



## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

*Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Hydraulique*

**Option: REUTILISATION DES EAUX NON CONVENTIONNELLES**

**THEME :**

**CONCEPTION D'UNE STEP D'EPURATION  
DES EAUX USEES DE LA COMMUNE DE BENI MERAD  
W. DE BLIDA**

**Présenté par :**

**BOUGOFFA Hanane**

**Devant les membres du jury**

<b>Nom et Prénoms</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
DJOUDAR Dahbia	M.C. A	Présidente
BETATACHE Hayat	M.C. B	Examinatrice
TAFAT Leila	M.C. A	Examinatrice
Mr SALAH	Professeur	Promoteur

**Session : Novembre 2020**

## **REMERCIEMENTS**

*Avant de présenter ce travail, tout d'abord, je tiens à remercier mon grand seigneur **DIEU** tout puissant pour m'avoir donné la foi en lui, d'avoir éclairé ma route et de m'avoir guidé dans le meilleur et le bon chemin.*

*C'est avec une profonde reconnaissance et une considération particulière que je remercie mon promoteur **Mr SALAH Boualem**, professeur à l'école nationale supérieure d'hydraulique pour sa disponibilité ainsi que ses conseils avisés qui ont rendu ce travail possible.*

*Il est particulièrement agréable de témoigner ma reconnaissance à **Mr ARAB Boudjema** pour avoir consacré de son temps pour l'amélioration de la qualité de ce travail, sans son soutien ce travail n'aurait pas abouti*

*Je remercie chaleureusement tous les enseignants qui ont contribué à ma formation durant toutes les étapes de mon parcours universitaire, par leurs apports généreux en savoir.*

*Que mes amis, qui m'ont toujours encouragé au cours de la réalisation de ce mémoire, trouvent ici l'expression de mes remerciements.*

*Enfin, j'adresse mes remerciements les plus sincères à mes chers parents pour les soutiens moraux, l'aide et les prières.*

*Merci à toute et à tous.*

**Merci**



## *Dédicace*

Avec un grand plaisir, je dédie ce modeste travail à :

Mes **chers parents** que j'adore et que j'estime beaucoup

**Ma mère**, qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie, reçoit à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude

**Mon père**, qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie. Puisse Dieu faire en sorte que ce travail porte son fruit ; merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent venu de toi.

Mes frères Alla Eddine, Nasr Eddine et Ahmed et ma sœur Sana

À mes belles petites princesses Lamisse et Jouri Sidra

À mes anges Anas et Amjed

À tous ceux qui m'ont apporté de l'aide, de près ou de loin.

À tous ceux que j'aime.



Hanane

## ملخص

يهدف هذا العمل الى إنشاء محطة لمعالجة مياه الصرف الصحي لمدينة بني مراد (و.بليدة) من أجل مراقبة جود المياه تحسين الظروف البيئية وحماية الصحة العامة للمدينة.

في عملنا الحالي، قمنا بتحديد حجم محطة معالجة مياه الصرف الصحي باستخدام الحمأة المنشطة لأفقين، وهما الأفق الأول الذي سيجعل من الممكن تنقية مياه الصرف الصحي لما يقرب 405707 نسمة في عام 2030. ثم الأفق الثاني 2045(التمديد) يقابل زيادة في السعة الأولية للمحطة، أي 505730 نسمة.

**الكلمات المفتاحية** محطة معالجة مياه- تحديد حجم المحطة- الحمأة المنشطة- لأفقين.

## Résumé

Notre mémoire de fin d'études comprend la construction d'une station d'épuration, afin d'améliorer les conditions écologiques de la ville de Beni Merad (W. BLIDA) Outre la qualité des eaux usées, la protection de l'environnement naturel et la protection de la santé publique.

Dans ce mémoire, nous avons dimensionné une station d'épuration des eaux usées par boues activées pour deux horizons, à savoir le premier horizon qui permette d'épurer les eaux usées de près de 405707 équivalents habitants en 2030. Puis le deuxième horizon 2045 (extension) correspond à une augmentation de la capacité initiale de la station soit de 505730 équivalents habitant.

**Mots-clés** : station d'épuration- dimensionné-boues activées-deux horizons.

## Abstract

Our final thesis deals with the construction of a treatment plant in order to improve the ecological conditions of the city of Beni Merad (W. BLIDA), and to protect the natural environment as well as the public health.

In this study, we have sized a wastewater treatment plant using activated sludge for two horizons, namely the first horizon which will make it possible to treat the wastewater of nearly 405,707 equivalent inhabitants in 2030. Then the second horizon 2045 (extension) corresponds to an increase in the initial capacity of the station, ie 505,730 inhabitant equivalents.

**Keywords:** treatment plant- sized plant- activated sludge- two horizons.

# ***SOMMAIRE***

<b>Introduction générale .....</b>	<b>1</b>
------------------------------------	----------

## **Chapitre I : Présentation de la zone d'étude**

I.1. Introduction.....	3
I.2. Situation géographique.....	3
I.3. Localisation du projet.....	3
I.4. Situation administrative.....	4
I.5. Situation géologique.....	4
I.6. Caractéristiques sismiques .....	4
I.7. Situation climatique.....	5
I.7.1. Climat.....	5
I.7.2. Pluviométrie.....	5
I.7.3. Température.....	7
I.7.4. Les vents.....	8
I.7.5. Humidité relative.....	9
I.8. Situation démographique.....	10
I.9. Devenir de l'eau traitée et des boues résiduelles.....	10
I.10. Présentation des zones industrielles.....	10
I.11. Conclusion .....	11

## **Chapitre II : Caractéristiques générales des eaux usées**

II.1. Introduction.....	12
II.2. Définition des eaux usées.....	12
II.3. Origines des eaux usées.....	12
II.3.1. Les eaux usées domestique.....	12
II.3.2. Les eaux usées industrielles .....	13
II.3.3. Les eaux pluviales.....	13
II.4. Les systèmes d'épuration des eaux usées :.....	13
II.4.1. L'assainissement autonome : .....	14

II.4.2. Les procédés à cultures libres : .....	14
II.4.3 Les procédés à cultures fixées sur supports grossiers : .....	14
II.4.4 Les procédés à cultures fixés sur supports fins : .....	14
II.5. Types de pollution.....	15
II.5.1. Pollution organique.....	15
II.5.2. Pollution microbiologique.....	15
II.5.3. Pollution minérale.....	16
II.5.4. La pollution radioactive.....	16
II.6. Paramètres de pollution des eaux.....	17
II.6. 1 Paramètres physiques.....	17
II.6.2 Paramètres chimiques.....	18
II.6. 3 Paramètres bactériologiques.....	18
II.7. Impacts du rejet d'eaux usées non traitées ou traitées de façon inadéquate.....	20
II.7.1 Effets sur la santé humaine.....	21
II.7.2 Effets environnementaux.....	22
II.7.3 Effets économique.....	22
II.8 caractéristiques de l'eau brute de la zone d'étude.....	22
II.9. Normes de rejets.....	22
II.10. Conclusion.....	24

### **Chapitre III : Les technique d'épuration des eaux usées**

III.1. Introduction.....	25
III.2. Classification des techniques d'épuration.....	25
III.2.1. Le prétraitement.....	25
III.2.1. Le traitement primaire .....	29
III.2.3. Traitement secondaire (traitement biologique) .....	31
III.2.4. Traitements tertiaires ou complémentaires.....	36
III.3 Conclusion.....	37

## Chapitre IV : Dimensionnement de la station d'épuration

### Partie A : dimensionnement des ouvrages de la STEP

IV. A .1. Introduction.....	38
IV.A.2. Évaluation des débits et des charges polluantes.....	38
IV.A.2.1. Évaluation des débits.....	38
IV.A.2.1. Les charges polluantes.....	40
IV.A.2.3. Performances exigées.....	43
IV.A.3. Prétraitement.....	43
IV.A.3.1. Dégrillage.....	43
IV.A.3.2. Dessablage-déshuilage.....	47
IV.A.4. Traitement secondaire.....	50
IV.4.1. Dimensionnement du bassin d'aération.....	51
IV.A.4.2. Bilan des boues.....	54
IV.A.4.3. Dimensionnement de clarificateur .....	57
IV.A.5. Traitement tertiaire.....	58
IV.A.5.1. Dimensionnement du bassin de désinfection.....	58
IV.A.5.2. Dose du chlore à injecte.....	59
IV.A.5.3. Traitement des boues.....	60

### Partie B : Calcul hydraulique

IV.B.1. Introduction.....	66
IV.B.2. Côtes du terrain des zones d'implantation des ouvrages.....	66
IV.B.3. Dimensionnement des conduites reliant les différents ouvrages.....	66
IV.B.3.1. Calcul des côtes piézométriques des différents ouvrages.....	67
IV.B.3.2. Calcul des diamètres des conduites reliant les ouvrages et les côtes piézométriques.....	68

### Partie C : Aspect hydraulique

IV.C. 1. Introduction :.....	71
IV.C. 2. Coût de dimensionnement choisi (faible charge).....	71
IV.C. 2. 1. Coût d'investissement :.....	71
IV.C. 2. 2. Coût de fonctionnement :.....	73
IV.C. 2. 3. Le coût des frais financiers :.....	74
IV.C. 2. 4. Calcul du prix du m <sup>3</sup> d'eau traitée :.....	74
IV.C.3 Conclusion.....	75

## Chapitre IV : Gestion et exploitation de la station

V.1. Introduction :	76
V.2. Gestion et entretien de la station :	76
V.2.1. Établissement de documents.....	76
V.2.2. Moyens et techniques d'exploitation de la station :	77
V.2.3. Mesures et contrôles à effectuer au niveau de la station d'épuration.....	77
V.2.4. Contrôles et suivis effectués au niveau de la station d'épuration :	78
V.2.5. Entretien des ouvrages :	79
V.3. Impact sur l'hygiène et sécurité du personnel.....	78
V.3.1. Risques due à la circulation.....	81
V.3.2. Risques d'incendie et d'exploitation.....	81
V.3.3. Risques mécaniques.....	81
V.3.4. Risques dus aux réactif.....	81
V.3.5. Risques d'infections.....	82
V.4. Étude d'impact sur l'environnement.....	82
V.4.1. Impact sur la qualité de vie de populations riveraines et la salubrité .....	82
V.4.2. Impacts liés aux nuisances sonores.....	82
V.4.3. Impact sur l'air.....	82
V.4.4. Impacts liés aux nuisances olfactives.....	83
V.4.5. Impacts liés aux émissions d'aérosols.....	83
V.4.6. Impacts sur la ressource hydrique.....	83
V.4.7. Impacts liés à l'élimination des boues.....	83
V.4.8. Impacts lié à l'arrêt ou au mauvais fonctionnement de la station d'épur .....	84
V.5. Mesures et recommandations :	84
V.5.1. Mesures à prendre contre la pollution de l'air :	84
V.5.2. Mesures à prendre en cas de pollution accidentelle .....	84
V.5.3. Mesures à prendre pour la sécurité et l'hygiène du personne .....	85
V.6. Conclusion.....	86
<b>Conclusion générale .....</b>	<b>87</b>

## ***LISTE DES FIGURES***

<b>N° de la figure</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>Figure I.1</b>	Présentation de la situation géographique de Beni Merad, Blida	3
<b>Figure I.2</b>	Station d'épuration de Béni Mered	4
<b>Figure I.3</b>	Évolution des précipitations pendant les années (2000-2018)	7
<b>Figure I.4</b>	Représentation des températures moyennes mensuelles	8
<b>Figure I.5</b>	Histogramme des moyennes mensuelles de la vitesse des vents	8
<b>Figure I.6</b>	Histogramme des moyennes mensuelles d'humidité	9
<b>Figure III.1</b>	Grille courbe	26
<b>Figure III.2</b>	Ouvrage de dessablage-déshuilage	28
<b>Figure III.3</b>	Décanteur cylindro-conique statique sans raclage	29
<b>Figure III.4</b>	Décanteur circulaire à raclage mécanique	30
<b>Figure III.5</b>	Décanteur longitudinal à pont racleur	31
<b>Figure III.6</b>	Principe de fonctionnement d'une station à disque biologique	34
<b>Figure III.7</b>	Synoptique d'une station d'épuration comportant un lit bactérien	34
<b>Figure III.8</b>	Synoptique d'une station à boue activée	35
<b>Figure IV.1</b>	Évolution de $C_m$ en fonction de $I_m$	56

## ***LISTE DES TABLEAUX***

<b>N° du tableau</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>Tableau I.1</b>	Répartition annuelle de la pluviométrie	6
<b>Tableau I.2</b>	Températures mensuelles moyennes, minimales et maximales	7
<b>Tableau I.3</b>	Moyennes mensuelles de la vitesse des vents	8
<b>Tableau I.4</b>	Moyennes mensuelles de l'humidité relative	9
<b>Tableau I.5</b>	Évolution de la population de la grand Blida	10
<b>Tableau II.1</b>	Caractéristiques de l'eau brute de la zone d'étude	23
<b>Tableau II.2</b>	Normes de rejets dans un milieu récepteur	23
<b>Tableau IV.1</b>	Données de base du projet de la STEP	42
<b>Tableau IV.2</b>	Les caractéristiques exigées des eaux traitées	43
<b>Tableau IV.3</b>	Espacement et épaisseur des barreaux	44
<b>Tableau IV.4</b>	Les données de base de dimensionnement du dégrillage grossier	44
<b>Tableau IV.5</b>	Les données de base de dimensionnement du dégrillage fin	45
<b>Tableau IV.6</b>	Les valeurs de F	46
<b>Tableau IV.7</b>	Les résultats de calcul des dégrilleurs	47
<b>Tableau IV.8</b>	Les paramètres proposés pour le dimensionnement de l'ouvrage	48
<b>Tableau IV.9</b>	Dimensionnement du dessableur-déshuileur	50
<b>Tableau IV.10</b>	Classement des réacteurs biologiques selon leurs rendements et leurs charges	51
<b>Tableau IV.11</b>	Résultats de calcul de l'aérateur	53
<b>Tableau IV.12</b>	Résultats de calcul des besoins en oxygène	54
<b>Tableau IV.13</b>	Les valeurs de $I_m$ en fonction de $C_m$	55
<b>Tableau IV.14</b>	Résultats de bilan des boues	57
<b>Tableau IV.15</b>	Résultats de calcul du clarificateur	58
<b>Tableau IV.16</b>	Calcul du bassin de désinfection	60
<b>Tableau IV.17</b>	Résultats de calcul de l'épaississeur	63
<b>Tableau IV.18</b>	Résultats de calcul de digesteur	64
<b>Tableau IV.19</b>	Résultats de calcul de lits de séchage	65

<b>Tableau IV.20</b>	Côtes du terrain des zones d'implantation des ouvrages	65
<b>Tableau IV.21</b>	Valeurs de K, m et $\beta$	66
<b>Tableau IV.22</b>	Longueur de chaque tronçon	66
<b>Tableau IV.23</b>	Récapitulatif des différentes côtes des ouvrages de la STEP	69
<b>Tableau IV.24</b>	Le coût de terrassement de chaque ouvrage	70
<b>Tableau IV.25</b>	Le coût du béton armé de chaque ouvrage	71
<b>Tableau V.26</b>	Les rôles des personnels dans la STEP	77

## *Liste des abréviations*

COT	Carbone organique total
CO <sub>2</sub>	Dioxyde de carbone
DBO	Demande biochimique en oxygène
DBO <sub>5</sub>	Demande biochimique en oxygène pendant 5 jours
DCO	Demande chimique en oxygène
DN	Diamètre nominal
EqH	Equivalent habitant
Hab	Habitant
H <sub>2</sub> S	Hydrogène sulfuré
I <sub>m</sub>	Indice de Mohlman
K	Coefficient de biodégradabilité
MES	Matières en suspension
MD	Matières décantables
MM	Matières minérale
MO	Matières organique
MVS	Matières volatiles en suspension
N	Azote
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Azote ammoniacal
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Nitrates
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Nitrites
NTK	Azote total Kjeldahl
O <sub>2</sub>	Oxygène
PEHD	Polyéthylène haute densité
PH	Potentiel Hydrogène
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Phosphates
PT	Phosphore total
T	Température.
°C	Degré Celsius

Ab	Age des boues.
a'	Fraction de pollution transformé.
a <sub>m</sub>	Coefficient de rendement cellulaire.
b	Fraction de la masse cellulaire éliminée par jour.
b <sub>m</sub>	Taux de mortalité.
b'	Coefficient cinétique de respiration endogène.

*De même, il a été utilisé*

ANRH	Agence Nationale des Ressources Hydrauliques
OMS	Organisation Mondiale de la Santé.
STEP	Station d'Épuration
ONA	Office National de l'Assainissement.
RN	Route national

# *Introduction générale*

L'eau est un bien précieux, ou autrement dit l'or bleu qui constitue un facteur clé pour la croissance et le développement socio-économique. L'eau a un double visage, un visage utile pour une utilisation humaine dans ses diverses activités quotidiennes, et l'autre visage qui est après utilisation, ses propriétés changent et deviennent des eaux usées rejetées dans le milieu naturel.

Les rejets des eaux usées augmentent du fait de l'industrialisation, et l'élévation du niveau de vie de la population. Ces rejets dans la nature est l'un de principaux phénomènes qui ont causé la pollution de l'environnement, à la contamination des eaux souterraines et elle peut être également un véhicule de maladies fatales et un élément de destruction environnementale. Dans un souci de préservation des ressources d'eau encore saine et de protection de l'environnement et de la santé publique, l'Algérie adopte alors, un programme riche en matière d'épuration des eaux usées par la mise en service de plusieurs stations d'épuration.

Grâce à des procédés physico-chimiques ou biologiques, ces stations ont pour rôle de concentrer la pollution contenue dans les eaux usées sous forme de résidus appelés boues, valorisables en agriculture et de rejeter une eau épurée répondant à des normes bien précises, qui trouve quant à elle, une réutilisation dans l'irrigation, l'industrie et les usages municipaux.

Notre objectif principal dans ce mémoire consiste en un dimensionnement de la station d'épuration de Beni Mered, afin d'éliminer la pollution organique en utilisant le procédé à boues activées. Ce procédé a des performances épuratrices et une fiabilité très importante, surtout vis-à-vis de la pollution organique.

Pour bien mener cette étude, nous avons réparti le travail en six chapitres étroitement liés comme suit :

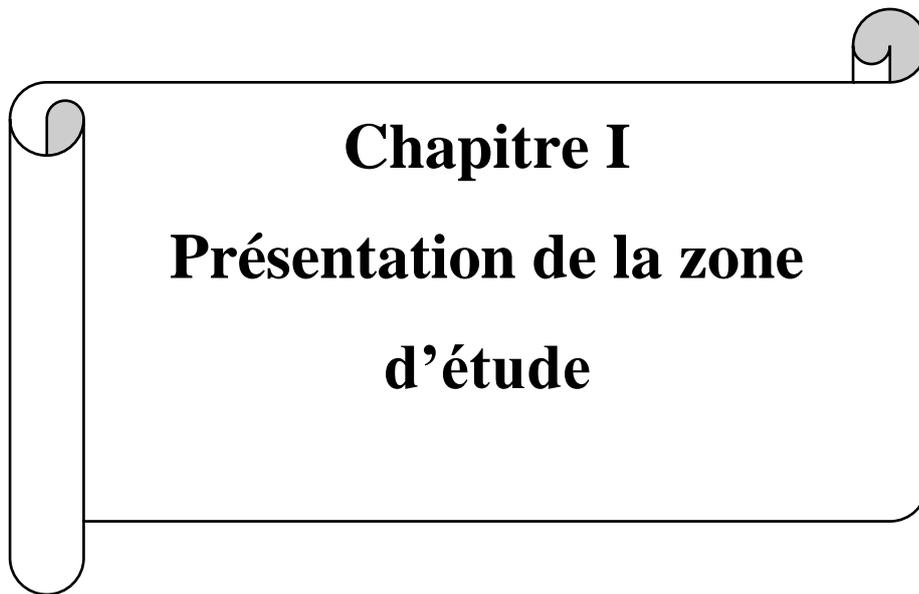
***Le chapitre I*** « présentation de la zone d'étude » : comporte une présentation générale de la commune de Beni Mered.

***Le chapitre II*** «Caractéristiques des eaux usées » : décrit et résume les paramètres de la pollution des eaux usées.

***Le chapitre III*** « les techniques d'épuration des eaux usées » : dédié à la recherche bibliographique sur les différents procédés de traitement des eaux usées.

***Le Chapitre IV*** « Dimensionnement de la station d'épuration » : décrit la méthodologie adoptée pour le dimensionnement de la station d'épuration et ses équipements hydrauliques pour les deux horizons 2030 et 2045 et présenter le côté financier du projet.

***Le Chapitre V*** « Gestion et exploitation de la station » : il s'agit d'un résumé de la gestion et de l'exploitation de la station, et quelques suggestions sont faites pour assurer de meilleurs avantages techniques et économiques de la station d'épuration.



# **Chapitre I**

## **Présentation de la zone d'étude**

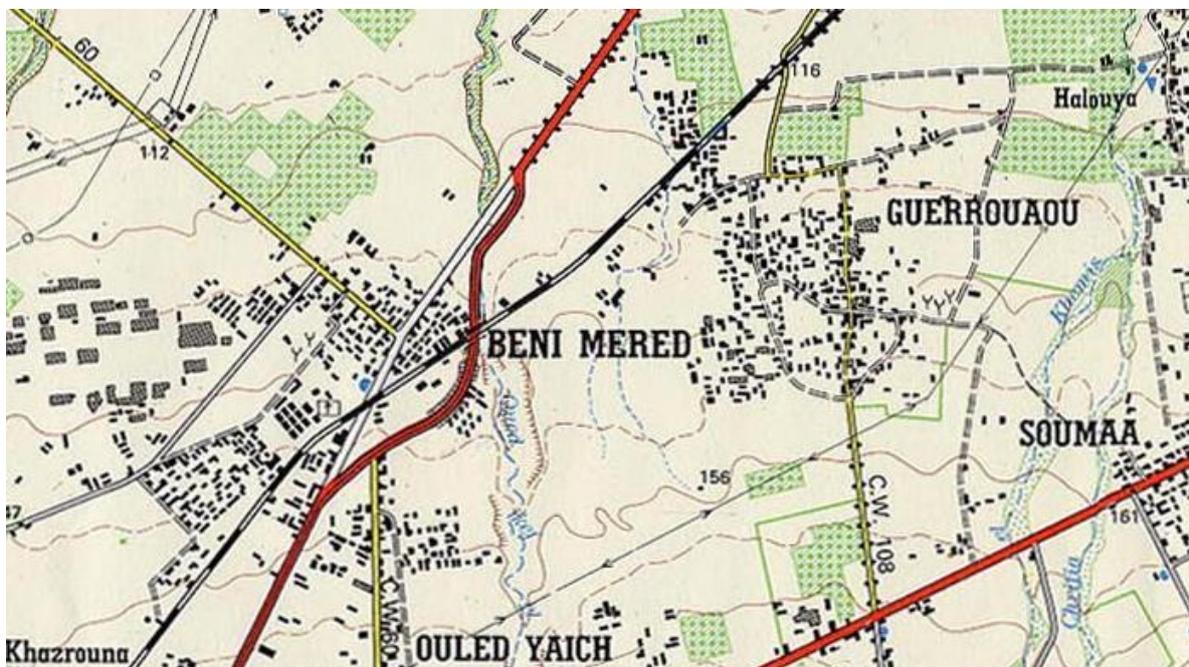
### I.1. Introduction

Dans ce chapitre, nous allons présenter la ville de Beni Mered, en indiquant sa situation géographique et climatique, la situation démographique, son aspect géologique et l'aspect hydrographique.

