ce floc (clarification).

Ils sont en fait une intensification de ce qui passe dans le milieu naturel, la différence provient d'une plus grande concentration en micro-organisme, donc une demande en oxygène plus importante.

De plus, pour maintenir en suspension la masse bactérienne, une agitation artificielle est nécessaire.

Une station d'épuration des eaux usées par boues activées comprend dans tous les cas.

1. Un bassin dit d'aération dans le quel l'eau à épurer est mise en contact avec la masse bactérienne épuratrice.
2. Un décanteur (clarificateur) dans le quel s'effectue la séparation d'eau épurer et de la culture bactérienne.
3. Un dispositif de recirculation de boue assurant le retour vers le bassin d'aération des boues biologiques, cela permet de maintenir la quantité des micro-organismes.
4. Un dispositif d'extraction et d'évacuation des boues en axés, c'est-à-dire du surplus de culture bactérienne synthétisée en permanence à partir du substrat.
5. Un dispositif de fourniture d'oxygène à la masse bactérienne présente dans le bassin d'aération.
6. Un dispositif de brassage afin d'assurer au mieux le contact entre les micro-organismes et la nourriture et d'éviter les dépôts et de favoriser la diffusion de l'oxygène.
7. Un réacteur biologique se caractérisé (Kasikes et al., 2009).

II-4-1-1-2-2- Lagunage

Les procédés par lagunage sont des méthodes de traitement les plus communes lorsque on dispose de grande surface de terrain et lorsque on ne désire pas assurer en permanence une haute qualité de l'effluent, le lagunage est utilisé dans les pays en voie de développement.

Les lagunes sont mises en œuvre pour l'élimination de la pollution organique, pour la réduction de la pollution bactériologique, ainsi éventuellement que pour la nitrification d'un effluent traité. La température est un paramètre de fonctionnement essentiel en particulier pour la décontamination bactérienne.

La complexité des phénomènes biologiques se développant dans les lagunes naturelles ne permet pas de caractériser la cinétique de l'épuration par un modèle mathématique simple.

On peut procéder selon la quantité de l'effluent et d'autres conditions techniques à de

Différents types de lagunage :

1. Lagunage naturel.
2. Lagunage aéré.
3. Lagunage anaérobie (Menasra et al., 2010).

II-4-1-1-2-3- Épuration par le sol (épandage)

La première technique d'épuration des eaux usées des agglomérations a été celle des champs d'épandage. L'utilisation des sols comme système épurateur met à profit.

- ses propriétés physiques et physicochimiques : filtration, adsorption, échange d'ions, pouvoir de rétention.

- ses propriétés biologiques: action de la microflore, des végétaux.

Le système épurateur est donc constitué à la fois du sol et des cultures. Certains éléments polluants sont évacués à l'atmosphère: une partie du carbone est transformée en gaz carbonique par la respiration bactérienne et par la transformation chlorophyllienne. D'autres sont exportés par les plantes: d'abord C et N, puis P, K, Ca, Mg et enfin, dans une faible proportion, les métaux lourds.

Les trois principaux modes de traitement par le sol sont :

L'irrigation, l'infiltration-percolation et le ruissellement (**Menasra et al, 2010**).

II-4-1-2 Procédés aérobies à culture fixe

II-4-1-2-2 Fonctionnement

Dans ce genre de procédés, les micro-organismes sont fixés sur un support inerte et forment le BIOFILM. Ces procédés sont sensés reproduire en réacteur l'effet épurateur du sol (**Dhaudi, 2008**). Selon **Metahri (2012)**, Les micro-organismes utilisés exigent un apport permanent d'oxygène.

Parmi les différents procédés aérobies à culture fixe on a :

II-4-1-2-2-1- Lit bactérien

L'eau usée préalablement décanté, alimente un ouvrage contenant une masse de matériaux servant de support aux micro-organismes épurateurs qui y forment un film biologique responsable de l'assainissement de la pollution.

L'aération naturelle se fait grâce à des ouïes d'aération, le film biologique se décroche au fur et à mesure que l'eau percole en sortie du lit bactérien se trouve un mélange d'eau traité et de bio film, ce dernier sera piégé dans le décanteur sous forme de boue et l'eau traitée rejoint le milieu naturel (**Kesikes et al., 2009**).