### I.2. Situation géographique

La commune de Beni Mered est située au centre de la wilaya de Blida, à environ 5 km au nord-est de Blida et à environ 40 km au sud-ouest de la capitale et à environ 30 km au nord-est de Médéa.

Cette ville a pour coordonnées géographiques : Latitude  $36^{\circ} 31' 26''$  Nord Longitude :  $2^{\circ} 51' 40''$  Est, l'altitude par rapport au niveau de la mer : 136 m et couvre une superficie de  $15,72 \text{ km}^2$ .



Source : ANRH, Blida

**Figure I.1** : présentation de la situation géographique de Beni Merad

### I.3. Localisation du projet

La station d'épuration (STEP) de Béni Mered est à boue activée (figure 2). Elle est située à l'Est de la route nationale N° 1 à proximité de l'oued Béni Aza et fait partie des installations de protection des cours d'eau de la wilaya de Blida contre la pollution.

Cette station construite sur six hectares traite les eaux usées domestiques issues de la ville de Blida.



**Figure I.2 :** Station d'épuration de Béni Mered (photo originale)

La station d'épuration de la ville de Beni Mered a été réalisée afin de recevoir uniquement les rejets urbains (les eaux d'égout) de quatre communes (Blida, Ouled-Yaich, Bouarfa et Beni Mered).

#### **I.4. Situation administrative**

Les limites administratives de la zone d'étude sont comme suit :

- A l'est par la commune de Soumaa et Guerouaou
- À l'ouest par la commune de Blida et Beni Tamou
- Au nord par la commune de Ben Khalil et Boufarik
- Au sud par la commune de Ouled yaich et Cheria

La ville de Beni Mered est située en contact avec les trois milieux naturels de la région : la plaine de la Mitidja, le piémont de l'Atlas Blidéen et la montagne Chréa.

#### **I.5. Situation géologique**

La ville de Beni Merad est ssituée au sud de la Mitidja, nous avons rencontré sur cette zone, des cailloutis, sables, limons et d'argiles. En contrebas et le long des oueds, nous trouvons des terrasses fluviales du quaternaire. Celles-ci renferment des galets recouvrant d'un sol végétal. (ANRH)

#### **1.6. Caractéristiques sismiques**

L'Algérie est découpée en cinq zones sismiques, sont

**-Zone 0** : sismicité négligeable.

-**Zone 1** : sismicité faible

-**Zone 2** : sismicité moyenne

-**Zone 3** : sismicité élevée.

La région de Blida, de par sa situation sur la bordure sud du bassin sismologique de la Mitidja, connaît une sismicité plutôt modérée. Elle est classée en **zone III** (sismicité élevée) dans le zonage sismique du Nord de l'Algérie (Règles Parasismique Algériennes, CGS, 1999, révisées en 2003). [12]

## I.7. Situation climatique

### I.7.1. Climat

Le climat de la ville de Beni Mered est dit tempéré chaud, du fait qu'elle subit l'influence de la mer distance de 22 km. En hiver, les pluies sont bien plus importantes à Beni Mered qu'elles ne le sont en été. Il tombe en moyenne 718 mm de pluie par an.

Pour une estimation climatique convenable pour une étude zonale ; en choisit la station pluviométrique existante qui convient mieux pour notre aire d'étude, on prendra les résultats obtenus à la station de SOUMAA.

- La station pluviométrique SOUMAA

Code station: 021234
Nom station: SOUMAA
X: 517,45
Y: 355,9
Z: 177
Années : 2000-2018
N: 18 Ans

Source ANRH-Blida

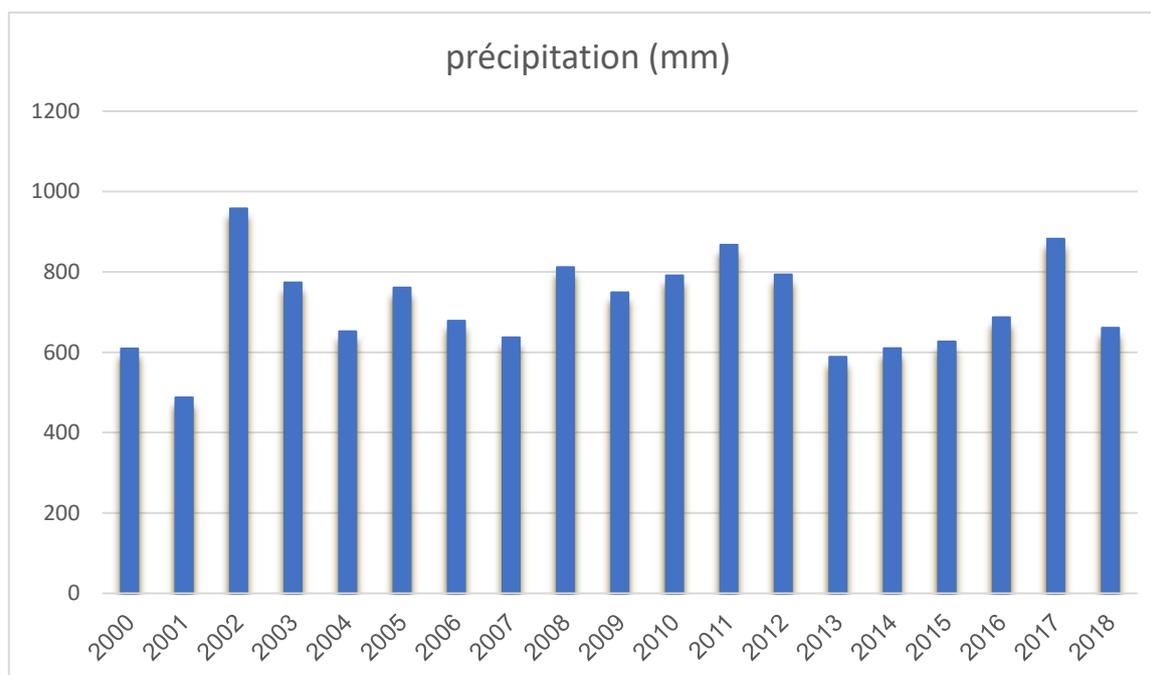
### I.7.2. Pluviométrie

L'étude de précipitation constitue un élément essentiel pour l'analyse des ressources en eau, dont la connaissance des pluies journalières et intensités maximales est primordiale pour les aménagistes, afin de pouvoir dimensionner certains ouvrages hydrauliques comme les égouts, les drains urbains, les caniveaux d'évacuation des eaux pluviales, ainsi que le coût des réseaux de drainage. D'après la station pluviométrique de Soumaa, les valeurs de précipitation sont représentées dans le tableau suivant :

**Tableau I-1** répartition annuelle de la pluviométrie (2000-2018)

Les années de référence	Précipitation annuelle (mm)
2000	608,9
2001	487,8
2002	957,8
2003	773,8
2004	652,2
2005	760,8
2006	678,1
2007	636,8
2008	811,7
2009	748,8
2010	790,8
2011	867,3
2012	793,5
2013	588,3
2014	610,1
2015	626,5
2016	687,2
2017	882,4
2018	660,8

**Source ANRH-Blida**



**Figure I.3** Évolution des précipitations pendant les années (2000-2018)

### I.7.3 Température

Les régimes thermiques varient en fonction de l'éloignement par rapport à la mer

Les données de la température sont représentées comme suite :

**Tableau I-2 : Températures mensuelles moyennes, minimales et maximales**

Mois	Sept	Oct.	Nov	Déc.	Jan	Févr.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juill.	Aout
Tmoy (°C)	24,8	17,1	14,1	11,4	12,4	12,8	14,5	18,3	19,6	24,7	28,6	29,4
Tmin (°C)	18,5	11,0	3,5	3,0	4,0	3,0	3,0	10,5	14,0	17,0	21,5	23,0
Tmax (°C)	34,5	23,0	26,5	22,0	20,5	22,0	23,0	28,5	26,0	34,5	36,0	36,0

Source ANRH-Blida 2007/2008

Les températures sont relativement douces et variables : basses en hiver (< à 13 °C) et relativement élevées en été et plus particulièrement en juillet et août (28,6, 29,4 °C).

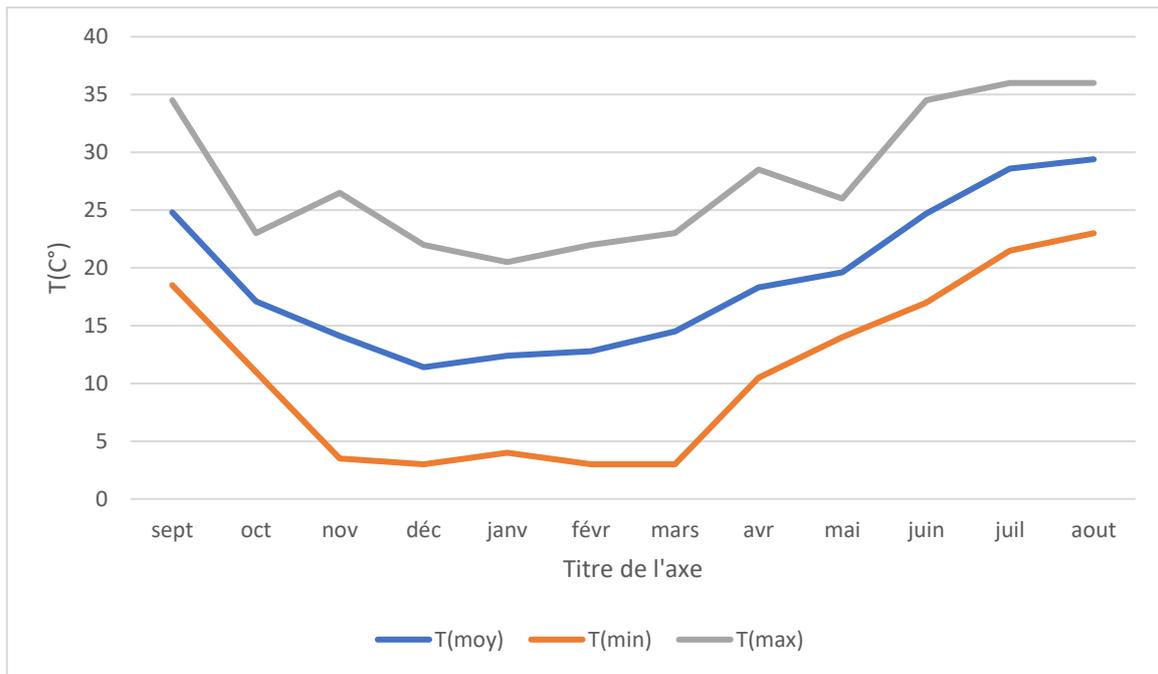


Figure I.4 Représentation des températures moyennes mensuelles (2007-2008)

I.7.4. Les vents

Les moyennes mensuelles de la vitesse du vent sont données dans le tableau suivant :

Tableau II.3 : Moyennes mensuelles de la vitesse des vents

Mois	Sept	Oct.	Nov	Déc.	Jan	Févr.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juill.	Aout
V (km/h)	2,96	4,27	3,93	4,63	4,3	3,2	3,0	3,0	2,9	3,0	2,4	2,96

Source ANRH-Blida 2007/2008

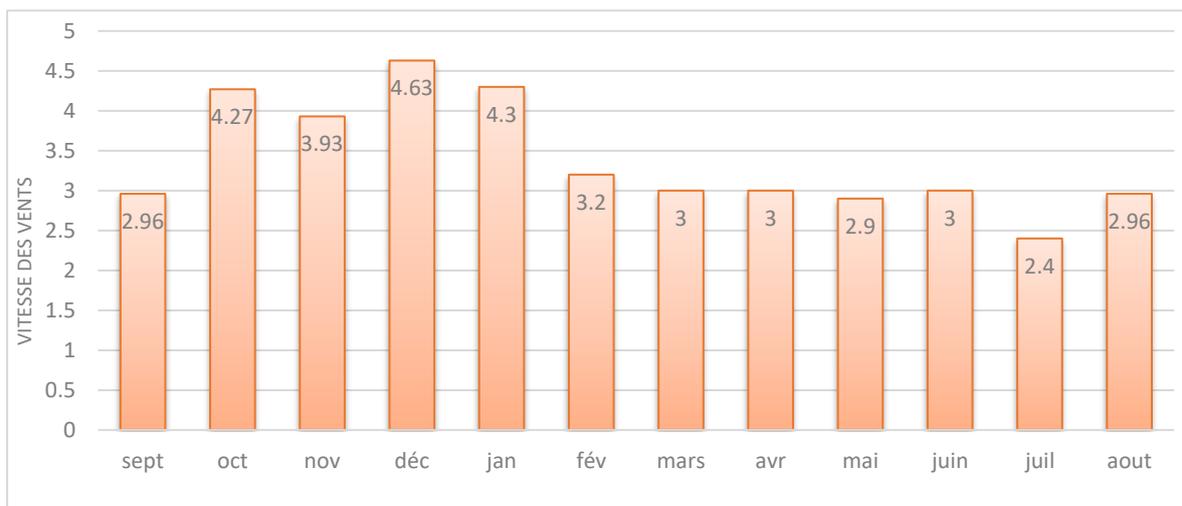


Figure I.5 Histogramme des moyennes mensuelles de la vitesse des vents (2007-2008)

D'après le tableau, on remarque que les vitesses des vents dans la région sont calmes, et soufflantes avec une intensité annuelle moyenne d'environ 3,37 km/h.

**I.7.5. Humidité relative**

L'humidité est un état climatique, représentant le pourcentage en volume d'eau Existe dans l'atmosphère sous forme de vapeur ou de grammes de vapeur d'eau contenue dans un mètre cube d'air. Elle est mesurée avec un hygromètre.

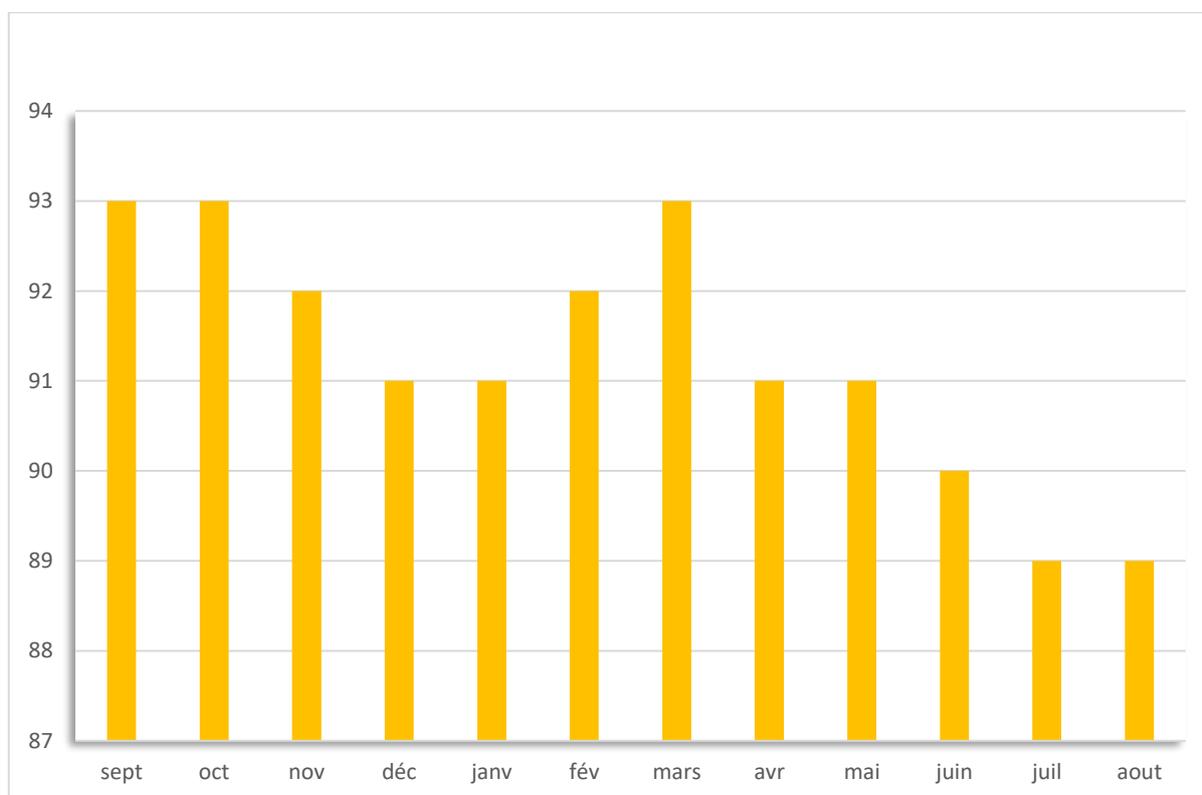
Les données d'humidité relative mensuelles moyennes sont présentées au tableau ci-dessous :

**Tableau II.4 : Moyennes mensuelles de l'humidité relative**

Mois	sept	oct.	nov.	déc.	janv.	févr.	mars	avril	mai	juin	juill.	aout
Humidité	93	93	92	91	91	92	93	91	91	90	89	89

Source ANRH-Blida 2007/2008

Sur la base des données disponibles pour la commune de Beni Mered, on remarque que la plus grande valeur d'humidité relative de l'air est atteinte pendant la période hivernale, avec 93 % au mois de mars, et la plus basse pendant la période estivale avec 89 % au mois de juillet.



**Figure I.6** Histogramme des moyennes mensuelles d'humidité (2007-2008)

### I.8. Situation démographique

L'étude de la population occupe une place fondamentale dans notre étude, dans la mesure où elle fournit des éléments appréciables (type de population, catégorie de sous population, comportement social... etc.), pouvant déterminer le développement urbain.

La situation démographique a pour but de suivre l'évolution de la population à l'état actuel et dans un horizon futur.

**Tableau I-5** évolution de la population des quatre communes

Population 2006	Taux d'acc	Population 2030	Population 2045
285 155	1,48	405 707	505 730

### I.9. Devenir de l'eau traitée et des boues résiduaires

#### Les eaux traitées

Les eaux traitées sont directement déversées dans l'Oued Mered qui lui-même déverse dans l'oued de Beni Aza suit son cours jusqu'à l'oued MAZAFRAN dont l'exutoire est la mer. Mais actuellement, en période d'été, les eaux traitées et rejetées par la station s'infiltrent en totalité dans le sol avant de rejoindre l'Oued de MAZAFRAN puisque l'Oued Beni-Aza est pratiquement sec.

#### Les boues résiduaires

Une partie des boues résiduaires est utilisée comme fertilisant par quelques agriculteurs et l'autre partie est acheminée vers le compostage.

### I.10. Présentation des zones industrielles

La zone industrielle de BEN BOULAID et son extension sont situées dans la commune de Blida. Elles sont limitées au sud par la route MONPENSIER, à l'est par la route nationale n° 1 et au nord par voie ferrée. La zone est d'une superficie totale égale à 290 hectares.

La zone industrielle de Ouled Yaich se trouve dans la commune de Ouled Yaich. Elle est implantée au nord et se rapproche au chef-lieu de BEN MERED par le sud-est. La zone est limitée par l'autoroute de l'ouest et la route n° 2 de l'est. La zone est d'une superficie égale à 61 hectares.

Les deux zones industrielles sont distantes de 4 km environ et sont reliées principalement par l'autoroute ALGER-BLIDA.

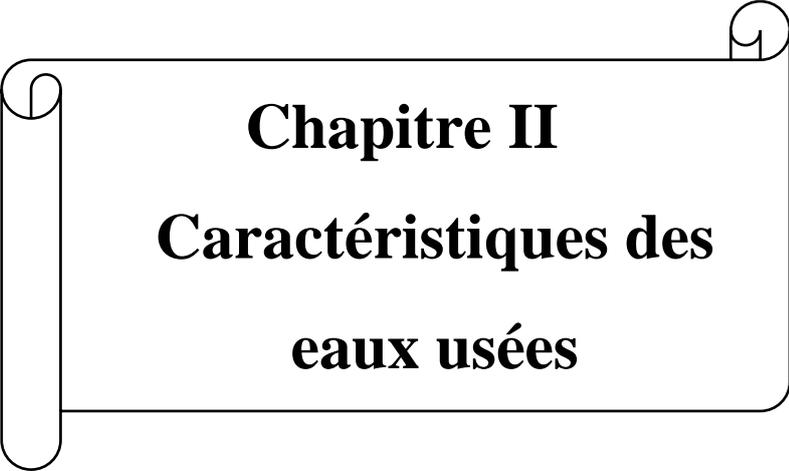
**I.11 CONCLUSION**

Après avoir identifié la zone d'étude, nous avons constaté que la commune de Beni Mered a un climat méditerranéen.

L'étude géologique nous a permis de vérifier l'imperméabilité du terrain et la portance du sol (tenue des ouvrages et des canalisations de liaison) présentant un terrain à faible pente et une réserve d'eau souterraine importante (plaine de Mitidja).

La commune est dotée d'un réseau d'assainissement principalement de type unitaire.

En conséquence l'analyse du milieu naturel nous a indiqué que le site est bien choisi.



**Chapitre II**  
**Caractéristiques des**  
**eaux usées**

**II.1. Introduction**

Dans la vie quotidienne, l'homme utilise l'eau pour répondre à ses besoins. Les multiples utilisations de l'eau par l'homme donnent lieu à la formation d'eaux usées de différentes origines, telles que : les eaux usées domestiques (eaux ménagères, eaux de vannes), les eaux usées industrielles, les eaux agricoles et les eaux pluviales. Ces eaux sont généralement rejetées dans un réseau d'assainissement.

**II.2. Définition des eaux usées**

Une eau usée est généralement un mélange de matières polluantes dispersées ou dissoutes dans l'eau qui a servi aux besoins domestiques, agricoles ou industrielles. Donc sous la terminologie d'eau résiduaire, on groupe des eaux d'origine très diverses qui ont perdu leurs propriétés naturelles par l'effet des polluants après avoir été utilisées dans des activités humaines (domestiques, industrielles ou agricoles).

**II.3. Origines des eaux usées**

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

- Les eaux usées domestiques
- Les eaux usées industrielles.
- Les eaux pluviales.

**II.3.1. Les eaux usées domestiques**

Désigne les eaux résiduaires qui proviennent des différents usages domestiques. Elles sont essentiellement porteuses de polluants organiques. La composition de ces eaux est à peu près la même pour toutes les habitations. Et elles sont subdivisées en deux catégories

**Eaux grises.**

Les eaux grises sont les eaux des baignoires, douches, lavabos, éviers, machines à laver. Elles représentent près de 40 % de notre consommation quotidienne. Ce sont des eaux peu chargées en matières polluantes. Leur charge polluante est surtout composée de savons, de détergents (produits de nettoyage, de lessive, de vaisselle, d'hygiène personnelle, etc.), de graisses et parfois des phosphates provenant de certains produits de lessives, est l'absence quasi totale de matières organiques azotées (protéines, urée), de résidus de médicaments (œstrogènes, antibiotiques) et de phosphore organique d'origine métabolique.

**Eaux noires**

Ou eaux vannes sont les eaux usées issues des sanitaires. Elles contiennent diverses substances plus polluantes ou plus difficiles à éliminer tels que des matières fécales, des produits cosmétiques. Elles peuvent être un danger pour la santé, car elles véhiculent des maladies d'origine virale et bactérienne).[1]

### **II.3.2. Les eaux usées industrielles**

Sont classés dans les eaux industrielles tous les rejets correspondant à une utilisation de l'eau autre que domestique. Les caractéristiques de ces eaux sont extrêmement variables et directement liées au type d'industrie. En plus de matières organiques, azotées ou phosphorées, elle peut également contenir des produits toxiques, des solvants, des micropolluants organiques, des hydrocarbures, des produits chimiques (acides, bases...), des métaux lourds (mercure, cadmium...), des molécules de synthèse (pesticides...), des produits radioactifs, de la chaleur (eaux de refroidissement...) et cette liste est loin d'être exhaustive ! Elles sont mêlées 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.[2]

### **II.3.3. Les eaux pluviales**

Eau pluviale est le nom que l'on donne à l'eau de pluie après qu'elle a touché le sol ou une surface construite ou naturelle susceptible de l'intercepter ou de la récupérer (toiture, terrasse, arbre...). Ces eaux peuvent constituer la cause de pollutions importantes 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 ruisselant, des résidus déposés sur les toits et les chaussées des villes (huiles de vidange, carburants, résidus de pneus et métaux lourds...). Lorsque le système d'assainissement est dit « unitaire », les eaux pluviales sont mêlées aux eaux usées domestiques. En cas de fortes précipitations, les contraintes de préservation des installations d'épuration peuvent imposer un déversement de ce mélange très pollué dans le milieu naturel.[3]

### **II.4. Les systèmes d'épuration des eaux usées**

Au côté de l'assainissement autonome, trois grandes filières de traitement des eaux usées existent :

- Les procédés à cultures libres
- Les procédés à cultures fixées sur supports grossiers
- Les procédés à cultures fixées sur supports fins.

#### II.4.1 L'assainissement autonome

Dans les zones d'habitat dispersé, la collecte de la pollution par des réseaux d'égout est coûteuse et peu justifiée. L'assainissement individuel (ou autonome) est alors préconisé. Il se compose le plus souvent d'une fosse septique suivie d'un épandage souterrain constitué d'un réseau de drains ou de filtres à sable. Les fosses septiques « toutes eaux » recueillent l'ensemble des eaux usées.

Une sédimentation des matières solides et une digestion anaérobie (en l'absence d'oxygène) s'y effectuent. L'épandage souterrain dans un terrain filtrant contenant des bactéries aérobies achève l'épuration des eaux. [4]

#### II.4.2. Les procédés à cultures libres

##### ➤ Les boues activées

Ce principe d'épuration repose sur la dégradation aérobie de la pollution par mélange des micro-organismes épurateurs et de l'effluent à traiter. Ce procédé est aujourd'hui utilisé dans la majorité des stations d'épuration de capacité supérieure à 1 000 équivalents habitants.

##### ➤ Le lagunage naturel

Consiste à faire séjourner pendant une longue durée les rejets dans des bassins successifs de grande étendue (ressemblant à des étangs) et de faible profondeur (environ 1 m). Cela permet de favoriser le développement des microalgues qui apportent l'oxygène nécessaire aux bactéries assurant l'épuration. Après avoir été ainsi épurées, les eaux sont dispersées dans le milieu naturel [5].

#### II.4.3 Les procédés à cultures fixées sur supports grossiers

##### ➤ Les disques biologiques :

Cette technique épuratoire est souvent rencontrée dans d'autres pays (notamment germaniques et scandinaves). Les supports de la microflore épuratrice sont des disques partiellement immergés dans l'effluent à traiter et animés d'un mouvement de rotation, lequel assure à la fois le mélange et l'aération. [5]

#### II.4.4 Les procédés à cultures fixés sur supports fins

➤ **L'infiltration-percolation :**

Il consiste à infiltrer des eaux usées prétraitées (traitement primaire) dans un milieu granulaire insaturé sur lequel est fixée la biomasse épuratoire.

➤ **Le filtre planté de roseaux :**

Ou la rhizosphère consiste à infiltrer des eaux usées dans des filtres sur lesquels est fixée la biomasse épuratoire. Les roseaux créent un environnement favorable au développement de la flore bactérienne. Le cheminement de leurs tiges et de leurs rhizomes à travers le filtre entraîne une oxygénation de ce dernier. Il permet une bonne infiltration des effluents et assure un côté esthétique certain. [4]

## **II.5. Types de pollution**

Les causes de la pollution se sont étendues avec l'accroissement de la population et le développement accéléré des techniques industrielles modernes selon leurs natures, on distingue divers types de pollution :

### **II.5.1. Pollution organique**

La pollution organique constitue souvent la fraction la plus importante d'autant plus que dans son acceptation la plus large, cette forme de pollution peut être considérée comme résultant de diverses activités. On distingue pour les eaux usées urbaines les matières organiques banales (protides, lipides, glucides), les détergents (anioniques, cationiques, non ioniques), les huiles et goudrons. Autres substances organiques utilisées ou fabriquées industriellement (des phénols, des aldéhydes et des composés azotés)

### **II.5.2. Pollution microbiologique**

Cette pollution est due à la présence d'une multitude d'organismes vivants dans les eaux usées apportés par les excréments d'origines humaine ou animale. La pollution microbiologique devient très dangereuse lorsque les eaux usées sont rejetées dans un milieu récepteur pouvant provoquer des maladies dangereuses pour l'individu.

### **II.5.3. Pollution minérale**

Il s'agit d'effluents constitués essentiellement de métaux lourds en provenance des industries métallurgiques, de traitement de minerais (plomb, cuivre, fer, zinc, mercure). Il y'a

aussi le cas de certains sels provenant de l'agriculture. Ces substances suscitées peuvent causer des problèmes sur l'organisme de l'individu, perturbation de l'activité bactérienne en station d'épuration, et affectation des cultures agricoles.

#### **II.5.4. La pollution radioactive**

La radioactive libérée dans l'eau peut provenir d'une radioactivité naturelle (certaines eaux d'origine profonde) ou d'une contamination liée à des retombées atmosphériques (explosions nucléaires), des champs de rayonnements d'origine industrielle ou enfin des contaminations accidentelles de l'eau partir des rejets des installations des centrales nucléaires.

#### **II.6. Paramètres de pollution des eaux**

Habituellement, le potentiel de pollution d'une eau est apprécié par une série d'analyse physico-chimique, dont certaines tentent de reproduire les modifications que cette eau sera susceptible d'apporter dans le milieu où elle sera rejetée. Ces mesures sont complétées par des analyses plus spécifiques et à l'origine de nuisances majeures, telles que le phosphore ou l'azote. Dans certains cas particuliers, des produits toxiques peuvent être recherchés.[6]

Les paramètres de pollution des eaux usées se présentent sous trois formes principales :

- Paramètres physiques
- Paramètres chimiques
- Paramètres biologiques.

##### **II.6. 1 Paramètres physiques**

###### **II.6.1.1 La Température**

Joue un rôle important dans :

- La solubilité des sels et des gazes.
- La détermination du pH.
  
- La connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels... etc.

###### **II.6.1.2 Paramètres Organoleptiques**

- *Turbidité*

La turbidité représente l'opacité d'un milieu trouble. C'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matières non dissoutes. Elle est causée par la présence de matières en suspension (MES) fines dites les colloïdes, comme les argiles, les limons, ... [7]

➤ *Couleur et odeur*

La couleur d'une eau usée urbaine est grisâtre, mais certains rejets industriels (teinture, papeteries...) contiennent des colorants particulièrement stables. Il existe plusieurs gaz qui donnent des odeurs, résultant d'une fermentation ou d'une décomposition.

### II.6.1.3 Les charges pondérales

➤ *Les matières en suspension (MES)*

Elles représentent les matières qui ne sont ni à l'état soluble ni à l'état colloïdal, donc retenues par un filtre. Les MES, qui comportent des matières organiques et minérales, constituent un paramètre important qui marque le degré de pollution d'un effluent urbain ou même industriel.[6]

➤ *Les matières volatiles en suspension (MVS)*

Elles représentent la fraction organique des matières en suspension, et sont obtenues par calcination de ces MES à 525 °C pendant deux heures. La différence de poids entre MES à 105 °C et MES à 525 °C donne la « *perte au feu* » et correspond à la teneur en MVS en (mg/L) d'une eau.[6]

➤ *Les matières minérales (MM)*

Elles représentent le résultat d'une évaporation totale de l'eau, c'est-à-dire son « *extrait sec* », constitué à la fois par les matières minérales en suspension et les matières solubles (chlorures, phosphates...).[6]

➤ *Les matières décantables (MD)*

Elles représentent la fraction des matières en suspension qui sédimentent pendant un temps donné (moins 2 heures). [7]

## II.6.2 Paramètres chimiques

### II.6.2.1 Le potentiel hydrogène (pH)

Exprimant l'acidité, la neutralité ou l'alcalinité de la solution aqueuse ces derniers sont déterminés par rapport à la concentration en  $\text{H}_3\text{O}^+$  (noté  $\text{H}^+$ ). Des valeurs inférieures à 5 ou supérieures à 9 du pH affectent la survie des micro-organismes aquatiques selon l'OMS. On utilise le logarithme décimal de l'inverse de la concentration en ion  $\text{H}^+$ .

$$\text{pH} = \log 1/[\text{H}^+]$$

### II.6.2.2 La Conductivité électrique (CE)

La conductivité est la propriété qu'à l'eau favorisant ainsi le passage d'un courant électrique. La CE est due à la présence dans le milieu, d'ions qui sont mobiles dans un champ électrique. Elle dépend de la nature de ces ions dissous et de leurs concentrations. L'unité de conductivité est le siemens par mètre (S/m) ou mmohs/cm.

### II.6.2.3 L'Oxygène dissous

C'est un composé essentiel de l'eau permettant la vie de la faune et conditionne les réactions biologiques qui ont lieu dans les écosystèmes aquatiques. La solubilité de l'oxygène dans l'eau dépend de différents facteurs, dont la température, la pression et la force ionique du milieu. La concentration en oxygène dissous est exprimée en  $\text{mg O}_2/\text{l}$ .

### II.6.2.4 La Demande Chimique en Oxygène (DCO)

La demande chimique en oxygène représente la quantité d'oxygène consommé par toutes les matières réductrices. L'élément oxygène est fourni par un oxydant très puissant (dichromate de potassium) en condition acide et à ébullition pendant 2 heures. La quasi-totalité des matières est oxydée. [8]

### II.6.2.5. Le carbone organique total (COT)

Il ne représente que le carbone présent dans les composés organiques. La valeur de (COT), contrairement à la DBO, détermine complètement les composés difficilement ou non dégradables biochimiquement, qui sont d'une grande importance pour l'évaluation de la pollution de l'eau et des effluents.

### II.6.2.6 La Demande Biochimique en Oxygène (DBO)

La demande biochimique en oxygène est la quantité d'oxygène consommé par les micro-organismes pour assurer la dégradation des matières biodégradables en 5 jours, à 20 °C et à l'obscurité. L'unité de mesure de la DBO est le mg O<sub>2</sub>/L. [8]

### II.6.2.7 Les sels nutritifs

Les nutriments sont des éléments qui peuvent se présenter dans les eaux usées urbaines, sous forme organique ou minérale. Ils sont responsables de l'eutrophisation des milieux aquatiques. La connaissance des quantités des nutriments contenus dans l'eau usée est donc indispensable pour le contrôle de la qualité des nutriments dans les effluents épurés avant de les rejeter dans le milieu récepteur.

#### ➤ Le phosphore

Dans les eaux usées, l'élément phosphore se trouve majoritairement sous la forme d'anions phosphates. On peut répertorier les orthophosphates (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>), les phosphates hydrolysables et les phosphates organiques à l'état dissous ou particulaire. La somme des trois formes du phosphore est appelée le phosphore total. [8] L'apport journalier de phosphore est d'environ 04 g par habitant par jour. La connaissance de la quantité du phosphore dans les eaux résiduaires permet de savoir si un traitement biologique est envisageable.

#### ➤ L'azote

L'azote présent dans l'eau peut avoir un caractère organique ou minéral. L'azote organique est principalement constitué par des composés tels que les protéines, les polypeptides, les acides aminés et l'urée. Le plus souvent ces produits ne se trouvent qu'à de très faibles concentrations. Quant à l'azote minéral (ammoniaque, nitrate, nitrite), il constitue la majeure partie de l'azote total.

#### ➤ L'azote total Kjeldahl (NTK)

L'azote total Kjeldahl est la somme de deux formes d'azotes organiques et ammoniacales dans une eau usée, leur unité est mg (N)/L. Dans NTK, il y a une forte quantité de sels ammoniacaux (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>). [6]

### II.6.2.8 La biodégradabilité

La biodégradabilité traduit l'aptitude d'un effluent à être décomposé ou oxydé par les microorganismes qui interviennent dans les processus d'épuration biologique des eaux. Elle est exprimée par un coefficient  $K$ , avec  $K = \text{DCO}/\text{DBO}_5$

- $K < 1.5$  : les matières oxydables sont constituées en grande partie de matières fortement biodégradables.
- $1.5 < K < 2.5$  : les matières oxydables sont très biodégradables (*Traitement biologique*).
- $2.5 < K < 3$  : les matières oxydables sont peu biodégradables (*Traitement biologique associé à un traitement physico-chimique*).
- $K > 3$  : les matières oxydables sont non biodégradables (*Traitement biologique impossible*).

Un coefficient  $K$  très élevé se traduit par la présence des éléments inhibiteurs dans l'eau et de la croissance bactérienne, tels que : les sels métalliques, les détergents, les phénols, les hydrocarbures... etc. La valeur du coefficient  $K$  détermine le choix de la filière de traitement à adopter. Si l'effluent est biodégradable, on applique un traitement biologique, sinon, on applique un traitement physico-chimique.

### II.6. 3 Paramètres bactériologiques

Les bactéries sont ubiquitaires dans la nature, car il s'agit probablement des premiers êtres vivants apparus sur la terre (archéobactéries). Seules quelques espèces sont adaptées à l'homme : la plupart sont inoffensives ou même utiles ; faisant partie des flores cutanées, digestive, buccale et génitale ; certaines sont pathogènes, opportunistes ; une minorité est régulièrement pathogène.

#### II.6. 3.1 Bactéries

Les bactéries sont des organismes microscopiques dont la taille varie entre 0,2 et 10  $\mu\text{m}$ . Elles sont présentes partout dans l'environnement et peuvent s'adapter à des conditions très différentes de température, pression, rayonnement... La plupart des bactéries rencontrées chez l'Homme ne sont pas pathogènes et sont même indispensables à son métabolisme. Les bactéries pathogènes se propagent dans les eaux usées. Deux grands groupes de bactéries peuvent ainsi être distingués selon le type de paroi cellulaire qu'elles possèdent : les bactéries Gram positifs et Gram négatifs.

La principale maladie véhiculée par les bactéries entériques est la diarrhée, et certaines espèces peuvent provoquer des symptômes graves. Les autres maladies d'origine hydrique comme la dysenterie, la typhoïde, le choléra ont quasiment disparu dans les pays développés mais restent

une préoccupation majeure dans les pays en développement. On estime par exemple que plus de 16 millions de personnes sont contaminées par la typhoïde dans le monde pour environ 600 000 décès par an.

### **II.6.3.2 Protozoaires**

Les protozoaires sont des organismes monocellulaires. Les deux principaux genres pathogènes pour l'Homme sont les genres *Cryptosporidium* et *Giardia*. Ce sont tous les deux des parasites ubiquistes, dont certaines espèces sont pathogènes opportunistes pour l'Homme et l'animal.

### **II.6.3.3 Helminthes**

Les helminthes sont des vers pluricellulaires fréquemment rencontrés dans les eaux résiduaires. Tout comme les protozoaires, ce sont majoritairement des organismes parasites. La plupart ont des cycles de vie complexes comprenant un passage obligé par un hôte intermédiaire. Les helminthes sont une des principales causes de maladie chez l'Homme, avec entre deux et quatre milliards d'infections par an.

### **II.6.3.4 Virus**

Les virus sont des parasites intracellulaires de très petite taille (10 à 350 nm) qui ne peuvent se multiplier que dans une cellule hôte. Ils sont composés d'un noyau d'acide nucléique entouré d'une enveloppe protéique protectrice qui leur permet de se maintenir longtemps dans un environnement hostile. Les virus entériques sont des pathogènes humains obligatoires, plus de 120 sont identifiés à l'heure actuelle. La plupart des virus entériques causent des gastroentérites ou des infections respiratoires, mais certains peuvent causer des infections plus graves, comme la méningite.

## **II.7. Impacts du rejet d'eaux usées non traitées ou traitées de façon inadéquate**

Les conséquences du rejet d'eaux usées non traitées ou traitées de façon inadéquate peuvent être classées en trois catégories : les effets indésirables sur la santé associés à une réduction de la qualité de l'eau ; les effets environnementaux négatifs en raison de la dégradation des ressources en eau et des écosystèmes ; et les effets potentiels sur les activités économiques [5].

**II.7.1 Effets sur la santé humaine**

Certes, les installations d'assainissement des ménages se sont considérablement améliorées depuis 1990, mais les risques pour la santé publique demeurent, en raison d'un mauvais confinement, de fuites pendant la vidange et le transport, et d'un traitement inefficace des eaux d'égout. D'après les estimations, seulement 26 % des services d'assainissement et de traitement des eaux usées en zone urbaine et 34 % en zone rurale préviennent efficacement le contact humain avec les excréments tout au long de la chaîne d'assainissement et peuvent donc être considérés comme gérés en toute sécurité. [5]

**II.7.2 Effets environnementaux**

Le rejet d'eaux usées non traitées dans l'environnement a un impact sur la qualité de l'eau, qui à son tour affecte la quantité des ressources en eau disponibles pour un usage direct. Les préoccupations concernant la qualité de l'eau se posent comme une dimension importante de la sécurité hydrique dans le monde. Depuis 1990, la pollution de l'eau est en hausse dans la plupart des fleuves en Amérique latine, en Afrique et en Asie, en raison de l'augmentation des quantités d'eaux usées due à la croissance démographique, l'accroissement de l'activité économique et l'expansion de l'agriculture, ainsi que le rejet d'eaux usées sans aucun traitement (ou uniquement des niveaux minimaux). [5]

**II.7.3 Effets économique**

La disponibilité de l'eau douce étant cruciale pour maintenir le bien-être économique de toute communauté humaine, la mauvaise qualité de l'eau constitue un obstacle supplémentaire au développement économique. La mauvaise qualité de l'eau freine la productivité agricole dans les zones rurales et périurbaines. L'eau contaminée peut affecter directement les activités économiques consommatrices d'eau, telles que la production industrielle, la pêche, l'aquaculture et le tourisme, et peut indirectement limiter l'exportation de certaines marchandises en raison de restrictions sur des produits contaminés. [5]

**II.8 caractéristiques de l'eau brute de la zone d'étude**

Les eaux usées à traiter sont constituées essentiellement par des effluents d'origine domestiques, ou par des effluents provenant de commerces ou de services qui présentent des caractéristiques et une aptitude à l'épuration voisine de celles des effluents domestiques. Selon les résultats d'analyse enregistrés par l'Office National d'Assainissement (ONA) de la Wilaya de Blida, les caractéristiques de l'eau brute à l'entrée de la STEP sont les suivantes.

**Tableau II.1** : Caractéristiques de l'eau brute de la zone d'étude

Paramètre	Unité	Valeur
DBO <sub>5</sub> à l'entrée	(kg/j)	326
DCO à l'entrée	(kg/j)	825
MES à l'entrée	(kg/j)	356
Azote N-NTK à l'entrée	(kg/j)	61
Phosphore à l'entrée	(kg/j)	13
Rapport (DCO/DBO <sub>5</sub> )	/	< 3.5

Les résultats montrent que le coefficient de biodégradabilité  $K$  des eaux des rejets de Beni Mared est de :  $k = \text{DCO/DBO}_5 = 825/326 = 2,53$

Donc  $k < 3,5$ , ce qui signifie que ces eaux contiennent des matières organiques moyennement biodégradable ; d'où le mode de traitement le plus adapté est le traitement biologique.

### II.9. Normes de rejets

Les eaux usées se caractérisent par des paramètres physico-chimiques et bactériologiques, qui permettent de déterminer leur éventuelle origine, et de connaître l'importance de leur charge polluante. Avant qu'elles ne soient rejetées dans le milieu naturel et ne le dégradent, elles doivent impérativement obéir à des normes établies pour protéger les milieux récepteurs contre la pollution. Pour cela, elles sont acheminées vers une station d'épuration où elles subissent plusieurs phases de traitement. Selon les normes Algériennes, les valeurs limites maximales de rejet d'effluents sont regroupées dans le tableau suivant.

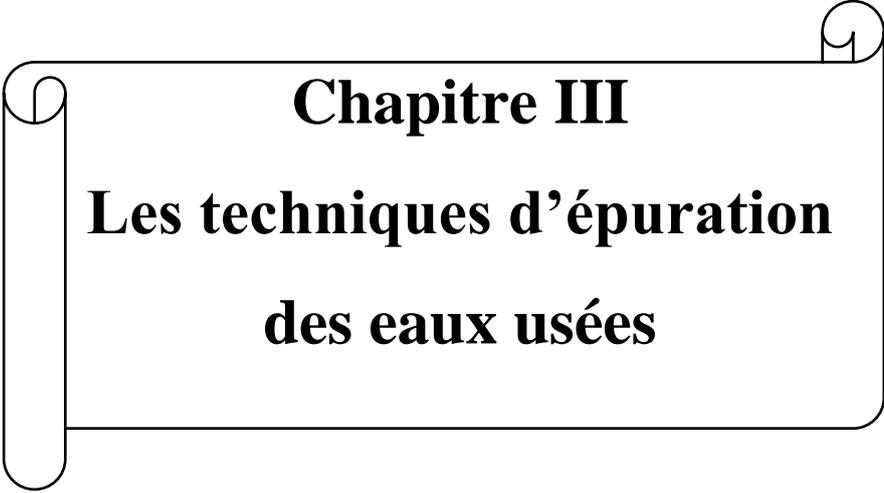
**Tableau II.2** : Normes de rejets dans un milieu récepteur (Journal Officiel de la République Algérienne, 2006)

Paramètres	Unités	Valeurs limites
Température	°C	30
Ph	/	6.5 à 8,5
MES	mg/L	35
DBO <sub>5</sub>	mg/L	35
DCO	mg/L	120
Azote Kjeldahl	mg/L	30
Phosphates	mg/L	02
Phosphore total	mg/L	02

**II.10. Conclusion**

Les eaux usées de différentes compositions et de diverses origines contiennent des polluants dangereux qu'il faut éliminer avant le rejet en milieu naturel. Ces polluants sont éliminés par le biais de différentes techniques et étapes réalisées dans une station d'épuration.