Tableau N°03 : Les Avantages et les inconvénients de lit bactérien

<i>Avantage</i>	<i>Inconvénients</i>
1. Faible consommation d'énergie ;	1. Nécessité de prétraitements efficaces ;
2. Fonctionnement simple demandant moins d'entretien et de contrôle ;	2. Sensibilité de colmatage et au froid.
3. Bonne décantation des boues.	

Source (Perera et Baudot, 2001).

II-4-1-2-2-2 Disque biologique

C'est une technique faisant appel aux cultures fixées est constituée par les disques biologiques tournants (cf.shé-masci-dessous), au se développent les micro-organismes et forment un film biologique épurateur à la surface des disques. Les disques étant semi immergés, leur rotation permet l'oxygénation de la biomasse fixée (**Perera et Baudot, 2001**)

Avantage	Inconvénients
<ol style="list-style-type: none"> 1. Faible consommation d'énergie. 2. Bonne stabilisation (décantabilité) de boues 3. Généralement adoptés pour les petites collectivités. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Coût d'investissement important. 2. Grande sensibilité aux variations de température ce qui crée une obligation de couverture.

Tableau N°04 : avantages et inconvénients de disque biologique.

II-4-2 Procédés anaérobies

Ils sont appelés à des bactéries n'utilisant pas l'oxygène en particulier aux bactéries méthanogènes qui conduisent comme leur nom l'indique à la formation de méthane à partir des matières organiques et à un degré moindre de CO₂, (Metahri, 2012). C'est une opération délicate qui demande une surveillance importante comme en fermentation aérobie, la culture bactérienne peut être développée en suspension libre ou fixée sur support (Kesikes et al., 2009).

II-5-Traitement des boues

II-5-1-Origine des boues de station d'épuration

Les éléments polluants et leurs produits de transformation, retirés de l'eau usée au cours du traitement d'épuration, se trouvent rassemblés, dans la grande majorité des cas. Dans des suspensions, plus ou moins concentrées, dénommées « boues ».

Les boues constituent des déchets volumineux puisqu'elles contiennent entre 95 et 99 % d'eau et sont génératrices de nuisances dans la mesure où elles sont constituées par des matières organiques fermentescibles. Elles peuvent renfermer des substances toxiques si des effluents industriels sont collectés par le réseau.

Le traitement des boues en est devenu un corollaire inévitable et nécessite des moyens techniques et financiers parfois supérieurs. L'exploitant devra suivre un schéma de traitement pour s'en débarrasser dans des conditions économiques acceptables, en respectant les contraintes imposées pour leur rejet.

Le choix de la filière de traitement est fonction de la nature, de la composition des boues, d'où la nécessité de l'analyse des boues (Baira et al., 2010).

II-5-2-Les Différentes catégories de boues traitées

Au niveau du traitement des boues, il peut être réalisé des mélanges de boues de plusieurs origines qui ont des propriétés et des traitements similaires. On distingue trois catégories de boues (Baira et al., 2010).

- **Boues fraîches mixtes:**

Il s'agit d'un mélange de boues primaires et de boues activées d'une station fonctionnant à forte ou moyenne charge ou de boues provenant de lit bactérien ou de bio filtre. Ce sont des boues organiques et fermentescibles (Baira et al., 2010).

- **Boues activées issues d'un traitement en faible charge ou en aération prolongée:**

Ces boues biologiques sont le siège d'une respiration endogène de la biomasse qui réduit la teneur organique et augmente leur minéralisation (Baira et al., 2010).

- **Boues digérées de boues primaires ou de boues fraîches mixtes par voie aérobie ou anaérobie :**

Ces boues fermentescibles subissent, afin de réduire leur teneur organique, un traitement biologique dans la filière de traitement des boues (**Baira et al., 2010**).

II-5-3- Les principales méthodes de traitement des boues

II-5-3-1 Stabilisation

La stabilisation des boues a pour but de réduire leurs pouvoirs fermentescibles. Elle peut être obtenue par voie anaérobie, aérobie ou chimique (**Baira et al., 2010**).