La connaissance de la qualité des eaux usées de notre agglomération à traiter est indispensable dans notre projet de conception de la STEP d'épuration, ainsi pour le choix adéquat du procédé d'épuration, et par conséquent le respect des normes de rejets.



**Chapitre III**  
**Les techniques d'épuration**  
**des eaux usées**

### III.1. Introduction

La filière de l'épuration des eaux usées recommande différentes techniques à divers niveaux technologiques, souvent très élaborées ceci est illustré comme étant des méthodes classiques de traitement ; ainsi que de nouvelles techniques visant la protection de l'environnement et la sauvegarde du milieu naturel. C'est technique sont connues sous les noms de lagunage ou phytoépurations.

### III.2. Classification des techniques d'épuration

Les méthodes de traitement des eaux usées sont diverses, et peuvent être classées en quatre catégories :

- Le prétraitement
- Le traitement primaire
- Le traitement secondaire
  
- Le traitement tertiaire ou de fini.

#### III.2.1. Le prétraitement

Le prétraitement vise à protéger le relèvement des eaux brutes et plus généralement à éliminer tout ce qui pourrait gêner les traitements ultérieurs. Suivant la qualité de l'eau à traiter, plusieurs opérations peuvent être nécessaires, parmi lesquelles.

##### III.2.1.1. Le dégrillage

Cette opération consiste à faire passer l'effluent entre les barreaux d'une grille, dont l'écartement se mesure habituellement en centimètres. On retire ainsi de l'eau les fragments de dimension supérieure à l'écartement des barreaux. [7]

##### ❖ *Caractéristiques générales d'une installation de dégrillage*

###### a) **Forme et position de la grille**

La grille peut être droite ou courbée, les grilles droites peuvent être placées en position verticale ou inclinées par rapport au plan horizontal.

###### b) **Espacement des barreaux**

L'espace entre les barreaux permet de fixer la taille des déchets à éliminer. Pour cela, on distingue trois types de dégrillage, en fonction de la taille des débris à éliminer :

- un prédégrillage : espacement de 30 à 100 mm
- un dégrillage moyen : espacement de 10 à 30 mm

➤ un dégrillage fin : espacement de 3 à 10 mm.

### c) Vitesse de passage et pertes de charge

La vitesse de passage de l'eau doit permettre l'application des matières sur la grille sans provoquer des pertes de charge importantes, ni entraînement des colmatages en profondeur des barreaux.

- La vitesse moyenne de passage ( $v$ ) se situe entre 0,6 m/s et 1,40 m/s en débit maximal.
- Les pertes de charge ( $\Delta h$ ) varient de 0,05 à 0,15 m en eau de consommation, et de 0,1 à 0,40 m en eau résiduaire. [6]

### ❖ Les différents types de grilles

#### a) Grilles manuelles

Se sont composées avec de barreaux le plus souvent inclinés de 60 à 80° sur l'horizontale, elles sont réservées à la petite station. Leur inconvénient est la nécessité de les nettoyer quotidiennement, car si la grille reste longtemps sans nettoyage, l'effluents risque de refluer dans le collecteur d'arrivée.

#### b) Grilles mécaniques

Elles sont indispensables à partir d'une certaine taille de station d'épuration, voire sur des installations de faible importance afin de réduire les interventions manuelles de nettoyage. Ces grilles sont à fonctionnement automatique par horloge électrique. Parmi celles-ci, on distingue les grilles à nettoyage par l'amont et celles à nettoyage par l'aval.

#### 1. Grilles mécaniques à nettoyage par l'amont

Le mécanisme de nettoyage se trouve placé à l'amont du champ de grille. Parmi les grilles mécaniques à nettoyage par l'amont, on distingue :

#### ✓ Les grilles courbes

Adaptées pour les petites et moyennes stations d'épuration, avec des profondeurs relativement réduites de canal (de 0,50 m à 1,80 m). Le débit à traiter varie de 10 m<sup>3</sup>/h à 5000 m<sup>3</sup>/h. Le nettoyage est assuré par des peignes.

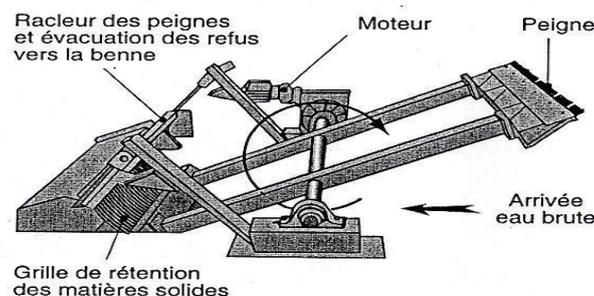


Figure III.1 : Grille courbe

**✓ Les grilles droites**

Fortement relevées sur l'horizontale, parfois même verticale, permettant de couvrir une gamme de débits de 100 à 40 000 m<sup>3</sup>/h (prise d'eau de surface). Selon la nature des produits, le nettoyage peut être effectué par un dispositif alternatif ou continu (grappins, râpeaux, racleurs, brosses) et le système par câble ou par chaîne sans fin.

**2. Grilles mécaniques à nettoyage par l'aval**

Le mécanisme de nettoyage se trouve placé à l'aval du champ de grille (avec chaîne sans fin), présentant ainsi des risques de rechute d'une fraction des résidus récupérés en aval. Les grilles sont équipées de râpeaux-peignes montés sur des chaînes sans fin. Elles peuvent traiter des eaux très chargées, pour une gamme de débits allant de 500 à 30 000 m<sup>3</sup>/h.

**III.2.1.2. La dilacération**

Cette opération concerne particulièrement les eaux résiduaires urbaines. Elle a pour but de broyer les matières solides et de les transformer en particules plus fines qui sont envoyées vers les décanteurs. Cette opération peut être mise en œuvre en remplacement du dégrillage fin.

[6]

**Avantage**

- Supprimer les sujétions et nuisances découlant de la gestion des déchets du dégrillage.

**Inconvénients**

- – Appareillage cher et délicat nécessitant des interventions fréquentes ;
- – Risque de colmatage des canalisations et d'engorgement des pompes.

**III.2.1.3. Le tamisage**

En épuration, le tamisage est une opération préconisée sur les effluents industriels chargés de matières en suspension (abattoirs, conserveries, etc.).

Trois principales fonctions du tamisage peuvent être mentionnées :

- La récupération de déchets utilisables avant leur traitement ou leur rejet dans le réseau
- La protection de canalisations ou de pompes (évitant l'obstruction) ;
- La limitation des risques de dépôts et de fermentations.

**III.2.1.4. Le dessablage**

Il est important d'éliminer les sables présents dans l'effluent, pour éviter leur sédimentation ultérieure, qui peut amener le bouchage de canalisations qu'il sera difficile de désobstruer, surtout si elles sont enterrées.

Le dessablage concerne les particules minérales de diamètre supérieur à 0,2 mm et de masse spécifique de l'ordre de 2,65 g/cm<sup>3</sup>.

La vitesse de sédimentation de ces particules est fonction de :

- Leur nature, forme, dimensions et la viscosité du liquide dans lequel elles se trouvent.
- La technique du dessablage consiste à faire circuler l'eau dans une chambre de tranquillisation avec une vitesse constante de 0,3 m/s quel que soit le débit. Cette condition est difficile à réaliser en raison des variations du débit.

### III.2.1.5. Dégraissage-déshuilage

C'est une opération destinée à réduire les graisses et huiles non émulsionnées par simple sédimentation physique en surface. Il existe différents dispositifs de déshuilage-dégraissage conçus suivant la nature de l'eau à traiter

#### Dégraisseur-déshuileur aéré

Ce type d'ouvrage comprend une zone aérée (avec insufflation par le bas) suivi d'un compartiment de sédimentation latéral calculé pour une vitesse ascensionnelle de 15 à 20 m/h

#### Déshuileur longitudinal

C'est un bassin de forme rectangulaire équipé de racleur de surface de fond, l'ouvrage et calculé pour :

- Une vitesse d'écoulement horizontale de 20 à 50 m/h
- Une longueur de 2 à 6 m
- Une hauteur d'eau de 1 à 3 m.

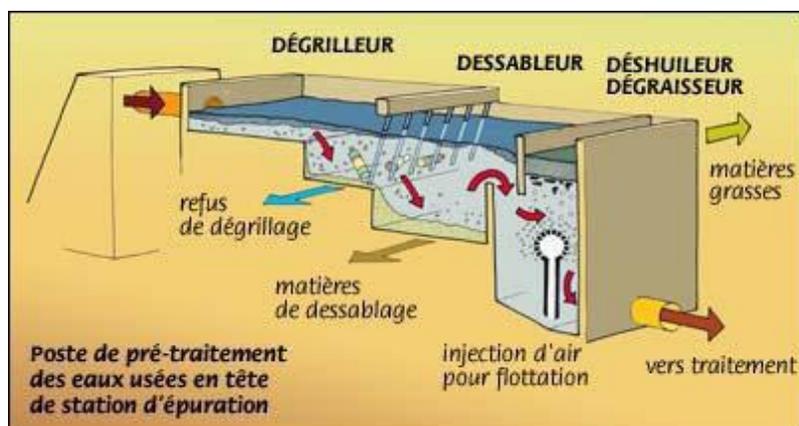


Figure III.2 : Ouvrage de dessablage-déshuilage

### III.2.2 Traitement primaire

Il fait appel à différents procédés physiques ou chimiques. L'opération la plus importante à cette étape du traitement est la décantation. Le traitement physico-chimique des eaux regroupe les opérations nécessaires pour éliminer :

- Les matières décantables, c'est le rôle de la décantation ;
- La turbidité (substances colloïdales) qui est traitée par coagulation-floculation ;
- Certaines matières en solution par la précipitation chimique.

#### III.2.2.1. Décantation

Les eaux résiduaires prétraitées contiennent encore des matières minérales et organiques sédimentables. Les matières organiques en suspension (matières sédimentables et colloïdes) représentent 60 % en moyenne charge en DCO des eaux et 30 à 40 % en DBO.

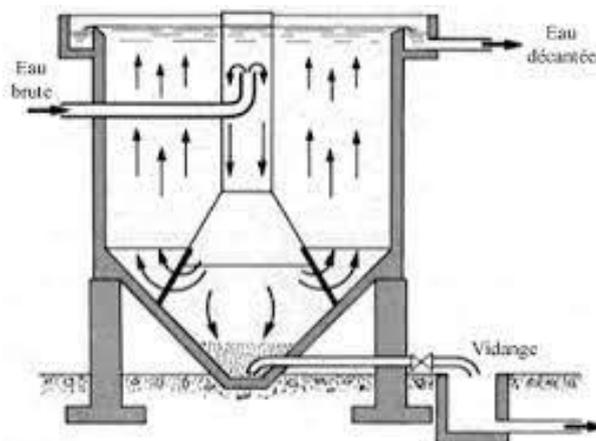
La décantation, processus essentiel du traitement primaire, a pour but :

- De retenir une fraction importante de la pollution organique,
- D'alléger la charge du traitement biologique ultérieur,
- De réduire les risques de colmatage des systèmes de traitement biologique par culture fixée (lits bactériens, disques biologiques...).
- D'éliminer 30 à 35 % de la DBO<sub>5</sub>, 60 % de MES et 90 % des matières décantables (pour une eau usée domestique).

#### Les principaux types de décanteurs

##### a) Les décanteurs statiques sans raclage

Ils sont généralement utilisés pour les petites stations (1000 à 2000 habitants). Le temps de séjour est de l'ordre de 1H30 à 2 H au débit diurne. L'extraction des boues exige une pente de fond (au moins égale à 60°).

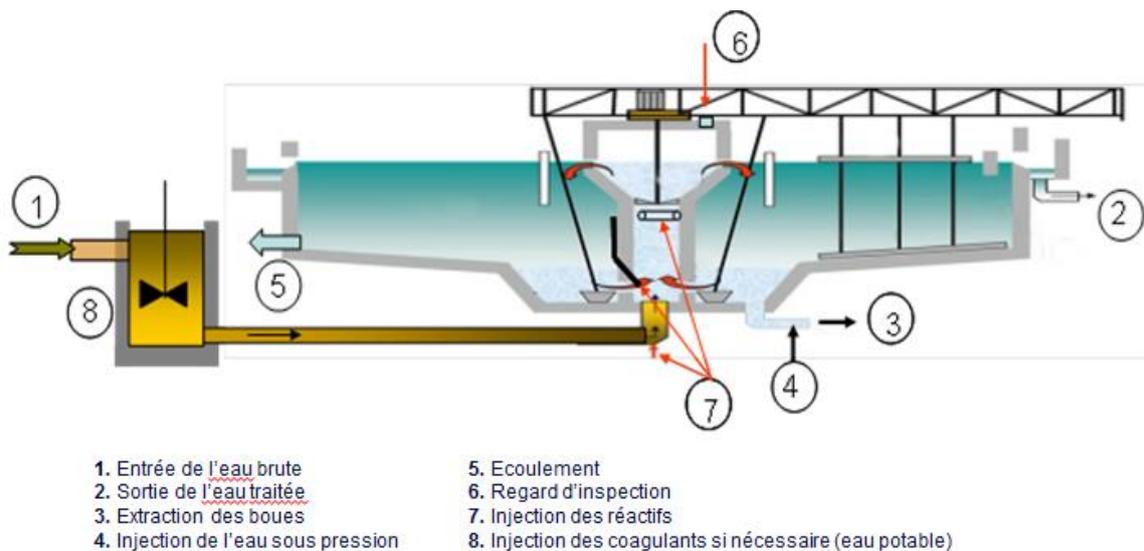


**Figure III.3** : Décanteur cylindro-conique statique sans raclage

## b) Les décanteurs statiques à raclage mécanique des boues

### 1. Décanteurs circulaires

Le racleur est fixé à une charpente tournant autour de l'axe du bassin. Il peut comporter une seule lame en forme de spirale ou une serre de raclettes. Il comprend un fût central creux où arrive l'eau brute d'où elle est répartie généralement par une cloison siphonide annulaire. Les boues sont amenées vers une fosse centrale à l'aide d'un dispositif de raclage sur une pente de 5 à 10°. De plus, un racleur de surface pousse les corps flottants vers une écumeoire d'où ils peuvent regagner la fosse des boues.



**Figure III.4 :** Décanteur circulaire à raclage mécanique

### 2. Décanteurs longitudinaux rectangulaires

Il existe deux types de décanteurs rectangulaires avec raclage qui sont les suivants :

- Les décanteurs à pont racleur.
- Les décanteurs à chaînes.

Les ponts racleur se déplacent selon un système de va-et-vient et procèdent au raclage avec un mouvement à contre-courant. Par contre les décanteurs à chaînes permettent un raclage continu des boues et des flottants par une série de raclettes montées en deux chaînes sans fin parallèles tournant le long des parois verticales du bassin. Dans les deux types de décanteurs, le puits des boues est situé à l'arrivée de l'effluent.

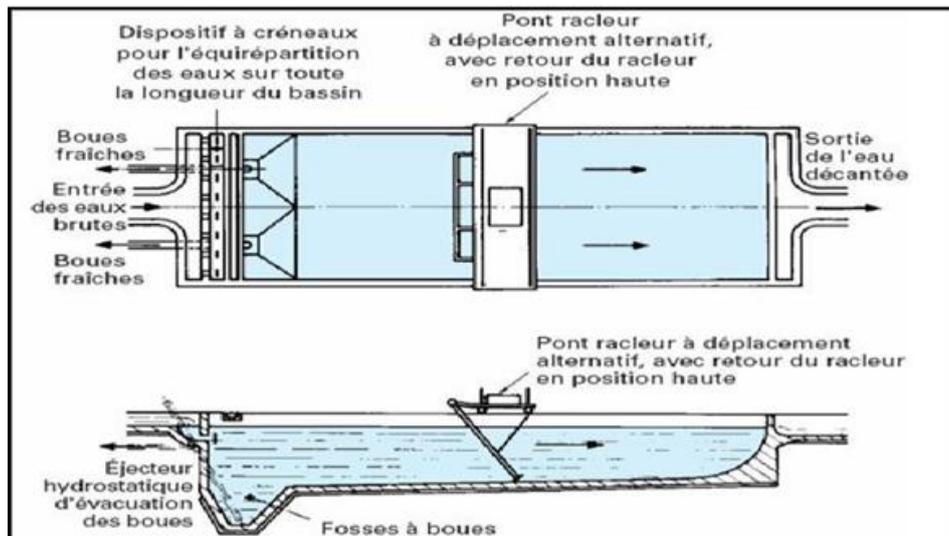


Figure III.5 : Décanteur longitudinal à pont racleur

### III.2.2.2. Coagulation-floculation

Les procédés de coagulation et de floculation facilitent l'élimination de MES et des colloïdes en les rassemblant sous forme de floc dont la séparation est ensuite effectuée par des systèmes de décantation, flottation et/ou filtration.

- La coagulation est la déstabilisation des particules colloïdales par addition d'un réactif chimique appelé coagulant.
- La Floculation est l'agglomération de particules déstabilisées en micro floc et ensuite en flocons plus volumineux que l'on appelle flocons. On peut rajouter un autre réactif appelé floculant ou adjuvant de floculation pour faciliter la formation de flocons. Polymères organiques (Silice activée) et polymères naturels (starches, algues) sont les premiers à avoir été utilisés ; mais l'utilisation d'adjuvants de floculation synthétique permet de minimiser la production de boues. Si l'on combine ces adjuvants de floculation avec des techniques de séparation modernes, on peut produire des boues denses qui seront directement traitées dans des unités de déshydratation.

### III.2.3. Traitement secondaire (traitement biologique)

Le traitement biologique des eaux usées est le procédé qui permet la dégradation des polluants grâce à l'action de micro-organismes. Ce processus existe spontanément dans les milieux naturels tels que les eaux superficielles suffisamment aérées. Une multitude d'organismes est associée à cette dégradation selon différents cycles de transformation. Parmi ces organismes, on trouve généralement des bactéries, des algues, des champignons et des

protozoaires. Les micro-organismes responsables de l'épuration s'agglomèrent sous forme de floccs et se développent en utilisant la pollution comme substrat nécessaire à la production d'énergie vitale et à la synthèse de nouvelles cellules vivantes.

### III.2.3.1. Classification des procédés d'épuration biologique

On distingue deux principaux types de procédés biologiques :

- Les procédés extensifs ou naturels
- Les procédés intensifs ou artificiels

#### III.2.3.1.1. Les procédés extensifs ou naturels

Les procédés extensifs correspondent à des procédés d'épuration dans lesquels la concentration en organisme épurateur est faible. Elles ne comportent normalement pas de recyclage de liqueur bactérienne sauf dans certains cas ou une recirculation d'un complexe algo-bactérien est utilisée.

On peut distinguer les techniques à culture libre (lagunage) et les techniques à culture fixées (épuration par le sol). Elles mettent en jeu des phénomènes d'autoépuration naturelle complexe dépendant des conditions climatiques et dont les équilibres ne sont pas toujours aisément maîtrisables. [6]

#### ➤ Les cultures fixes sur support fin

Les procédés d'épuration à cultures fixées sur support fin consistent à faire ruisseler l'eau à traiter sur plusieurs massifs indépendants. Les deux principaux mécanismes sont :

#### ➤ Filtration superficielle

Les matières en suspension (MES) sont arrêtées à la surface du massif filtrant et, avec elles une partie de la pollution organique (DCO particulaire).

#### ➤ Oxydation

Le milieu granulaire constitue un réacteur biologique, un support de grande surface spécifique, sur lequel se fixent et se développent les bactéries aérobies responsables de l'oxydation de la pollution dissoute (DCO dissoute, azote organique et ammoniacal).

L'aération est assurée par une convection à partir du déplacement des lames d'eau, ou par une diffusion de l'oxygène depuis la surface des filtres et les cheminées d'aération, vers l'espace poreux. [9]

#### ➤ Cultures libres

Le processus d'épuration par « cultures libres » repose sur le développement d'une culture bactérienne. L'oxygène provient de diverses sources selon les filières. La culture bactérienne est ensuite séparée de l'eau traitée par mécanisme de sédimentation dans un ouvrage (clarificateur, lagune...).

### III.2.3.1.2. Les procédés intensifs ou artificiels

Les techniques les plus développées au niveau des stations d'épuration urbaines sont des procédés biologiques intensifs. Le principe de ces procédés est de localiser sur des surfaces réduites, et d'intensifier les phénomènes de transformation et de destruction des matières organiques que l'on peut observer dans le milieu naturel.

Trois grands types de procédés sont utilisés :

- Les lits bactériens
- Disques biologiques
- Les boues activées. [9]

#### a) Disques biologiques

Les microorganismes se développent et forment un film biologique épurateur à la surface d'une batterie de disques de 2 à 3 m de diamètre semi-immergés (40 % généralement) dans l'eau à traiter.

Au cours de la rotation des disques, le biofilm fixé est alternativement mis en contact avec l'oxygène de l'air et de la pollution à dégrader. L'effluent est préalablement décanté afin d'éviter tout colmatage des matériaux supports. Les boues qui se décrochent sont ensuite séparées de l'eau traitée par décantation dans le clarificateur.

#### Avantages

Ce procédé économique est d'une extrême simplicité d'exploitation.

#### Inconvénients

Les disques biologiques ne s'adaptent pas au traitement à forte charge. Ils sont très sensibles à la qualité des eaux à traiter, aux pointes excessives des concentrations et de débits. Ils ne s'adaptent qu'au traitement des effluents de petites agglomérations.