> Stabilisation aérobie

Ce procédé consiste, par une aération prolongée des boues, à provoquer le développement de micro-organismes aérobies, jusqu'à dépasser la période de synthèse des cellules et réaliser leur propre auto-oxydation (temps de séjour nécessaire : 12-15 jours). Comme tout procédé biologique, la stabilisation aérobie est influencée par la température. Cependant, du fait de sa rusticité, de la simplicité de sa conduite, de son aisance à supporter les variations de charge, ce procédé se développe considérablement dans les installations de moyenne importance (**Baira et al., 2010**).

> Stabilisation anaérobie

La stabilisation anaérobie comprend deux phases :

- Une phase de liquéfaction conduisant essentiellement à la production d'acides volatils gras (AGV).
- Une phase de gazéification où les bactéries méthaniques (strictement anaérobies) produisent du méthane gaz à partir des acides volatils et des alcools formés dans la première phase.

Le gaz produit est essentiellement composé de méthane et de gaz carbonique. Cependant, d'autres éléments peuvent être présents en faibles proportions (CO, N₂, H₂S) (**Baira et al., 2010**).

II-5-3-2-Epaississement

L'épaississement constitue la première étape de la plus part des filières de traitement des boues. De plus il est effectué selon deux techniques (**Baira et al., 2010**).

❖ Epaississement statique

Il s'effectue dans une cuve équipée d'un mécanisme racleur tournant à faible vitesse. Dans certains cas, le rendement de l'épaississement peut être amélioré par addition de coagulant (chaux, chlorure ferrique...) (**Baira et al., 2010**).

❖ Epaississement par flottation

Dans ce type d'épaississement, les fines bulles d'air forées par dépressurisation s'accrochent aux floccs des boues. Le mélange air matières s'élève à la surface du bassin où il se concentre et élimine par raclage de surface. L'emploi de poly électrolyte augmente le rendement de capture des matières ainsi que la concentration de la boue épaissie (**Baira et al., 2010**).

II-5-3-3-déshydratation

Les boues produites sur les stations d'épurations, même si elles ont été épaissies, contiennent encore beaucoup d'eau (> 95%). La réduction de leur évacuation passe par une réduction de cette teneur en eau par déshydratation.

En fonction du procédé utilisé et de la nature initiale de la boue. La siccité finale obtenue (% MS) varie de 50 à 20 (**Baira et al., 2010**).

II-6 Traitements tertiaires (les traitements complémenter)

Il est pour but de compléter plus ou moins l'épuration selon les normes de qualité applicables aux eaux épurées au selon l'utilisation de ces eaux ; absentes ou peu nombreux dans le cas des rejets en rivières, ils deviennent en revanche multiples s'il s'agit d'affiner l'eau en vue d'une réutilisation (**Kesikes et al., 2009**).

Les traitements tertiaires sont nombreuses et peuvent constituer une chaîne complexe ; les opérations qui les composent sont :

II-6-1-Désinfection

Pour les eaux usées, une désinfection n'a des sens que si l'eau épurée est clarifiée, le chlore est l'agent désinfection le plus utilisé en raison de son pouvoir oxydant très important, favorable à la destruction des matières organiques de son action bactéricide et de sa présence sur le marché avec un prix acceptable (**Kesikes et al., 2009**).

II-6-2- Adsorption

L'adsorption est définie étant la fixation de molécule atomes aux ions contenus dans une phase liquide à la surface de certain matériau.

L'élément le plus important est le charbon actif, il se présente sous deux formes :

1. Charbon actif en poudre.
2. Charbon actif en grain.

Le charbon actif fixe les composés organiques dissous après un traitement biologique et permet d'éliminer une grande proportion de la **DCO**, ce qui n'est pas le cas pour la filtration, il fixe aussi les éléments toxiques et les métaux lourds (**Kesikes et al., 2009**).