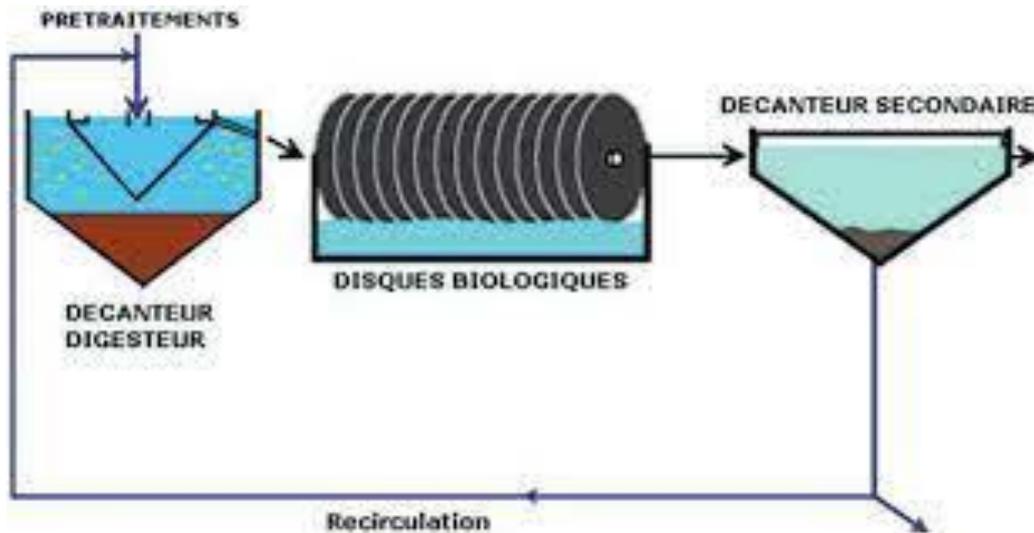


Figure III.8 : principe de fonctionnement d'une station à disque biologique

**b) Lits bactériens**

Le mode de fonctionnement d'un lit bactérien consiste à faire ruisseler l'eau à traiter, préalablement décantée, sur une masse de matériaux (naturel ou plastique) servant de support aux micro-organismes épurateurs qui y forment un film épais. Les micro-organismes fixés éliminent les matières organiques par absorption des constituants solubles et en suspension. L'oxygène nécessaire au métabolisme aérobie est fourni par tirage naturel ou par ventilation Forcée. [9]

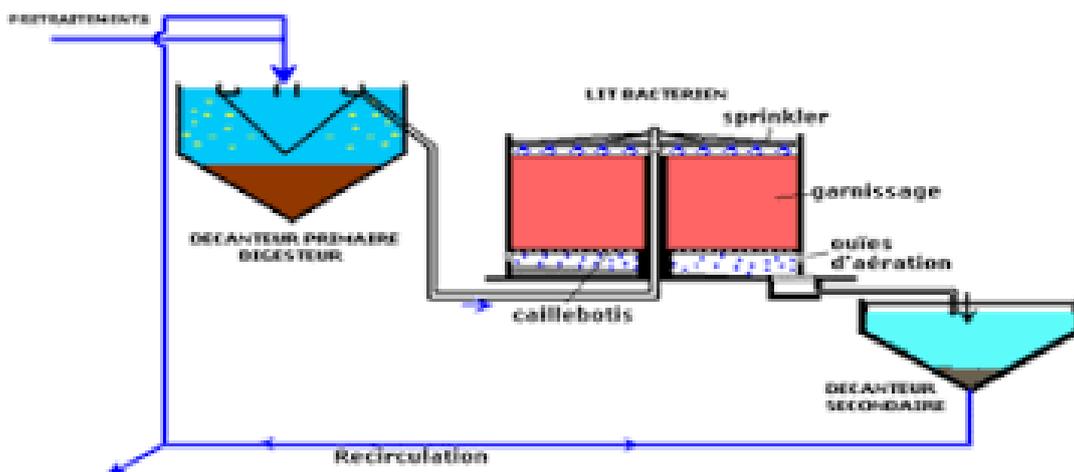


Figure III.9 : Synoptique d'une station d'épuration comportant un lit bactérien

**Avantages**

Un bon rendement est atteint avec un choix convenable du matériau et des dimensions des pores (augmentation de la surface spécifique). Les lits bactériens sont aussi performants dans

le cas d'effluents urbains ou dans le cas de certaines industries spécifiques (parfumeries, agro-alimentaires), l'exploitation d'une station à lits bactériens reste très simple et il n'y a pas de gestion de stock de boues.

### Inconvénients

Les traitements préalables doivent être performants, faute de quoi, un encrassement progressif apparaît qui contraint à vider, laver et remettre en place le matériau du lit. On enregistre de plus de fréquentes odeurs liées au changement de saisons.

### C) Boues activées

Les boues activées sont des systèmes qui fonctionnent biologiquement, avec une aération artificielle, comme les lagunes aérées.

La différence réside dans la recirculation des organismes actifs (les boues activées) du décanteur secondaire vers le bassin d'aération. Cette circulation a deux conséquences :

- La concentration des boues activées dans le bassin d'aération peut être augmentée par rapport à une situation sans circulation. Une même quantité d'organismes actifs peut donc être contenue dans un plus petit volume (économie d'espace).
- Le temps de séjour des organismes actifs dans le système est plus élevé que le temps de séjour de l'eau. Le contrôle de temps de séjours des boues activées permet de maîtriser la capacité nitrifiante des boues, et le degré d'oxydation des matières organiques solides.[6]

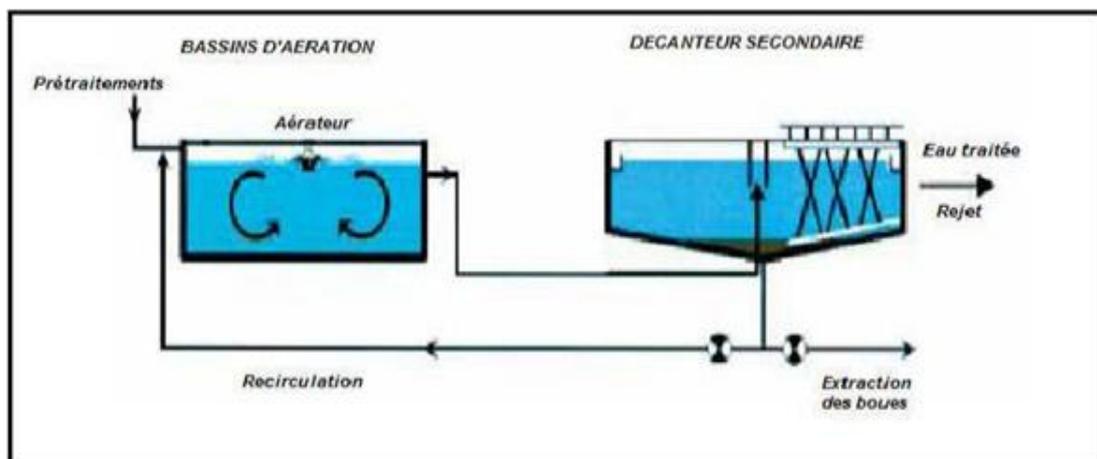


Figure III.10 : Synoptique d'une station à boue activée

### Paramètres de fonctionnement

a) Charge massique ( $C_m$ ) ou facteur de charge : La charge massique représente la quantité de DBO5 (en kg/j) rapportée à la masse de matières en suspension totales contenues dans l'ouvrage

de volume  $V$ . Elle s'exprime en  $\text{kg DBO}_5 / (\text{kg MES} \cdot \text{j})$ , la charge massique est parfois rapportée soit à la masse de micro-organismes ou bien les matières volatiles sèches (MVS) contenues dans l'ouvrage. Elle s'exprime alors en  $\text{kg DBO}_5 / (\text{j} \cdot \text{kg MVS})$ .

b) *Charge volumique ( $C_v$ )* : La charge volumique  $C_v$  correspond à la quantité journalière de pollution à dégrader (en  $\text{kg DBO}_5/\text{j}$ ) dans le volume  $V$  ( $\text{m}^3$ ) de l'ouvrage. Elle s'exprime en  $\text{kg DBO}_5 / (\text{j} \cdot \text{m}^3)$ .

c) *Age des boues* : L'âge des boues  $A_b$  est le rapport entre la masse de boues présentes dans le réacteur et la masse journalière de boues extraites. En plus de la charge massique appliquée, l'âge des boues constitue le paramètre fondamental à prendre en compte lors de dimensionnement des stations d'épuration.

### Choix du procédé d'épuration

Pour arriver à dimensionner une station d'épuration par boues activées, il faut choisir un de ces procédés :

a. *Procédé à forte charge et à moyenne charge* : Ces deux procédés sont consacrés au traitement des effluents des collectivités de grandes importances.

b. *Procédé à faible charge* : Ce procédé est utilisé pour le traitement des effluents à caractère domestique dominant de petites et moyennes collectivités.

### Remarque

Cette technologie occupe une place très importante dans l'épuration des eaux usées urbaines. C'est un mode épuratoire très répandu.

### III.2.4. Traitements tertiaires ou complémentaires

En général, les techniques d'épuration, même les plus sévères laissent passer dans l'eau épurée des matières organiques difficilement biodégradables, et échappent à la meilleure décantation. Ainsi même après un traitement secondaire, l'eau véhicule presque toujours des micro-organismes et des micropolluants.

La principale méthode utilisée est la désinfection. Il existe de nombreuses techniques de désinfection des fluides et des surfaces. On trouve :

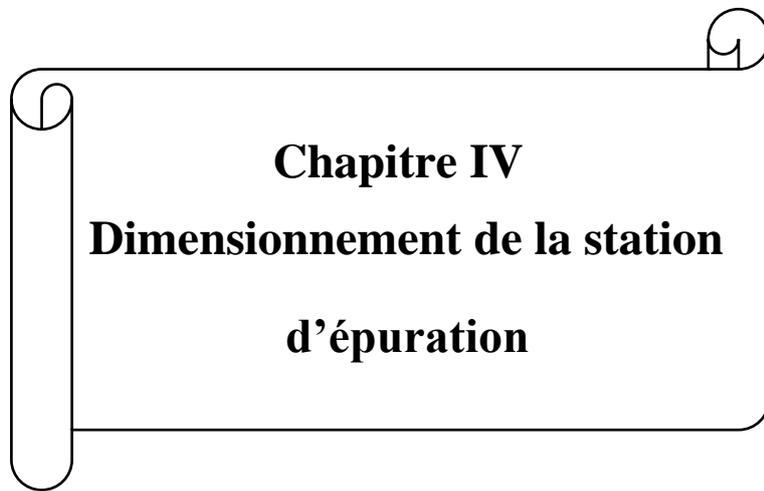
- Désinfection par l'ozone
- Désinfection par rayonnement ultra-violet (UV)
- Désinfection utilisant le chlore et ses dérivées.

Le coût excessif du traitement tertiaire explique pourquoi dans la majorité des stations d'épuration ce type de traitement est inexistant. Ce coût ne se représente pas seulement le prix des réactifs ou des équipements, mais aussi celui d'un personnel qui doit être hautement qualifié.

### **III.3 Conclusion**

L'épuration des eaux usées avec les différents procédés élimine une grande partie de polluants, et des boues constituant un sous-produit de l'épuration. Le choix du procédé est conditionné par les caractéristiques de l'eau à épurer et leur réutilisation, ainsi que la nature du milieu récepteur. Une fois l'eau usée est épurée, cette dernière est rejetée sans risque de contamination ou de pollution majeure.

D'après l'analyse de l'eau brute de la zone d'étude, le coefficient de biodégradabilité correspond à l'épuration biologique ( $K = 2,5$ ). Ce rapport est un indicateur qui montre bien que les eaux usées rejetées contiennent des composés biodégradables, et vus la contrainte de terrain disponible, nous optons pour la technique d'épuration par boues activées pour épurer les eaux usées de la grande Blida.



**Chapitre IV**  
**Dimensionnement de la station**  
**d'épuration**

**Partie A : dimensionnement des ouvrages de la STEP****IV.A.1. Introduction**

Pour pouvoir étudier un projet de réalisation d'une STEP ou proposer un procédé de traitement des eaux usées, il faut au préalable disposer de certaines données de bases requises pour le dimensionnement d'une station d'épuration des eaux usées, telles que :

- Débit total journalier ( $m^3/j$ )
- Débit moyen horaire ( $m^3/h$ )
- Débits de pointe en temps sec et en temps de pluie ( $m^3/h$ )
- Charges polluantes ( $DBO_5$  et MES) ( $kg/j$ ).
- Un prétraitement (Dégrillage, Dessablage - Déshuilage)
- Un traitement biologique (bassin d'aération, décantation secondaire pour la clarification)
- Un traitement tertiaire (Bassin de désinfection)
- Un traitement des boues (Épaississement, Déshydratation, lit de séchage...).

**IV.A.2. Évaluation des débits et des charges polluantes****IV.A.2.1. Évaluation des débits**

Le volume rejeté par les habitants est estimé à 80 % de débit de consommation, avec une dotation de 150 L/hab/j. Il s'agit de déterminer :

- Le débit total journalier  $Q_j$  ( $m^3/j$ )
- Le débit moyen horaire  $Q_{moy.h}$  ( $m^3/h$ )
- Débit de pointe par temps sec  $Q_{pts}$  ( $m^3/h$ )
- Débit de pointe par temps de pluie  $Q_{ptp}$  ( $m^3/h$ ).

**a) Le débit total journalier ( $Q_j$ )**

$$Q_j = Cr. D. N \dots\dots\dots (IV.1)$$

Avec :

**D** : Dotation en eau potable = 150 L/hab/j

**N** : Nombre d'habitants à l'horizon considéré

**Cr** : Coefficient de rejet = 80 %.

**❖ Estimation des besoins domestiques**

Les besoins de la consommation domestique est déterminé par la relation suivantes :

$$Q_{cons} = D * N$$

Avec :

$Q_{cons}$  : le débit de consommation domestique ;

**Horizon 2030**

a-) Le nombre d'habitant en 2030 est estimé par la relation suivante

$$P_{2030} = P_{2006} [1+(T/100)]^n \text{ Avec : } T: \text{ taux d'accroissement} = 1.48$$

$$P_{2030} = 285155 [1+(1.48/100)]^{24} = \mathbf{405707hab}$$

b-) les besoins domestiques

$$Q_{cons} = 150 * 10^{-3} * 405707 = \mathbf{60856.05 m^3/j}$$

Le débit des équipements est estimé à 15 % du débit de consommation donc on aura :

$$Q_{eq} = 0.15 * Q_{cons}$$

c-) Le débit de consommation totale donc est :

$$Q_{cont} = Q_{cons} + Q_{eq} = Q_{cons} + 0.15 * Q_{cons}$$

$$\text{Donc : } Q'_{con} = Q_{cont} * 1.15$$

$$Q'_{con} = 60856.05 * 1.15 = \mathbf{69984.4 m^3/j}$$

**a) Débit moyen journalier évacué ( $Q_{moy.j}$ )**

$$Q_j = C_r * Q'_{con}$$

$$Q_j = 0.80 * 69984.4 = 55987 m^3/j$$

Le débit total journalier est de :  $Q_j = \mathbf{55987 m^3/j}$ .

**b) Le débit moyen horaire ( $Q_{moy.h}$ )**

$$Q_{moy.h} = Q_j / 24 \dots\dots\dots (IV.2)$$

$$Q_{moy.h} = 55987 / 24 = 2029 m^3/h$$

Le débit moyen horaire est :  $Q_{moy.h} = \mathbf{2333 m^3/h}$ .

**c) Le débit de pointe par temps sec ( $Q_{pts}$ )**

$$Q_{pts} = C_p * Q_{moy.h} \dots\dots\dots (IV.3)$$

$$\text{Avec : } C_p = 1.5 + 2.5 / \sqrt{Q_{moy.h}}$$

Cette formule n'est valable que pour les valeurs de  $Q_{moy.j} \geq 2.8 l/s$ .

$C_p = 3$  ; si non

$$Q_{moy.h} = 2333 m^3/h = 648 L/s \implies Q_{moy.h} > 2,8 L/s$$

$$C_p = 1.5 + 2.5 / \sqrt{648} = 1,60 \implies Q_{pts} = 1,60 * 2333 = 3733 m^3/h$$

Le débit de pointe en temps sec est :  $Q_{pts} = \mathbf{3733 m^3/h}$ .

**d) Le débit de pointe en temps de pluie (Q<sub>ptp</sub>)**

$$Q_{ptp} = (2 \text{ à } 3) * Q_{moy.h} \dots\dots\dots(IV.4)$$

$$Q_{ptp} = 3 * 2333 = 6999 \text{ m}^3/\text{h}$$

Le débit de pointe en temps de pluie est : **Q<sub>ptp</sub> = 6999 m<sup>3</sup>/h.**

**Horizon 2045 (l'extension)**

a-) Le nombre d'habitant en 2045 est :

$$P_{2045} = P_{2006} [1+(T/100)]^n \quad P_{2045} = 285\ 155 [1+(1.48/100)]^{39} = \mathbf{505730 \text{ hab}}$$

b-) Les besoins domestique

$$Q_{cons} = 150 * 10^{-3} * 505730 = \mathbf{75860 \text{ m}^3/\text{j}}$$

c-) Le débit de consommation totale donc est :

$$Q'_{con} = 75860 * 1.15 = \mathbf{87239 \text{ m}^3/\text{j}}$$

**a) Débit moyen journalier évacué (Q<sub>moy.j</sub>)**

$$Q_j = C_r * Q'_{con}$$

$$Q_j = 0.80 * 87239 = 69791 \text{ m}^3/\text{j}$$

Le débit total journalier est de : **Q<sub>j</sub> = 69791 m<sup>3</sup>/j.**

**b) Le débit moyen horaire (Q<sub>moy.h</sub>)**

$$Q_{moy.h} = Q_j/24$$

$$Q_{moy.h} = 69791/24 = 2908 \text{ m}^3/\text{h}$$

Le débit moyen horaire est : **Q<sub>moy.h</sub> = 2908 m<sup>3</sup>/h.**

**c) Le débit de pointe par temps sec (Q<sub>pts</sub>)**

$$Q_{moy.h} = 2908 \text{ m}^3/\text{h} = 807.7 \text{ L/s} \implies Q_{moy.h} > 2,8 \text{ L/s}$$

$$C_p = 1.5 + 2.5/\sqrt{807.7} = 1.58 \implies Q_{pts} = 1.58 * 2908 = 4595 \text{ m}^3/\text{h}$$

Le débit de pointe en temps sec est : **Q<sub>pts</sub> = 4595 m<sup>3</sup>/h.**

**d) Le débit de pointe en temps de pluie (Q<sub>ptp</sub>)**

$$Q_{ptp} = 3 * 4595 = 13785 \text{ m}^3/\text{h}$$

Le débit de pointe en temps de pluie est : **Q<sub>ptp</sub> = 13785 m<sup>3</sup>/h.**

**IV.A.2.2. Les charges polluantes**

**Horizon 2030**

➤ La charge de différents polluants est donnée par la relation suivante :

$$\text{La charge en matière polluante} = C * Q_j \text{ (kg/j)} \dots\dots\dots (IV.5)$$

Avec :

**C** : La concentration de la matière polluante dans l'eau à épurée en (mg/L)

**Q<sub>j</sub>** : Le débit total journalier entré à la STEP,  $Q_j = 55987\ 000\ \text{L/j}$

**a) La charge moyenne journalière en DBO<sub>5</sub> (L<sub>0</sub>)**

$$L_0 = C_{\text{DBO5}} * Q_j \quad \text{Avec} \quad C_{\text{DBO5}} = 326\ \text{mg/L}$$

La charge moyenne journalière en DBO<sub>5</sub> à l'horizon 2030 est :

$$L_0 = 326 * 10^{-6} * 55987\ 000 = 18\ 252\ \text{kg/j}$$

**b) La charge moyenne journalière en DCO (DCO<sub>0</sub>)**

$$\text{DCO}_0 = C_{\text{DCO}} * Q_j \quad \text{Avec} \quad C_{\text{DCO}} = 825\ \text{mg/L}$$

La charge moyenne journalière en DCO à l'horizon 2030 est :

$$\text{DCO}_0 = 825 * 10^{-6} * 55987\ 000 = 46\ 189\ \text{kg/j}$$

**c) La charge moyenne journalière en MES (MES<sub>0</sub>)**

$$\text{MES}_0 = C_{\text{MES}} * Q_j \quad \text{Avec} \quad C_{\text{MES}} = 356\ \text{mg/L}$$

La charge moyenne journalière en MES à l'horizon 2030 est :

$$\text{MES}_0 = 356 * 10^{-6} * 55987\ 000 = 19\ 931\ \text{kg/j}$$

**d) La charge moyenne journalière en azote (NTK)**

$$\text{NTK} = C_{\text{NTK}} * Q_j \quad \text{Avec} \quad C_{\text{NTK}} = 61\ \text{mg/L}$$

La charge moyenne journalière en Azotes à l'horizon 2030 est :

$$\text{NTK} = 61 * 10^{-6} * 55987\ 000 = 3415\ \text{kg/j}$$

**e) La charge moyenne journalière en Phosphore (P)**

$$P = C_P * Q_j \quad \text{Avec} \quad C_P = 13\ \text{mg/L}$$

La charge moyenne journalière en Phosphore à l'horizon 2030 est :

$$P = 13 * 10^{-6} * 55987\ 000 = 728\ \text{kg/j}$$

**Horizon 2045 (l'extension)**

Le même calcul sauf que le débit journalier est différent  $Q_j = 69791\ \text{m}^3/\text{j}$ .

**a) La charge moyenne journalière en DBO<sub>5</sub> (L<sub>0</sub>)**

$$L_0 = C_{DBO5} * Q_j \quad \text{Avec} \quad C_{DBO5} = 326 \text{ mg/L}$$

$$L_0 = 326 * 10^{-6} * 69791000 = 22751 \text{ kg/j}$$

**b) La charge moyenne journalière en DCO (DCO<sub>0</sub>)**

$$DCO_0 = C_{DCO} * Q_j \quad \text{Avec} \quad C_{DCO} = 825 \text{ mg/L}$$

$$DCO_0 = 825 * 10^{-6} * 69791000 = 57577 \text{ kg/j}$$

**c) La charge moyenne journalière en MES (MES<sub>0</sub>)**

$$MES_0 = C_{MES} * Q_j \quad \text{Avec} \quad C_{MES} = 356 \text{ mg/L}$$

$$MES_0 = 356 * 10^{-6} * 69791000 = 24845 \text{ kg/j}$$

**d) La charge moyenne journalière en azote (NTK)**

$$NTK = C_{NTK} * Q_j \quad \text{Avec} \quad C_{NTK} = 61 \text{ mg/L}$$

$$NTK = 61 * 10^{-6} * 69791000 = 4257 \text{ kg/j}$$

**e) La charge moyenne journalière en Phosphore (P)**

$$P = C_P * Q_j \quad \text{Avec} \quad C_P = 13 \text{ mg/L}$$

$$P = 13 * 10^{-6} * 69791000 = 907 \text{ kg/j}$$

Le tableau suivant résume les résultats de calcul de l'évaluation des débits et des charges polluantes pour les deux l'horizons (2030 & 2045).

**Tableau IV.1 : Données de base du projet de la STEP**

Paramètre	Unité	Horizon 2030	Horizon 2045
Équivalent habitant	EH	405 707	505 730
<b><u>Charge hydraulique</u></b>			
Débit journalier (Q <sub>j</sub> )	(m <sup>3</sup> /j)	55987	69791
Débit moyen horaire (Q <sub>moy. h</sub> )	(m <sup>3</sup> /h)	2333	2908
Coefficient de pointe par temps sec (C <sub>pts</sub> )	-	1,60	1,58
Débit de pointe par temps sec (Q <sub>pts</sub> )	(m <sup>3</sup> /h)	3733	4595
Coefficient de pointe par temps pluie (C <sub>ptp</sub> )	-	3	3
Débit de pointe par temps de pluie [Q <sub>ptp</sub> ]	(m <sup>3</sup> /h)	6999	13785
<b><u>Charge polluante</u></b>			
DBO <sub>5</sub> à l'entrée	(kg/j)	18252	22751
Concentration	(mg/L)	326	326
DCO à l'entrée	(kg/j)	46189	57577
Concentration	(mg/L)	825	825

Tableau IV.1 : Données de base du projet de la STEP (suite)

Paramètre	Unité	Horizon 2030	Horizon 2045
MES à l'entrée Concentration	(kg/j) (mg/L)	19931 356	24845 356
Azote N-NTK à l'entrée Concentration	(kg/j) (mg/L)	3415 61	4257 61
Phosphore à l'entrée Concentration	(kg/j) (mg/L)	728 13	907 13

#### IV.A.2.3. Performances exigées

La qualité de l'effluent traité par la filière de traitement doit respecter les caractéristiques suivantes.

Tableau IV.2 : Les caractéristiques exigées des eaux traitées

Paramètre	Unité	Concentration en (Mg/L)	Rendement minimum d'élimination (%)
<b>DBO<sub>5</sub></b>	Mg/L	≤ 30	≥ 90
<b>DCO</b>	Mg/L	≤ 90	≥ 80
<b>MES</b>	Mg/L	≤ 30	≥ 90
<b>NTK</b>	Mg/L	≤ 25	≥ 70

#### IV.A.3. Prétraitement

##### IV.A.3.1. Dégrillage

➤ Pour le calcul des paramètres de la grille, on utilise la méthode de KIRSCHMER.

##### a) Largeur de la grille

La largeur de la grille est donnée par l'expression suivante :

$$L = \frac{s \cdot \sin \alpha}{h_{\max} \cdot (1 - \beta) \cdot \alpha} \dots \dots \dots (IV.6)$$

Avec :

**L** : Largeur de la grille [m]

**S** : Surface de passage de l'effluent [m<sup>2</sup>]

**α** : Angle d'inclinaison de la grille par rapport à l'horizontale [60° à 80°]

$h_{max}$  : Hauteur maximum admissible de l'eau sur une grille,  $h_{max} = [0,15 \text{ à } 1,5 \text{ m}]$ .

$\beta$  : Fraction de surface occupée par les barreaux

$$B = \frac{d}{(d+e)} \dots\dots\dots(IV.7)$$

$d$  : Épaisseur des barreaux (cm)

$e$  : Espacement des barreaux (cm).

**Tableau IV.3** : Espacement et épaisseur des barreaux

Paramètre	Grille grossière	Grille fine
<b>d (cm)</b>	2	1
<b>e (cm)</b>	5	2

$\sigma$  : Coefficient de colmatage de grille

- Pour une grille manuelle,  $\sigma = (0,1 \text{ à } 0,3)$ .
- Pour une grille mécanique,  $\sigma = (0,4 \text{ à } 0,5)$

**a) Surface de passage de l'effluent**

$$S = \frac{Q_{pts}}{V} \dots\dots\dots(IV.8)$$

Avec :

$Q_{pts}$  : Débit de pointe en temps sec ( $m^3/s$ )

$V$  : Vitesse de passage à travers la grille (m/s)

- Pour un réseau séparatif ;  $v = (0,3 \text{ à } 1 \text{ m/s})$ .
- Pour un réseau unitaire ;  $v = (1,2 \text{ m/s})$ .

En remplaçant l'équation (IV.8) dans (IV.6), on trouve :

$$L = \frac{Q_{pts} \cdot \sin \alpha}{V \cdot h_{max} \cdot (1-\beta) \cdot \sigma} \dots\dots\dots(IV.9)$$

**Horizon 2030**

**a.1) Dimensionnement du dégrilleur grossier**

Le dimensionnement du dégrillage grossier est réalisé à l'aide des données suivantes.

**Tableau IV.4** : Les données de base de dimensionnement du dégrillage grossier

Paramètre	$Q_{pts}$ [ $m^3/s$ ]	$v$ [m/s]	$\alpha$ [°]	$h_{max}$ [m]	$d$ [cm]	$e$ [cm]	$\sigma$
<b>Valeur</b>	1.03	1,20	60	0,9	2	5	0,5

$$L = \frac{1.03 * \sin 60}{1.2 * 0.9 * (1 - 0.285) * 0.5} = 2.29 \text{ m}$$

$$S = \frac{1.03}{1.2} = 0.85 \text{ m}^2$$

**Horizon 2045**

Dans ce cas, les données de base de dimensionnement du dégrillage grossier sont les mêmes sauf le débit de pointe en temps sec qui égale  $Q_{pts} = 1.28 \text{ m}^3/\text{s}$ , alors :

$$L = \frac{1.28 * \sin 60}{1.2 * 0.9 * (1 - 0.285) * 0.5} = 2.87 \text{ m}$$

$$S = \frac{1.28}{1.2} = 1.07 \text{ m}^2$$

**a.2) Dimensionnement du dégrillage fin**

**Horizon 2030**

Le dimensionnement du dégrillage fin est réalisé à l'aide des données suivantes.

**Tableau IV.4** : Les données de base de dimensionnement du dégrillage fin

Paramètre	$Q_{pts} \text{ (m}^3/\text{s)}$	$v \text{ (m/s)}$	$\alpha \text{ (}^\circ\text{)}$	$h_{max} \text{ (m)}$	$d \text{ (cm)}$	$e \text{ (cm)}$	$\sigma$
Valeur	1.03	1.20	60	0,9	1	2	0,5

$$L = \frac{1.03 * \sin 60}{1.2 * 0.9 * (1 - 0.333) * 0.5} = 2.47 \text{ m}$$

$$S = \frac{1.03}{1.2} = 0.85 \text{ m}^2$$

**Horizon 2045**

Les données sont les mêmes pour le calcul d'un dégrillage fin à l'horizon 2045 sauf le débit de pointe en temps sec qui égale  $Q_{pts} = 1.94 \text{ m}^3/\text{s}$ , alors :

$$L = \frac{1.28 * \sin 60}{1.2 * 0.9 * (1 - 0.333) * 0.5} = 3.07 \text{ m}$$

$$S = \frac{1.28}{1.2} = 1.07 \text{ m}^2$$

**c) Calcul des pertes de charge**

KIRSCHMER a établi une relation entre la perte de charge et le coefficient de forme des barreaux et l'angle de la grille avec l'horizontale, elles peuvent être calculées par la formule suivante : [13]

$$\Delta H = F * \left(\frac{d}{e}\right)^{4/3} * \frac{V^2}{2g} * \sin \alpha \dots\dots\dots (IV.10)$$

Avec :

$\Delta H$  : La perte de charge (m)

$F$  : Le coefficient de forme des barreaux

$g$  : Accélération de la pesanteur ( $9,81 \text{ m/s}^2$ )

$d/e$  : Épaisseur des barreaux/espacement entre les barreaux (cm)

$V$  : vitesse d'écoulement dans la grille (1.2 m/s)

$\alpha$  : Angle d'inclinaison de la grille avec l'horizontal ( $\alpha = 60^\circ$ ).

Les valeurs de  $F$  dépendent de la forme des barreaux qui sont présentés dans le tableau suivant.

**Tableau IV.6** : Les valeurs de  $F$

Type des barreaux	F
Section rectangulaire	2,42
Section rectangulaire arrondie en semi-circulaire à l'amont	1,83
Section rectangulaire arrondie en semi-circulaire à l'amont et à l'aval	1,67
Section circulaire	1,79
Section ovoïde avec une grande largeur à l'amont	0,76

On prend  $F = 1,79$ . Le cas d'une section circulaire ;

**c.1) Cas d'un dégrilleur grossier**

$$\Delta H = 1.79 * \left(\frac{2}{5}\right)^{4/3} \frac{1.2^2}{2 * 9.81} * \sin 60 = 0,033 \text{ m} = 3,35 \text{ cm}$$

**c.2) Cas d'un dégrilleur fin**

$$\Delta H = 1.79 * \left(\frac{1}{2}\right)^{4/3} * \frac{1.2^2}{2 * 9.81} * \sin 60 = 0,045 \text{ m} = 4,5 \text{ cm}$$

**d) Calcul des volumes des déchets retenus au niveau des grilles**

**Horizon 2030**

**d.1) Grille grossière**

$V_{\max} = 15/5 = 3 \text{ L/EH/an}$ , pour  $N = 405707 \text{ EH}$  à l'horizon 2030, le  $V_{\max}$  des déchets sera :

$$V_{\max} = \frac{3 * 405707 * 10^{-3}}{365} = 3,33 \text{ m}^3/\text{j}$$

$V_{\min} = 12/5 = 2.4 \text{ L/EH/an}$ , pour  $N = 405707 \text{ EH}$  à l'horizon 2030, le  $V_{\min}$  des déchets sera

$$V_{\min} = \frac{2.4 * 405707 * 10^{-3}}{365} = 2,67 \text{ m}^3/\text{j}$$

**d.1) Grille fine**

**Horizon 2030**

$V_{max} = 15/2 = 7,5$  L/EH/an, pour  $N = 405707$  EH à l'horizon 2030 le  $V_{max}$  des déchets sera :

$$V_{max} = \frac{7.5 * 405707 * 10^{-3}}{365} = 8.37 \text{ m}^3/\text{j}$$

$V_{min} = 12/2 = 6$  L/EH/an, pour  $N = 405707$  EH à l'horizon 2030 le  $V_{min}$  des déchets sera :

$$V_{min} = \frac{6 * 405707 * 10^{-3}}{365} = 6.67 \text{ m}^3/\text{j}$$

Le tableau ci-dessous résume les résultats de calcul des dégrilleurs.

**Tableau IV.7 : Les résultats de calcul des dégrilleurs**

Paramètre	Unité	Horizon 2030		Horizon 2045	
		Grille grossière	Grille fine	Grille grossière	Grille fine
Débit de pointe en temps sec ( $Q_{pts}$ )	m <sup>3</sup> /s	1.03	1.03	1.28	1.28
La hauteur d'eau ( $h_{max}$ )	m	0.90	0.90	0.90	0.90
Épaisseur des barreaux ( $d$ )	m	2	1	2	1
Espacement des barreaux ( $e$ )	cm	5	2	5	2
Largeur de la grille ( $L$ )	m	2.29	2.47	2.87	3.07
Surface ( $S$ )	m <sup>2</sup>	0.85	0.85	1.07	1.07
Pertes de charge ( $\Delta H$ )	m	0.033	0.045	0.033	0.045
Volume maximal des déchets ( $V_{max}$ )	m <sup>3</sup> /an	3.33	8.37	4.16	10.39
Volume minimal des déchets ( $V_{min}$ )	m <sup>3</sup> /an	2.67	6.67	3.33	8.31

**IV.A.3.2. Dessablage-déshuilage**

- **Dessablage** : Éliminer les solides des dimensions supérieures à 200 µm (sable, gravier) par décantation.
- **Déshuilage (dégraissage)** : Éliminer les huiles et graisses par flottation par injection de l'air de bas en haut de l'ouvrage.

On opte pour un bassin dessableur-déshuileur de type longitudinal à deux sections aérées pour séparer de l'eau le sable, les graviers, les huiles et graisse.

**a) Dimensionnement du bassin de dessableur-déshuileur**

Pour la décantation des particules, il faut vérifier la condition suivante :

$$\frac{L}{H} < \frac{V_e}{V_s} \quad \text{Ou} \quad V_e < V_s \dots \dots \dots (IV.11)$$

**L** : Longueur du bassin (m)

**H** : Profondeur du bassin (H = 3 m)

**Ve** : La vitesse horizontale (vitesse d'écoulement est  $V_e = 0.2$  à  $0.5$  m/s)

**Vs** : La vitesse de sédimentation (la vitesse  $V_s = 10$  à  $15$  m/h pour le débit de pointe en temps sec et  $V_e = 40$  à  $70$  m/h pour le débit de pointe en temps de pluie)

**L/H** : varier de 10 à 15

**ts** : le temps de séjour et compris entre 3 à 10 minutes au débit de pointe.

**Horizon 2030**

Les paramètres proposés pour le dimensionnement de l'ouvrage sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau IV.8** : Les paramètres proposés pour le dimensionnement de l'ouvrage

Paramètre	Q <sub>pts</sub> (m <sup>3</sup> /s)	H (m)	V <sub>e</sub> (m/s)	V <sub>s</sub> (m/s)	L/H	t <sub>s</sub> (min)
Valeur	1.03	3	0,3	0,0042	15	10

➤ **Le volume du bassin (V)**

$$V = Q_{pts} * t_s \dots\dots\dots (IV.12)$$

$$V = 1.03 * 10 * 60 = 618 \text{ m}^3$$

➤ **La surface horizontale (Sh)**

$$S_h = \frac{V}{H} \dots\dots\dots (IV.13)$$

$$S_h = \frac{618}{3} = 206 \text{ m}^2$$

➤ **La longueur (L)**

$$L/H = 15 \Rightarrow L = 15 * H = 15 * 3 = 45 \text{ m} \Rightarrow L = 45 \text{ m}$$

➤ **La largeur (l)**

$$S_h = L * l$$

$$l = \frac{S_h}{L} = \frac{206}{45} = 4 \text{ m}$$

➤ **Le volume d'air à insuffler dans le dessableur**

La quantité d'air à insuffler varie de 1 à 1,5 m<sup>3</sup> d'air/m<sup>3</sup> d'eau.

$$q_{air} = Q_{pts} * V \dots\dots\dots (IV.14)$$

$V$  : Volume d'air à injecter ( $m^3$ ), on prend  $V = 1,5 m^3$

$Q_{pts}$  : débit de pointe en temps sec ( $m^3/s$ )

$q_{air} = 1.03 * 1.5 = 1.55 m^3/s = 5580 m^3 d'air/h.$

➤ **Vérification de la condition de dimensionnement**

$$\frac{L}{H} < \frac{V_e}{V_s} \quad \Rightarrow \quad \frac{45}{3} < \frac{0.3}{0,0042}$$

Donc :  $15 < 71.42$  la condition de dimensionnement est vérifiée.

**Horizon 2045**

Les paramètres proposés sont les mêmes pour le dimensionnement de l'ouvrage à l'horizon 2030 sauf le débit de pointe en temps sec qui égale  $Q_{pts} = 1.28 m^3/s$ , alors :

➤ **Le volume du bassin (V)**

$$V = 1.28 * 10 * 60 = 768 m^3$$

➤ **La surface horizontale ( $S_h$ )**

$$S_h = \frac{768}{3} = 256 m^2$$

➤ **La longueur (L)**

$$L = 15 H = 15 * 3 = 45 m$$

➤ **La largeur (l)**

$$l = \frac{256}{45} = 6 m$$

➤ **Le volume d'air à insuffler dans le dessableur**

$q_{air} = 1.28 * 1,5 = 1.92 m^3/s = 6912 m^3 d'air/h$

**b) Calcul des quantités des matières éliminées par le dessableur**

Le dessableur élimine 80 % de la matière minérale existant dans les eaux usées. La matière minérale représente 20 % de la charge en matière en suspension (MES), les 80 % restants, représentent les matières volatiles en suspension (MVS). Partant de ces hypothèses, on trouve :

**Horizon 2030**

**MES = 80 % MVS + 20 % MM**

Les matières minérales totales

$$MM = 0,20 * 19931 = 3986 kg/j$$

Les matières volatiles en suspension

$$MVS = 0,80 * 19931 = 15945 \text{ kg/j}$$

Les matières minérales éliminées

$$MM_e = 0,80 * 3986 = 3188 \text{ kg/j}$$

Les matières minérales à la sortie

$$MM_s = 0.20 * 3986 = 797 \text{ kg/j}$$

MES sortant du dessableur

$$MES_s = 15945 + 797 = 16742 \text{ kg/j}$$

Le tableau suivant résume les résultats de dimensionnement du dessableur-déshuileur pour les deux horizons.

**Tableau IV.9 : Dimensionnement du dessableur-déshuileur**

Paramètre	Unité	Horizon2030	Horizon 2045
Surface horizontale ( <b>Sh</b> )	m <sup>2</sup>	247.2	307.2
Volume ( <b>V</b> )	m <sup>3</sup>	1236	1536
Hauteur ( <b>H</b> )	m	5	5
Longueur ( <b>L</b> )	m	75	75
Largeur ( <b>I</b> )	m	3.3	4.09
Temps de séjour par temps sec ( <b>t<sub>s</sub></b> )	min	20	20
Quantité d'air à injecter ( <b>q<sub>air</sub></b> )	m <sup>3</sup> d'air/h	5580	6912
Les matières minérales totales ( <b>MM</b> )	kg/j	3986	4969
Les matières volatiles en suspension ( <b>MVS</b> )	kg/j	15945	19876
Les matières minérales éliminées par le dessableur ( <b>MM<sub>e</sub></b> )	kg/j	3188	3975.2
Les matières minérales à la sortie de dessableur ( <b>MM<sub>s</sub></b> )	kg/j	797	993.8
Les matières en suspension à la sortie de dessableur ( <b>MES<sub>s</sub></b> )	kg/j	16742	20870

#### IV.A.4. Traitement secondaire

Le procédé proposé est basé sur le principe des boues activées à faible charge ; il est classé selon leur charge volumique ( $C_v$ ) et leur charge massique ( $C_m$ ). Après le calcul de rendement d'élimination, on peut justifier le choix du procédé et déterminer les valeurs des charges à partir le tableau suivant.

##### ➤ Rendement d'élimination

$$R = \frac{\text{concentration de DBO}_5 \text{ à l'entrée} - \text{concentration de DBO}_5 \text{ à la sortie}}{\text{concentration de DBO}_5 \text{ à l'entrée}}$$

$$R = \frac{326-30}{326} * 100 = 0.91 = 91\%.$$

**Tableau IV.10 :** Classement des réacteurs biologiques selon leurs rendements et leurs charges

Type	Charge volumique (kg DBO <sub>5</sub> /j/m <sup>3</sup> )	Charge massique (kg DBO <sub>5</sub> /kg MVS/j)	Rendement (%)
Faible charge	0,3 – 0,8	0,1 – 0,2	> 90 %
Moyenne charge	0,8 – 1,8	0,2 – 0,5	90 %
Forte charge	1,8	0,5-1	80 % - 90 %

**Remarque**

Pour notre cas, le rendement d'élimination (R > 90 %), donc on est en face d'un traitement à boues activées à faible charge.

- Une charge massique : 0,1 < C<sub>m</sub>< 0,2 (kg DBO<sub>5</sub>/kg MVS/j)

On prend une charge massique : C<sub>m</sub> = 0,2 kg DBO<sub>5</sub>/Kg MVS/j

- Une charge volumique : 0,3 < C<sub>v</sub>< 0,8 (kg DBO<sub>5</sub>/j/m<sup>3</sup>)

On prend une charge volumique : C<sub>v</sub> = 0,6 kg DBO<sub>5</sub>/j/m<sup>3</sup>.

**IV.A.4.1. Dimensionnement du bassin d'aération**

Le bassin d'aération est un réacteur biologique dans lequel s'effectue l'élimination de la matière organique par les micro-organismes aérobies. Il constitue un élément fondamental de la filière boues activée. Le bassin d'aération choisi est de forme rectangulaire où arrivent les eaux usées prétraitées.

**Horizon 2030**

**a) Dimensions du bassin d'aération**

**Le volume total du bassin**

$$C_v = \frac{L_0}{V} \dots\dots\dots(IV.15)$$

C<sub>v</sub> : La charge volumique en (kg DBO<sub>5</sub>/j/m<sup>3</sup>)

$L_0$  : La charge en DBO<sub>5</sub> à l'entrée du bassin d'aération en (kg DBO<sub>5</sub>/j)

$V$  : le volume du bassin en (m<sup>3</sup>)

Donc :

$$V = \frac{L_0}{C_v} \Rightarrow V = 18252/0,6 = 30420 \text{ m}^3$$

➤ **La hauteur du bassin**

Elle est prise généralement entre 3 et 5 m. Soit  $H = 4 \text{ m}$

➤ **Surface horizontale du bassin**

$$S_h = \frac{V}{H} \Rightarrow S_h = \frac{30420}{4} = 7605 \text{ m}^2$$

➤ **Longueur et largeur du bassin**

Si on prend :  $L = 2 l$

$$S_h = L * l = 2 * l^2 \qquad l = \sqrt{\frac{S_h}{2}} = \sqrt{\frac{7605}{2}} = 61 \text{ m}$$

$$L = 2 * 61 = 122 \text{ m}$$

**Le temps de séjour**

$$t_s = \frac{V}{Q_{pts}} = \frac{30420}{3733} = 8 \text{ h}$$

**b) Les charges**

➤ **La charge en DBO<sub>5</sub> à la sortie du bassin**

Selon les normes, la concentration ( $S_s$ ) à la sortie sera égale à 30 mg/L de DBO

$$L_s = S_s * Q_j \Rightarrow L_s = (30 * 10^{-6} * 10^3) * 55987 = 1679 \text{ DBO}_5/\text{j}$$

➤ **La charge polluante en DBO<sub>5</sub> éliminée**

$$L_e = L_0 - L_s \qquad L_e = 18252 - 1679 = 16573 \text{ kg/j}$$

➤ **La masse de boues dans le bassin**

$$X_a = \frac{L_0}{C_m} \Rightarrow X_a = \frac{18252}{0,2} = 91260 \text{ kg(MVS)}$$

➤ **Concentration de boues dans le bassin**

$$[X_a] = \frac{X_a}{V} = \frac{91260}{30420} = 3 \text{ kg/m}^3$$

Avec :

$V$  : Volume total du bassin d'aération en (m<sup>3</sup>)

Tableau IV.11 : Résultats de calcul de l'aérateur

Paramètre	Unite	Horizon 2030	Horizon 2045
Débit journalier ( $Q_j$ )	m <sup>3</sup> /j	55987	69791
Le débit de pointe en temps sec ( $Q_{pts}$ )	m <sup>3</sup> /h	3733	4595
Le volume du bassin ( $V$ )	m <sup>3</sup>	30420	37918
La surface du bassin ( $S$ )	m <sup>2</sup>	7605	9480
Hauteur ( $H$ )	m	4	4
Longueur( $L$ )	m	122	136
Largeur ( $I$ )	m	61	68
Temps de séjour ( $t_s$ )	h	8	8
La charge en DBO5 éliminée dans le bassin ( $L_e$ )	kg/j	16573	20657
La charge en DBO5 à la sortie du bassin ( $L_s$ )	kg DBO5/j	1679	2094
Concentration de boues dans le bassin ( $[X_a]$ )	kg/m <sup>3</sup>	3	3
La masse de boues dans le bassin ( $X_a$ )	kg	91260	113755

### c) Les besoins en oxygène

Les bactéries constituant la boue activée ont besoin d'oxygène pour vivre et reproduction d'une part, et pour dégrader la pollution d'une autre part. Cet oxygène est apporté généralement par des aérateurs.