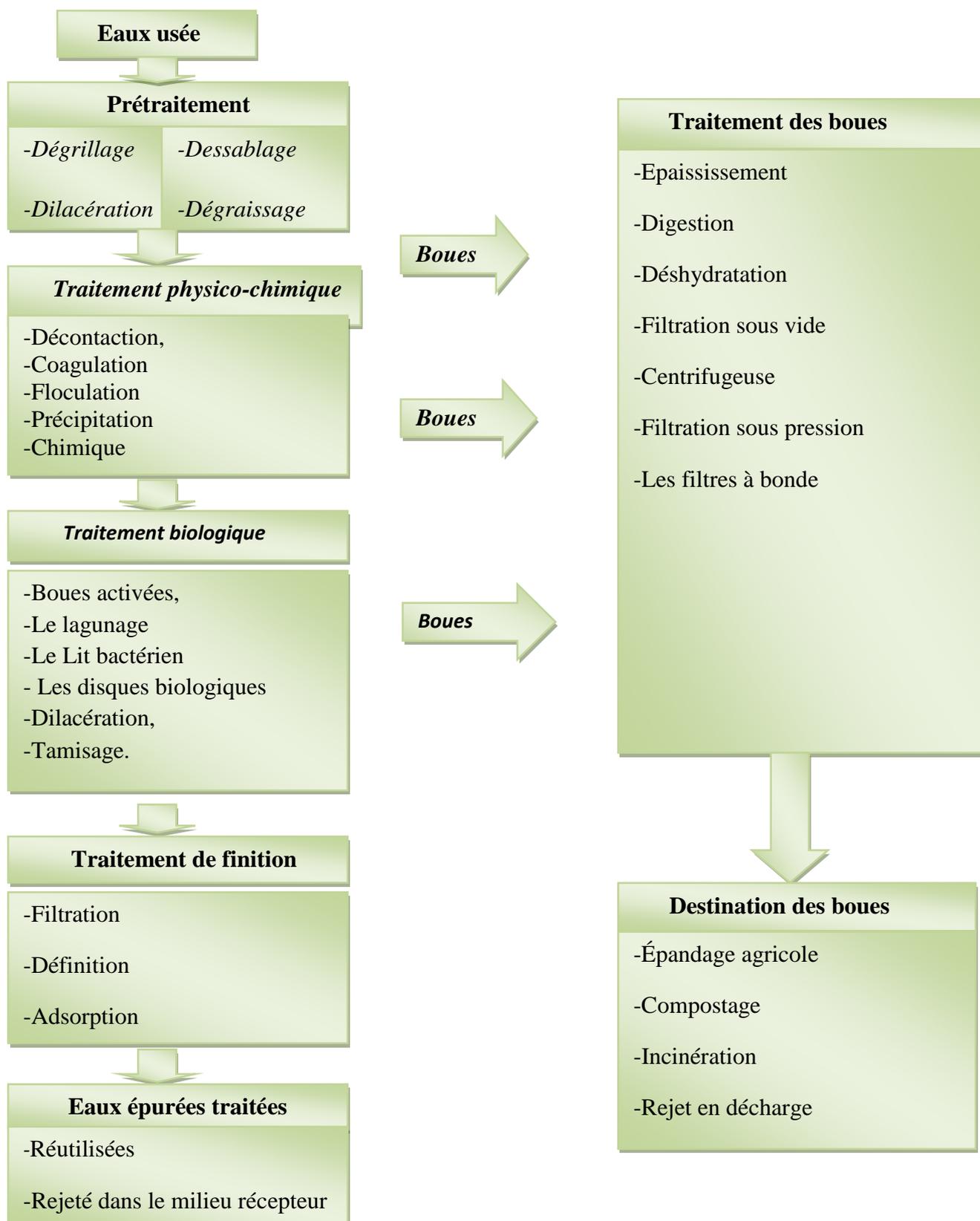


Figure N°09 : Procédé de traitement d'épuration des eaux usées.

Conclusion générale

Le traitement des eaux usées est un processus très important pour la vie quotidienne des habitants des villes et du monde rural. On effectue l'épuration des eaux usées non seulement pour protéger la santé de la population et éviter les maladies contagieuses, mais aussi pour protéger l'environnement.

L'objectif essentiel de notre travail consiste à citer les différents procédés d'épuration des eaux usées. Aujourd'hui, ce dernier but devient de plus en plus important et les techniques de traitement et les stations d'épuration évoluent constamment. Les traitements usuels (primaires et secondaires) ont été complétés par des traitements qui visent à éliminer le plus possible de substances nocives pour les écosystèmes (tertiaires).

Tout cela est évidemment très encadré, et c'est cette orchestration au niveau algérienne qui aide à mieux veiller sur la qualité de l'eau potable et usée. Nous avons commencé à contrôler et à protéger aussi bien l'eau que l'on boit que l'eau que l'on rejette.

Cependant, les lois en vigueur et les technologies d'épuration doivent encore évoluer pour répondre à l'évolution des styles de vie, car avec de nouveaux polluants arrivent de nouveaux dangers aussi bien pour les écosystèmes aquatiques que pour l'homme.

Bibliograph

Bibliograph

- ✚ Bechacj P. et Boutin P ,(2010). mercier. traitement des eaux.
- ✚ Bouzit ,M, S , moussaoui K , Kabl L ,(2012), Les procédés physique et mécanique du Prétraitement. Mémoire de fin d'étude. Institut nationale specialialite de la formation professionnelle et arbi ben m'hidi-mila. P (108)
- ✚ Deshayes Matthieu, (2008). Guide pour l'établissement des plans d'assurance de la Qualité dans le cadre de la réalisation des stations d'épuration de type boues activées en lots séparés. Mémoire de projet de fin d'études. INSA De stasbourg . France. P (79)
- ✚ Dhaudi Hatem, 2008. Traitement des eaux usées urbaines, les procédés biologiques d'épuration. Université virtuelle de Tunis. P (30) [Http://mh.uvt.rnu.tn](http://mh.uvt.rnu.tn)
- ✚ Drechsel P., Scott C A.,Raxhid-Sally L., Redwood M . et Bahri A., 2011. L'irrigation avec des eaux usées et la santé, Évaluer et atténuer les risques dans les pays à faible revenu. Edition, Presses de l'université de Québec. P (440).
- ✚ Delarras C., 2010. Surveillance sanitaire et microbiologique des eaux. Réglementation- Micro- organismes Prélèvements- Analyses. 2^{ème} édition, Tec& Doc Lavoisier. P (542).
- ✚ Eckenfelder W.W. (1982),, Gestion des eaux usées urbaines et industrielles. Ed. Lavoisier. Paris, P (503).
- ✚ FRANCK REJSEK,2010 : Analyses des eaux aspects réglementaires et techniques.
- ✚ Khenioui F,Z, Bourouma A, Ben maaouia s , 2009. Système d'épuratoire des eaux usées de la ville de Chelghoum laide. Mémoires de Fin d'étude. Institut national spécialisé de la formation professionnelle-Mila. P (91)
- ✚ Kesikes R, Bouderja N, Medjoudj H., la qualité de épurée de station d'oued Athmania.l'eau
- ✚ Laadjel Farid, 2011. Exploitation d'une station d'épurations à boue active centre de formation au métier de l'assainissement CFMA- BOUMERDES
- ✚ MémoirEckenfelder W.W. (1982),, Gestion des eaux usées urbaines et industrielles. Ed. Lavoisier.
- ✚ Mekhalif Faiza, 2009. Reutilisation des eaux résiduaires industrielles épurées comme eau d'appoint dans un circuit de refroidissement. Mémoire de magister. Université du 20 AOÛt 1955 SKIKDA. P (139)
- ✚ Metahri Mehammed Saïde, 2012. Élimination Simultanée de la Pollution Azotée et phosphatée des eaux usées traitées, Par des Procédés mixtes. Cas de la STEP est de ville de Tizi-Ouzou. Thèse de doctorat, université mouloud mammeri de tizi-ouzou. P (137).
- ✚ Moletta R., 2010. L'eau, sa pollution, et son traitement.
- ✚ Perera p prudencio et baudot bernard, 2001. Procédés extensifs d'épuration des eaux usées, France. P (41) [Http://tec.europa.eu](http://tec.europa.eu)

- ✚ Pa Daffri A, 2008. Biodégradation des crésols par le microbiote des eaux usées de la ville de Constantine, Thèse de magister spécialité biotechnologies microbiennes
- ✚ Rabia Y, Djamaa Y et Chamame S., 2012. L'utilisation des eaux usées pour l'irrigation, mini-Projet centre universitaire de Mila, P (33).
- ✚ Ramade F. (2000)., Dictionnaire encyclopédique des pollutions. Ed. Ediscience international, Paris, P (689)