#### Horizon 2030

##### c.1) Besoins théorique en oxygène

La quantité théorique d'oxygène est la somme de celle nécessaire à la synthèse et celle nécessaire à la respiration endogène. Elle est donnée par la relation :

$$q_{O_2} = a' \cdot L_e + b' \cdot X_a + 4,3 \cdot N - 2,85 \cdot c' \cdot NDN \dots\dots\dots (IV.16)$$

$q_{O_2}$  : Besoin en oxygène en (kgO<sub>2</sub>/j).

$a'$  : Coefficient déterminant la fraction d'oxygène consommée pour fournir de l'énergie de synthèse, il dépend de la charge massique ( $C_m$ ).  $a' \approx 0,5 * (C_m)^{-0,12}$

$L_e$  : La charge en DBO<sub>5</sub> éliminée en (kg DBO<sub>5</sub>/j)

$b'$  : Coefficient cinétique de la respiration endogène.  $b' = 0,13 * (C_m)^{0,16}$

$X_a$  : Quantité de boues (MVS) présentes par jour dans le bassin d'aération en kg

4,3 : Taux de conversion de l'azote réduit en azote nitrique

NN : Flux d'azote à nitrifier (kg/J)

2,85 : Taux de conversion de l'azote

c' : Fraction de O2 des NO3- récupérée par dénitrification (entre 60-70%)

NDN : Flux d'azote à dénitrifier (kg/J).

$$a' = 0,5 * (C_m)^{-0,12} \quad a = 0,5*(0,2)^{-0,12} = 0,61$$

$$b' = 0,13 * (C_m)^{0,16} \quad b = 0,13 * (0,2)^{0,16} = 0,10$$

$$q_{O_2} = (0,61 * 16573) + (0,10 * 91260) + 4,3.3415 - 2,85.0.6.3415 = 28080.45 \text{ kgO}_2/\text{j}$$

**c.2) la quantité horaire d'oxygène nécessaire**

$$q_{O_{2h}} = \frac{q_{O_2}}{24} \quad q_{O_{2h}} = 28080.45/24 = 1170 \text{ kg O}_2/\text{h}$$

**c.3) la quantité d'oxygène nécessaire pour m<sup>3</sup> du bassin**

$$q_b = q_{O_2}/V \quad q_b = 28080.45/30420 = 0.92 \text{ kg/m}^3/\text{j}$$

Avec :

V : Volume total du bassin d'aération en (m<sup>3</sup>)

**Tableau IV.12 : Résultats de calcul des besoins en oxygène**

Paramètre	Unité	Horizon 2030	Horizon 2045
Besoin en oxygène (qO2)	kg O2/j	28080.45	29919.17
La quantité horaire d'oxygène nécessaire (qO2 h)	kg O2/h	1170	1246
La quantité d'oxygène nécessaire pour m <sup>3</sup> du bassin (qb)	kg/m <sup>3</sup> /j	0,92	0.98

**IV.A.4.2. Bilan des boues**

**a) Calcul de la quantité des boues en excès**

La quantité de boues en excès est déterminée par la formule d'Eckenfelder.

$$\Delta X = X_{min} + X_{dur} + a_m * L_e - b * X_a - X_{eff} \dots \dots \dots (IV.17)$$

X<sub>min</sub> : Boues minérales (20 % de MES<sub>s</sub>) en (kg/j)

X<sub>dur</sub> : Boues difficilement biodégradables (20 % de MVS) en (kg/j)



Notre cas,  $C_m = 0,2$

$I_m = 180$  (par interpolation dans la courbe  $C_m = f [I_m]$ )

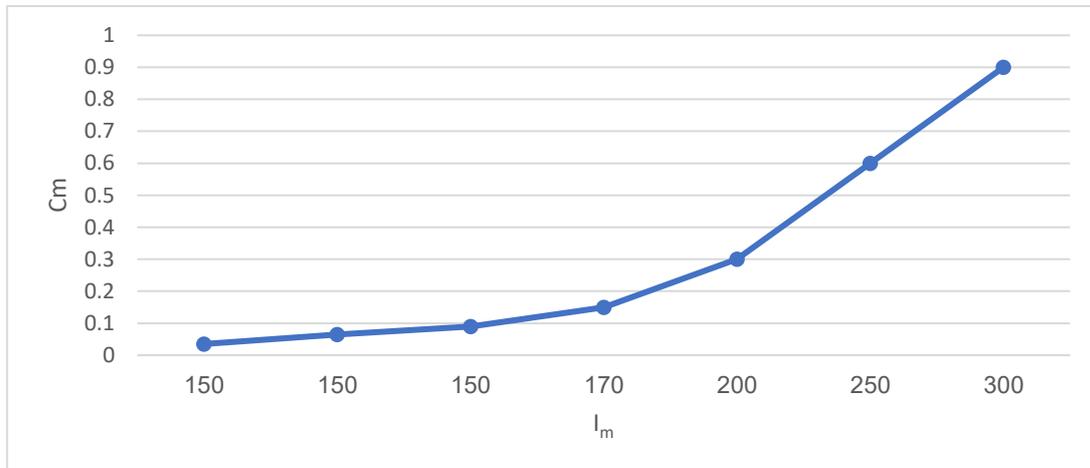


Figure IV.1 : Évolution de  $C_m$  en fonction de  $I_m$

Notre cas,  $C_m = 0,2$

$I_m = 180$  (par interpolation dans la courbe  $C_m = f (I_m)$ )

$X_m = 1200/180 = 6,67 \text{ kg/m}^3$

$Q_{excès}$  : Débit de boues en excès en ( $\text{m}^3/\text{j}$ ).

Ce débit est donné par :

$Q_{excès} = \Delta X / X_m \dots\dots\dots (IV.19)$

D'où :  $Q_{excès} = 8647/6,67 = 1296 \text{ m}^3/\text{j}$

**d) Débit spécifique par  $\text{m}^3$  du bassin :**

$q_{sp} = \Delta X / V \dots\dots\dots (IV.20)$

D'où :  $q_{sp} = 8647/30420 = 0.28 \text{ kg/m}^3/\text{j}$

**e) Le taux de recyclage**

$R = \frac{[Xa]}{\frac{1200}{I_m} - [Xa]} * 100 \dots\dots\dots (IV.21)$

**R** : Le taux de recyclage en (%)

**[Xa]** : Concentration de boues dans le bassin en ( $\text{kg/m}^3$ ).

$R = \frac{3}{6,67-3} * 100 = 81 \%$

**f) Débit de boues recyclées**

$Q_r = R * Q_j \dots\dots\dots (IV.22)$

$$Q_r = 0.81 * 55987 = 45349 \text{ m}^3/\text{j}$$

### g) Âge des boues

C'est le rapport entre la quantité de boues présentes dans le bassin d'aération et la quantité de boues retirées quotidiennement

$$A_b = \frac{X_a}{\Delta X} = \frac{91260}{8647} = 10.55 \text{ j}$$

$$A_b = 11 \text{ j}$$

**Tableau IV.14** : Résultats de bilan des boues

Paramètre	Unité	Horizon 2030	Horizon 2045
La quantité de boues en excès ( $\Delta x$ )	kg/j	8647	10265
Concentration des boues en excès ( $X_m$ )	kg/m <sup>3</sup>	6,67	6,67
Débit de boues en excès ( $Q_{excès}$ )	m <sup>3</sup> /j	1296	1540
Débit spécifique par m <sup>3</sup> du bassin ( $q_{sp}$ )	kg/m <sup>3</sup> /j	0,28	0,27
Le taux de recyclage en ( $R$ )	%	81	81
Débit de boues recyclées ( $Q_r$ )	m <sup>3</sup> /j	45349	56531
Âge des boues ( $A_b$ )	j	11	12

#### IV.A.4.3. Dimensionnement de clarificateur

Le clarificateur a pour but la séparation de l'eau et les boues. L'eau épurée est destinée vers le traitement tertiaire ou vers le milieu naturel, les boues déposées dans le clarificateur sont en partie recirculées vers le bassin d'aération, ou évacuée vers les installations de traitement de boues pour le cas des boues en excès (épaississement, déshydratation).

On opte pour un décanteur d'une forme circulaire, les principes de calcul du décanteur sont

➤ La charge superficielle (la vitesse ascensionnelle  $V_{as} = 0,1$  à  $1,25$  m/h), on prend

$$V_{as} = 1,2 \text{ m/h.}$$

➤ Le temps de séjour  $t_s = 2$  à  $3$  h, on prend  $t_s = 2$  h

➤ La hauteur du clarificateur  $H = 3$  à  $4$  m, on prend  $H = 3$  m

➤ On choisit deux chaînes d'épuration.

#### Horizon 2030

**a) La surface totale du clarificateur**

$$S = \frac{Q_{pts}}{V_{as}} \quad S = 3733/1,2 = 3110 \text{ m}^2$$

**b) Le volume total**

$$V = Q_{pts} * t_s \quad V = 3733 * 2 = 7466 \text{ m}^3$$

**c) Diamètre du clarificateur**

$$\text{Pour chaque clarificateur} \quad \Rightarrow D = \sqrt{\frac{4*V}{\pi*H}} = \sqrt{\frac{4*7466}{\pi*3}} = 56 \text{ m}$$

**Tableau IV.15 : Résultats de calcul du clarificateur**

Paramètre	Unité	Horizon 2030	Horizon 2045
Nombre	-	3	3
Débit de pointe en temps sec ( $Q_{pts}$ )	m <sup>3</sup> /h	3733	4595
volume total	m <sup>3</sup>	7466	9190
La surface totale	m <sup>2</sup>	3110	3829
la vitesse ascensionnelle ( $V_{as}$ )	m/h	1.2	1.2
Le diamètre pour chaque bassin ( $D$ )	m	56	62
La hauteur ( $H$ )	m	3	3
Le temps de séjour ( $t_s$ )	h	2	2

**IV.A.5. Traitement tertiaire**

C'est la dernière étape d'épuration des eaux usées qui vient suppléer les traitements primaire et secondaire. Le traitement tertiaire peut être de différente nature, tel que la désinfection. Dans ce présent chapitre, le traitement tertiaire abordé est la désinfection au chlore.

**IV.A.5.1. Dimensionnement du bassin de désinfection**

Le bassin de désinfection c'est un ouvrage rectangulaire. Les données principales du bassin de dimensionnement sont les suivants :

➤ Le temps de contact entre l'eau épurée et le chlore dans le bassin est  $t_c = 15$  à  $30$  min.

Soit  $t_c = 30 \text{ min} = 0,5 \text{ h}$

- La hauteur du bassin est  $H = 2$  à  $4$  m. Soit  $H = 3$  m.
- La longueur du bassin est  $L = 1$  à  $1,5$  de largeur ( $l$ ) du bassin. On prend  $L = 1,25 l$

**Horizon 2030****a) Le volume du bassin de désinfection ( $V$ )**

$$V = Q_{\text{pts}} * t_c \qquad V = 3733 * 0.5 = 1866.5 \text{ m}^3$$

**b) La surface horizontale ( $S_h$ )**

$$S_h = V/H \qquad S_h = 1866.5/3 = 622 \text{ m}^2$$

**c) Longueur ( $L$ ) et largeur ( $l$ ) du bassin**

$$\text{On a : } S_h = L * l \qquad S_h = 1,25 l * l$$

$$\text{donc } l = \sqrt{\frac{S_h}{1.25}} \qquad l = \sqrt{\frac{622}{1.25}} = 22.30 \text{ m}$$

$$\text{D'où } L = 1.25 * 22.3 = 27.90 \text{ m}$$

**Horizon 2045**

Les mêmes données pour le dimensionnement de l'ouvrage à l'horizon 2030 sauf le débit de pointe en temps sec qui égale  $Q_{\text{pts}} = 4595 \text{ m}^3/\text{h}$ , alors :

**a) Le volume du bassin de désinfection ( $V$ )**

$$V = Q_{\text{pts}} * t_c \qquad V = 4020 * 0,5 = 2010 \text{ m}^3$$

**b) La surface horizontale ( $S_h$ )**

$$S_h = 2010/3 = 670 \text{ m}^2$$

**c) Longueur ( $L$ ) et largeur ( $l$ ) du bassin**

$$\text{On a : } S_h = L * l \qquad S_h = 1,25 l * l$$

$$l = \sqrt{\frac{670}{1.25}} = 23.15 \text{ m}$$

$$\text{D'où } L = 1.25 * 23.15 = 28 \text{ m}$$

**IV.A.5.2. Dose du chlore à injecter**

Pour agir correctement, le chlore impose d'une part que l'eau soit préalablement bien épurée et d'autre part, qu'un temps de contact de 30 min soit respecté.

Les doses habituellement adoptées sont  $D = 5$  à  $10 \text{ g/m}^3$  de chlore.

On prend une dose  $D = 10 \text{ g/m}^3$  pendant un temps de contact de 30 min.

❖ La dose journalière du chlore ( $D_j$ )**Horizon 2030**

$$D_j = Q_j * D \quad D_j = 55987 * 10 * 10^{-3} = 559.87 \text{ kg/j}$$

**Horizon 2045**

$$D_j = Q_j * D \quad D_j = 69791 * 10 * 10^{-3} = 697.91 \text{ kg/j}$$

**Tableau IV.16 : Calcul du bassin de désinfection**

Paramètre	Unité	Horizon 2030	Horizon 2045
Débit de pointe en temps ( $Q_{pts}$ )	m <sup>3</sup> /h	3733	4595
Volume du bassin ( $V$ )	m <sup>3</sup>	1866.5	2298
Surface horizontale ( $S_h$ )	m <sup>2</sup>	622	766
Hauteur ( $H$ )	m	3	3
Longueur ( $L$ )	m	27.9	31.25
Largeur ( $I$ )	m	22.3	25
Le temps de contact ( $t_c$ )	h	0.5	0.5
La dose journalière du chlore ( $D_j$ )	kg/j	559.87	697.91

**IV.A.5.3. Traitement des boues**

Le traitement des boues a pour but de diminuer leur teneur en eau et à réduire de manière efficace leur charge polluante et fermentescible. Les boues sont des particules solides non retenues par les procédés de traitement de l'eau (dégradation et séparation des polluants de l'eau). Suivant leurs origines, on distingue :

- Les boues secondaires, biomasse en excès provenant du décanteur secondaire.
- Les boues stabilisées (digérées).

Ces boues se composent de matières organiques non dégradées (environ 75 %), de matières minérales, de micro-organismes et d'eau (environ 99 %).

#### IV.A.5.3.1. Choix de la filière de traitement

Ce choix repose sur plusieurs facteurs :

- Origine des boues
- Composition des boues
- Surface requise
- Économie de l'installation.

#### L'épaississement

Le premier stade de déshydratation permet de réduire un volume important des boues. L'épaississeur gravitaire le plus utilisé est soumis à la seule action de la force de gravité, il consiste en une décantation des boues humides dans une cuve cylindrique à fond conique qui est équipée d'un racleur à agitation lente, pour faciliter le glissement des boues vers le bas.

Les boues en excès sont pompées vers un ouvrage d'épaississement via une conduite de refoulement à partir de la fosse à boue où elles seront introduites au centre de l'ouvrage dans une jupe de répartition. [10]

#### Stabilisation des boues

Le traitement de stabilisation est indispensable afin d'assurer la réduction de leur pouvoir fermentescible.

Il existe divers types de stabilisation des boues :

- Stabilisation biologique aérobie ou anaérobie.
- Stabilisation chimique (ajout de flocculants tels que le chlorure ferrique, utiliser avec de la chaux).
- Stabilisation thermique.

#### Déshydratation des boues

La déshydratation qui correspond à une augmentation forte de siccité modifie l'état physique des boues, celles-ci passant de l'état liquide à l'état pâteux ou solide. Ces procédés permettent de séparer une partie de l'eau de façon à obtenir des boues plus épaisses dans un volume plus faible. La boue est déversée entre deux toiles filtrantes mises en rotation et progressivement rapprochées afin d'augmenter la pression de contact permettant d'éliminer l'eau au travers des toiles, et d'atteindre en sortie une siccité allant de 15 % à 20. [11]

#### IV.A.5.3.2. Dimensionnement de l'épaississeur

**Horizon 2030**

Il reçoit les boues issues du décanteur secondaire. La production journalière des boues est :

**a. Boues issues du décanteur secondaire ( $B_{II}$ )**

Elles représentent les boues en excès :  $B_{II} = \Delta X = 8647 \text{ kg/j}$

**b. Concentration des boues ( $X_{II}$ )**

$$X_{II} = X_m = 6,67 \text{ kg/m}^3$$

**c. Débit journalier de boues entrant dans l'ouvrage ( $Q_{BII}$ )**

$$Q_{BII} = \frac{B_{II}}{X_m} = Q_{\text{excès}} = 1296 \text{ m}^3/\text{j}$$

**d. Volume de l'épaisseur ( $V_e$ )**

$$V_e = Q_{BII} * t_s$$

$t_s$  : temps de séjour  $t_s = 2$  à  $10 \text{ j}$ , on prend  $t_s = 3 \text{ j}$

$$V_e = 1296 * 3 = 3888 \text{ m}^3$$

**e. Surface de l'épaisseur ( $S_e$ )**

$$S_e = \frac{V_e}{H}$$

$H$  : Hauteur de l'ouvrage  $H = 3$  à  $4 \text{ m}$ , on prend  $H = 3 \text{ m}$

$$D'où : S_e = 3888/3 = 1296 \text{ m}^2$$

**f. Diamètre de l'épaisseur ( $D$ )**

$$S_e = \frac{\pi D^2}{4} \Rightarrow D = \sqrt{\frac{4S_e}{\pi}} = \sqrt{\frac{4*1296}{\pi}} = 40 \text{ m}$$

**g. Débit de boues à la sortie de l'épaisseur ( $Q_{BE}$ )**

Après l'épaississement, les boues auront une concentration ( $C_{BE}$ ) de l'ordre de  $80$  à  $100 \text{ g/L}$ .

On prend  $C_{BE} = 90 \text{ g/L}$

$$Q_{BE} = \Delta X / C_{BE} \quad Q_{BE} = 8647/90 = 96.07 \text{ m}^3/\text{j}$$

Tableau IV.17 : Résultats de calcul de l'épaississeur

Paramètre	Unité	Horizon 2030	Horizon 2045
Boues issues du décanteur secondaire ( $\Delta X$ )	kg/j	8647	10265
La concentration des boues ( $X_{II}$ )	kg/m <sup>3</sup>	6.67	6.67
Le débit journalier de boues entrant dans l'ouvrage	m <sup>3</sup> /j	1296	1539
Volume de l'épaississeur ( $V_e$ )	m <sup>3</sup>	3888	4617
La surface de l'épaississeur ( $S_e$ )	m <sup>2</sup>	1296	1539
Le diamètre de l'épaississeur ( $D$ )	m	40	44
Hauteur ( $H$ )	m	3	3
Temps de séjour ( $t_s$ )	j	3	3
Débit de boues à la sortie de l'ouvrage ( $Q_{BE}$ )	m <sup>3</sup> /j	96.07	114

#### IV.A.5.3.3. Dimensionnement du digesteur aérobie

Les boues épaissies arrivent au digesteur avec une concentration de 80 g/l.

##### *Le débit des boues arrivant au digesteur*

$$Q_d = \frac{\Delta X}{80} = \frac{8647}{80} = 108 \text{ m}^3/\text{j.}$$

##### *Le temps de séjour du digesteur*

$$T_s = 175 * 10^{(-0.03 * t)} \quad \text{avec } t = 35^\circ\text{C}$$

$$T_s = 15 \text{ jours}$$

##### *Le volume du digesteur*

$$V_d = Q_d * T_s = 108 * 15 = 1620 \text{ m}^3$$

##### *Le diamètre du digesteur*

$$D_d = \sqrt{\frac{V_d * 4}{\pi * H}} \quad \text{on prend } H = 3 \text{ m}$$

$$D'où : D_d = \sqrt{\frac{1620 * 4}{\pi * 3}} = 26 \text{ m}$$

##### *La surface horizontale*

$$S_h = \frac{\pi * D^2}{4} = \frac{3.14 * 26^2}{4} = 530 \text{ m}^2$$

Tableau IV.18 : Résultats de calcul du digesteur

Paramètre	Unité	Horizon 2030	Horizon 2045
Le débit des boues arrivant au digesteur ( <b>Qd</b> )	m <sup>3</sup> /j	108	128
Volume du digesteur ( <b>Vd</b> )	m <sup>3</sup>	1620	1920
La surface horizontale du digesteur ( <b>Sh</b> )	m <sup>2</sup>	530	660
Le diamètre du digesteur ( <b>D</b> )	m	26	29
Hauteur ( <b>H</b> )	m	3	3
Temps de séjour ( <b>Ts</b> )	j	15	15

#### IV.5.3.4. Lits de séchage

Les boues épaissies sont épandues sur des lits pour y être déshydratées naturellement. Les lits sont formés d'aires délimitées par des murettes. Ils sont constitués d'une couche de sable disposée sur une couche support de gravier. Les drains, disposés sous la couche support, recueillent les eaux d'égouttage pour les ramener en tête de station. L'épaisseur maximale (H) de boues à admettre sur les lits de séchage est 40 cm.

Les opérations successives de remplissage d'un lit doivent être faites à intervalles rapprochés, soit 2 à 3 jours.

La durée de séchage est de 4 à 6 semaines suivant les climats et les saisons. Une largeur (b) optimum de 8 m et une longueur (L) de 20 à 30 m sont conseillées si le lit n'est alimenté qu'en un seul point. Nous avons choisi les dimensions suivantes :

$$b=10\text{m} ; L=30\text{m} ; h =0,3\text{m}$$

D'où le volume de boues épandues sur chaque lit :

$$V = b * L * h = 90 \text{ m}^3.$$

Le séchage des boues se fera quotidiennement avec une période de latence correspondant à la période d'enlèvement des boues séchées et de nettoyage des lits. Le volume des boues à extraire quotidiennement  $V_1$  est celui qui correspond à la quantité des boues à extraire qui est :

$$Q_f = MVS_s = 8647 \text{ kg/j}$$

La concentration des boues du stabilisateur varie entre 45 et 60 g/l. On prend 60 g/l.

$$V_1 = 8647 / 60 = 144 \text{ m}^3/\text{j}.$$

Nombre de lits nécessaires à chaque épandage :  $n \geq V_1/V = 144/90 = 2$

Volume des boues épandues par lit et par an :

Il est généralement admis que chaque lit sert 9 fois par an  $V_a = 9 \cdot 90 = 810 \text{ m}^3$ .

Le volume des boues à sécher par an :  $V_{ba} = V_1 \cdot 365 = 144 \cdot 365 = 52560 \text{ m}^3$ .

Nombre de lits nécessaires :  $N \geq V_{ba} / V_a = 52560 / 810 = 64 \text{ lits}$ .

Surface nécessaire :  $S = S_0 \cdot N$ .

Où :  $S_0$  : surface d'un lit de séchage :  $S_0 = L \cdot b = 30 \cdot 10 = 300 \text{ m}^2$ .

$$S_t = 300 \cdot 64 = 19200 \text{ m}^2$$

**Tableau IV.19** : Résultats de calcul du lit de séchage

<b>Paramètre</b>	<b>Unité</b>	<b>Horizon 2030</b>	<b>Horizon 2045</b>
Langueur ( <b>L</b> )	m	30	30
Largeur ( <b>b</b> )	m	10	10
Hauteur ( <b>h</b> )	m	0.3	0.3
Epaisseur ( <b>H</b> )	cm	40	40
Volume d'un lit <sub>1</sub> ( <b>V</b> )	m <sup>3</sup>	90	90
Le volume journalier des boues épandues ( <b>V<sub>1</sub></b> )	m <sup>3</sup>	144	171
Volume des boues épandues par lit et par an ( <b>V<sub>a</sub></b> )	m <sup>3</sup>	810	810
Volume de boues sécher par an ( <b>V<sub>bn</sub></b> )	m <sup>3</sup>	52560	62415
Nombre de lit ( <b>N</b> )	-	64	77
la surface totale des lits de séchage ( <b>S<sub>t</sub></b> )	m <sup>2</sup>	19200	23100

**Partie B : calcul hydraulique****IV.B.1. Introduction**

Le calcul hydraulique a pour but de déterminer les caractéristiques dimensionnelles des collecteurs reliant les ouvrages de la station d'épuration. D'où on peut faire le profil hydraulique à travers de la station qui revient à déterminer les niveaux d'eau dans les différents ouvrages et trouver ainsi la ligne piézométrique le long de la station.

Le profil hydraulique à travers consiste à calculer les différents niveaux d'eau le long de la chaîne de traitement, puis relier ces niveaux par une ligne appelée ligne piézométrique.

**IV.B.2. Côtes du terrain des zones d'implantation des ouvrages**

Les côtes sont représentées dans le tableau suivant.

**Tableau VI.20** : Côtes du terrain naturel des points d'implantation des ouvrages

Ouvrage	Côte terrain naturel (TN)
Prétraitement	+132,00
Bassin d'aération	+130.50
Clarificateur	+130.30
Bassin désinfection	+129,00
Comptage eau traitée (sortie)	+129,00

**IV.B.3. Dimensionnement des conduites reliant les différents ouvrages**

L'expression des pertes de charge est exprimée par la formule de DARCY WEISBACH.

$$\Delta H_T = \frac{K * L * Q^\beta}{D^m} = C_{PA} - C_{PB} \dots \dots \dots (IV.23)$$

Avec :

K : Coefficient de perte de charge

Q : Le débit transitant le tronçon,  $Q = Q_{pts}/2$  pour chaque filière d'épuration ( $Q = 0,45 \text{ m}^3/\text{s}$ )

L : Longueur de la conduite (m)

D : Diamètre de la conduite (m)

$\beta$  : Coefficient dépendant du régime d'écoulement

m : Coefficient dépendant du type de matériau de la conduite

$C_{PA}$  : Côte du plan d'eau au point A (m)

$C_{PB}$  : Côte du plan d'eau au point B (m).

**IV.B.3.1. Le diamètre**

Le diamètre est donné par la formule suivante

$$D = \sqrt[m]{\frac{K \cdot L \cdot Q^\beta}{C_p A - C_p B}} \dots\dots\dots (VI.24)$$

**Tableau VI.21 : Valeurs de K, m et β**

Matériau	K	m	β
Acier	0,00179 à 0,001735	5,1 à 5,3	1,9 à 2
Fonte	0,00179 à 0,001735	5,1 à 5,3	1,9 à 2
Amiante	0,00118	4,89	1,85
Ciment plastique	0,001052	4,774	1,77

Nous avons choisi le PEHD (Polyéthylène à haute densité), comme matériau pour notre conduite, car il présente une bonne caractéristique du point de vue dureté, étanchéité et résistance à la corrosion et faible rugosité.

Avec :

K = 0,001052

m = 4,774

β = 1,77

Les longueurs sont représentées dans le tableau suivant.

**Tableau IV.22 : Longueur de chaque tronçon**

Tronçon -1- : Répartiteur (sortie de dessableur) – Bassin d’aération	12
Tronçon -2- : Bassin d’aération – Clarificateur	87
Tronçon -3- : Clarificateur – Bassin désinfection	61
Tronçon -4- : Bassin désinfection - Comptage eau traitée	30

**IV.B.3.2. Calcul des côtes piézométriques des différents ouvrages**

On calcule les côtes piézométriques d’après la formule de Bernoulli qui est donnée par :

$$P_1/\rho g + V_1^2/2g + Z_1 = P_2/\rho g + V_2^2/2g + Z_2 + \Delta H_{1-2} \dots\dots\dots (VI.25)$$

Avec :

P<sub>1</sub>/ρg et P<sub>2</sub>/ρg : énergies de pression dans les sections (1) et (2).

V<sub>1</sub><sup>2</sup>/2g et V<sub>2</sub><sup>2</sup>/2g : : énergies cinétiques en (1) et (2).

$Z_1$  et  $Z_2$  : Côtes des points (1) et (2).

$\Delta H_{1-2}$  : pertes de charge dans le tronçon (1-2).

La variation de la vitesse est très faible, donc les énergies cinétiques peuvent être éliminées, d'où l'équation (VI.B.3) sera :

$$P_1/\rho g + Z_1 = P_2/\rho g + Z_2 + \Delta H_{1-2} \dots \dots \dots (VI.26)$$

On pose :  $P_1/\rho g = H_1$  et  $P_2/\rho g = H_2$

Donc :  $H_1 + Z_1 = H_2 + Z_2 + H_{1-2}$

$C_{P1} = H_1 + Z_1$  : Côte piézométrique au point (1).

$C_{P2} = H_2 + Z_2$  : Côte piézométrique au point (2).

$$C_{P1} = C_{P2} + \Delta H_{1-2}$$

**IV.B.3.3. Calcul des diamètres des conduites reliant les ouvrages et les côtes piézométriques**

**a. La conduite de Dessableur – Bassin d'aération (1-2)**

On a :

➤ La côte de radier de dessableur ( $C_r = 131.50$  m)

➤ La hauteur d'eau dans le dessableur ( $H = 3$  m)

D'où :  $C_{p1} = 134.50$  m

➤ La côte de radier du bassin d'aération ( $C_r = 130.40$  m)

➤ La hauteur d'eau dans le bassin d'aération ( $H = 4$  m)

D'où :  $C_{p2} = 134.40$  m

$L = 12$  m

➤ Diamètre

$$D = \frac{m \sqrt{K \cdot L \cdot Q^\beta}}{\sqrt{C_{p1} - C_{p2}}} \Rightarrow D = \frac{4.774 \sqrt{0.001052 \cdot 12 \cdot 0.45^{1.77}}}{\sqrt{134.5 - 134.4}}$$

$$D = 482 \text{ mm} \Rightarrow DN = 630 \text{ mm}$$

❖ Côte piézométrique

$$C_{p2}' = C_{p1}' - \frac{K \cdot L \cdot Q^\beta}{D^m} \Rightarrow C_{p2}' = 134.47 \text{ m}$$

**b. La conduite de Bassin d'aération – Clarificateur (2-3)**

$C_{p2}' = 134.47$  m

➤ La côte de radier de Clarificateur ( $C_r = 130.15$  m)

➤ La hauteur d'eau dans le clarificateur ( $H = 3$  m)

D'où :  $C_{p3} = 133.15$  m

L = 87 m

❖ Diamètre

$$D = \frac{m \sqrt{K \cdot L \cdot Q^\beta}}{\sqrt{Cp2 - Cp3}} \Rightarrow D = \frac{4.774 \sqrt{0.001052 \cdot 87 \cdot 0.45^{1.77}}}{\sqrt{134.47 - 133.15}}$$

$$D = 425 \text{ mm} \Rightarrow DN = 500 \text{ mm}$$

❖ Côte piézométrique

$$Cp3' = Cp2' - \frac{K \cdot L \cdot Q^\beta}{D^m} \Rightarrow Cp3' = 133.86 \text{ m}$$

**c. La conduite de Clarificateur – Bassin de désinfection (3-4)**

CP3' = 133.86 m

➤ La côte de radier du Bassin de désinfection (Cr = 128.85 m)

➤ La hauteur d'eau dans le Bassin de désinfection (H = 3 m)

D'où : Cp4 : 131.85 m

L = 61 m.

❖ Diamètre

$$D = \frac{m \sqrt{K \cdot L \cdot Q^\beta}}{\sqrt{Cp2 - Cp3}} \Rightarrow D = \frac{4.774 \sqrt{0.001052 \cdot 61 \cdot 0.45^{1.77}}}{\sqrt{133.86 - 131.85}}$$

$$D = 361 \text{ mm} \Rightarrow DN = 400 \text{ mm}$$

❖ Côte piézométrique

$$Cp4' = Cp3' - \frac{K \cdot L \cdot Q^\beta}{D^m} \Rightarrow Cp4' = 132.62 \text{ m}$$

**d. Bassin de désinfection - Comptage eau traitée (4-5)**

CP4' = 132.62 m

➤ La côte de radier du Bassin de désinfection (Cr = 128.5 m)

➤ La hauteur d'eau dans le Bassin de désinfection (H = 0.5 m)

D'où : Cp5 : 129 m

L = 30 m.

❖ Diamètre

$$D = \frac{m \sqrt{K \cdot L \cdot Q^\beta}}{\sqrt{Cp2 - Cp3}} \Rightarrow D = \frac{4.774 \sqrt{0.001052 \cdot 30 \cdot 0.45^{1.77}}}{\sqrt{132.62 - 129}}$$

$$D = 687 \text{ mm} \Rightarrow DN = 800 \text{ mm}$$

## ❖ Côte piézométrique

$$C_{p5}' = C_{p4}' - \frac{K*L*Q^\beta}{D^m} \Rightarrow C_{p5}' = 131.10 \text{ m}$$

**Tableau IV.23** : Récapitulatif des différentes côtes des ouvrages de la STEP

Désignation	Côte Terrain (m)	Côte Radier (m)	Hauteur D'eau (m)	Côte Piézométrique (m)
Dessableur-déshuileur	132	131.50	3	134.40
Bassin d'aération	130.50	130.40	4	134.47
Clarificateur	130.30	130.50	3	133.86
Bassin de désinfection	129	128.85	3	132.62
Comptage eau traitée	129	128.50	0.35	131.10

**Partie C : aspect économique****IV.C.1. Introduction**

Après avoir terminé d'établir les différentes chaînes de traitement d'eau usée, on doit faire une évaluation économique du coût.

Le coût estimatif du projet est rétabli sur la base du coût du mètre cube (m<sup>3</sup>) d'eau épurée par la station.

Ce coût est composé de :

➤ **Le coût d'investissement**

Coût des travaux de génie civil (terrassement et coût des ouvrages en béton).

Les équipements (racleurs, turbine, pompes aérateurs, tuyauterie...).

$$C_{ti} = C_{gc} + C_{eq} + C_{vrd}$$

➤ **Le coût de fonctionnement**

Coût d'exploitation courante.

Coût de renouvellement du matériel électromécanique.

Frais financiers et de la main d'œuvre

**IV.C.2. Coût de dimensionnement choisi (faible charge)****IV.C.2.1. Coût d'investissement****Coût de terrassement**

L'épaisseur de la couche végétale sera estimée à 30 cm

Le prix du mètre cube de terrassement sera évalué à 150 DA.

On calculera le volume de la couche végétale par l'expression

$$V = 0,3 * Sh_i$$

Sh<sub>i</sub> : Surface horizontale de l'ouvrage considéré.

Le coût d'un ouvrage sera donc :

$$C = 150 * V \quad \text{avec } V : \text{Volume de terrassement de l'ouvrage considéré}$$

**Tableau IV.24** : Le coût de terrassement de chaque ouvrage

Ouvrages	Nombre	Volume (m <sup>3</sup> )	Coût (DA)
– Dessableur-déshuileur	1	54	8100
-Bassin d'aération	4	8930.4	1339560
-Décanteur secondaire	3	2799	419850
-Bassin de désinfection	3	561	84150
-Épaississeur	1	376.8	56520
-Digesteur	1	159	23850
- Lit de séchage	64	5760	864000

Donc le coût total du terrassement est  $C_t = 2\,796\,030$  DA

➤ **Coût de Béton armé :**

▪ Le coût du mètre cube de béton est estimé actuellement  $P_u = 17000$  DA

▪ Le coût du béton sera donc :  $C_b = P_u * V_{tb}$

-Épaisseur des murs des ouvrages  $e_m = 0,15$  à  $0,4$  m on prend  $e_m = 0,15$  m

-Épaisseur du radier des ouvrages est prise  $e_r = 0,3$  à  $0,4$  m on prend  $e_r = 0,3$  m

-Le mètre cube de béton contient en moyen (40 à 100) kg de fer.

-Le kilogramme de fer coûte actuellement 90 DA

-nous prenons la valeur 80 kg de fer/m<sup>3</sup> de béton

▪ Le coût de béton ferrailé est de :

$$C_t = C_b + C_f$$

$$C_b = 17000 \text{ DA}$$

$$C_f = 90 * 80 = 7200 \text{ DA}$$

$$C_t = 24200 \text{ DA}$$

Le volume du béton total pour chaque ouvrage est la somme de deux volumes :

$V_{br}$  : Volume du béton pour le radier de chaque ouvrage  $V_{br} = e_r * S_h$

$V_{bm}$  : Volume du béton des murs de chaque ouvrage  $V_{bm} = e_m * P * H$

Avec :

P : périmètre de l'ouvrage

H : hauteur de l'ouvrage

**Tableau IV.25 :** Le coût du béton armé de chaque ouvrage

Ouvrages	Nombre	$V_{bm}$	$V_{br}$	Volumes	Cout Cbf
<b>Dessableur-déshuileur</b>	1	88.2	54	142.2	3441240
- <b>Bassin d'aération</b>	4	1744.8	8930.4	10675.2	258339840
- <b>Décanteur secondaire</b>	3	148.35	2799	2947.35	71325870
- <b>Bassin de désinfection</b>	3	124.2	561	685.2	16581840
- <b>Épaississeur</b>	1	101.1	376.8	477.9	11565180
- <b>Digesteur</b>	1	123	159	282	6824400
- <b>lits de séchages</b>	64	307.2	5760	6067.2	146826240

Donc le coût total du béton armé est  $C_{t_{ba}} = 514\,904\,610$  DA.

➤ **Coût total du génie civil**

Le coût total du génie civil est la somme des deux coûts calculés précédemment :

$$C_{gc} = C_t + C_{t_{ba}} = 2\,796\,030 + 514\,904\,610 = 517\,700\,640 \text{ DA}$$

➤ **Coût des VRD**

Le coût des VRD est estimé à 25 % du coût du génie civil donc :

$$C_{VRD} = 0,25 \cdot C_{gc} = 0,25 \cdot 517\,700\,640 = 129\,425\,160 \text{ DA}$$

➤ **Coût des équipements électromécaniques et électriques et d'installations hydromécaniques**

Il est estimé à 40 % du  $(C_{gc} + C_{VRD})$

$$C_{\text{éq}} = 0,4 (517\,700\,640 + 129\,425\,160) = 258\,850\,320 \text{ DA}$$

➤ **Coût total des investissements de la station**

$$C_{ti} = C_{gc} + C_{VRD} + C_{\text{éq}} = 517\,700\,640 + 129\,425\,160 + 258\,850\,320 = 905\,976\,120 \text{ DA}$$

#### IV.C.2.2. Coût de fonctionnement

➤ **Le coût de mains-d'œuvre**

Le coût de main d'œuvre est estimé à 5 % du coût d'investissement

$$C_{mo} = 0,05 \cdot C_{ti} = 0,05 \cdot 905\,976\,120 = 45\,298\,806 \text{ DA}$$

➤ **Le coût de l'énergie (consommation électrique)**

Les frais d'énergie sont calculés par l'expression suivante :  $C_e' = P_u \cdot E_c$

$P_u$  : prix unitaire du kWh,  $P_u = 4,18 \text{ DA}$

$E_c$  : énergie totale consommée (kWh), telle que :  $E_c$  est estimé à  $1,5 \text{ kWh/m}^3$

$$C_e' = Q \cdot P_u \cdot E_c$$

$Q$  : le débit annuel qui sera traité en l'an 2040 qui est égal à  $55987 \text{ m}^3/\text{j}$

$$C_e = 55987 \cdot 365 \cdot 4,18 \cdot 1,5 = 128\,129\,048,9 \text{ DA/an}$$

➤ **Le coût des réactifs chimiques**

– Le prix de  $\text{m}^3$  d'eau de javel est de  $3549,87 \text{ DA/m}^3$

– Le prix de  $\text{m}^3$  de chlore est de  $14\,894,72 \text{ DA/m}^3$

➤ **Calculons le prix annuel du chlore**

– La masse annuelle

$$MA = 559,87 \cdot 365 = 204352,25 \text{ kg/an} = 204,35 \text{ T/an}$$

➤ Le coût annuel est de

$$C_{aj} = MA \cdot P_u = 204,35 \cdot 14\,894,72 = 3\,043\,774 \text{ DA/an}$$

Calculons le prix annuel de l'hypochlorite « Naclo »

$$C_{ah} = V_a \cdot P_u = 45 \cdot 3549,87 = 159\,744,15 \text{ DA/an}$$

➤ **Le coût de renouvellement du matériel électromécanique**

Il est estimé à 5 % du coût d'investissement total

$$C_{rm} = 0,05 \cdot 905\,976\,120 = 45\,298\,806 \text{ DA}$$

**IV.C.2.3. Le coût des frais financiers**

Il est estimé à 5 % du coût d'investissement total

$$C_{ff} = 0,05 \cdot 905\,976\,120 = 45\,298\,806 \text{ DA}$$

➤ **Le coût de fonctionnement total :**

$$C_{ft} = C_{mo} + C_e + C_{aj} + C_{rm} + C_{ff}$$

$$= 45\,298\,806 + 128\,129\,048,9 + 3\,043\,774 + 45\,298\,806 + 45\,298\,806$$

$$C_{ft} = 267\,069\,240,9 \text{ DA}$$

**IV.C.2.4. Calcul du prix du m<sup>3</sup> d'eau traitée**

Le volume total annuel d'eau traité en l'an 2030 est de :

$$V_a = 365 \cdot 55987 = 20\,435\,255 \text{ m}^3/\text{an}$$

➤ **Le coût d'amortissement annuel**

$C_{aa} = C_{ti}/t$  avec  $t$  : durée d'amortissement  $t = 30$  ans

$$C_{aa} = 905\,976\,120 / 30 = 30\,199\,204 \text{ DA}$$

➤ **Le coût total de la station :**

$$C_{tst} = C_{aa} + C_{ft} = 30\,199\,204 + 267\,069\,240,9$$

$$C_{tst} = 297\,268\,444,9 \text{ DA}$$

➤ **Le coût de m<sup>3</sup> d'eau épurée**

$$C_e = C_{tst}/V_a = 297\,268\,444,9 / 20\,435\,255$$

$$C_e = 14 \text{ DA.}$$

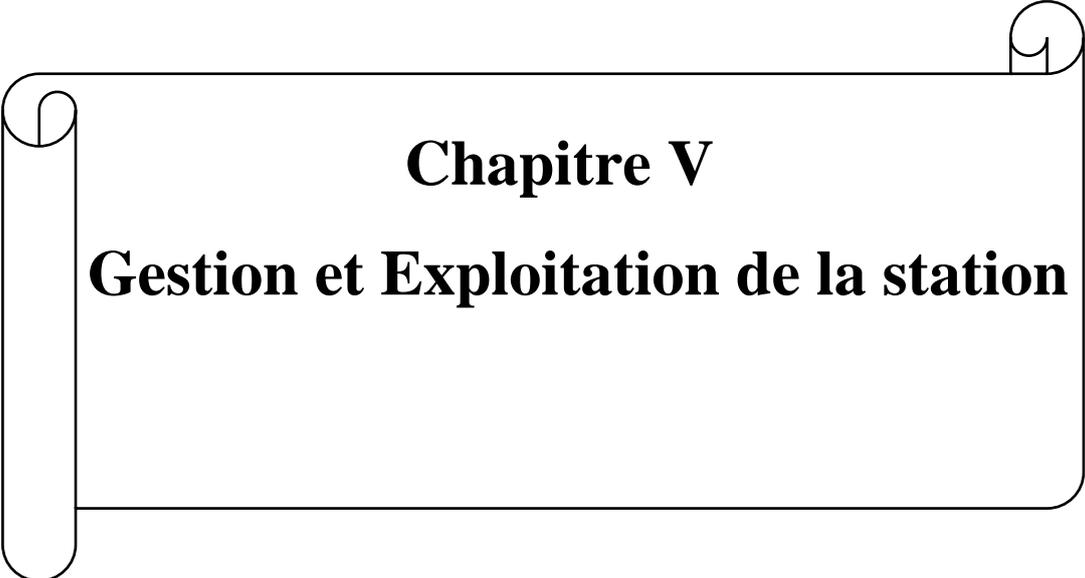
**VI.C.3 Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons dimensionné les différents ouvrages de la station d'épuration de l'agglomération du grande Blida pour les deux horizons (2030 et 2045) et calculé son devis estimatif.

Le procédé biologique choisi pour traiter les eaux résiduaires de cette zone est de type "Boues activées à faible charge".

Ce procédé présente de nombreux avantages à savoir :

- ✓ L'admission des eaux prétraitées sans décantation primaire des rendements d'éliminations dépassants les 80 %
- ✓ La possibilité de la nitrification dans le bassin d'aération
- ✓ Les boues produites sont stables, et ne nécessitent pas un traitement plus poussé et couteux.



**Chapitre V**  
**Gestion et Exploitation de la station**

### V.1. Introduction

Dans ce chapitre on va expliquer la gestion d'exploitation de la station, ses techniques et identifiés les impacts sur l'environnement ainsi que les mesures adéquates ;

### V.2. Gestion et entretien de la station

Le but de la station d'épuration ou bien la station de traitement des eaux polluées est de faire traiter les eaux usées provient afin de leur rejet ou réutiliser, cette opération est très difficile et compliquée nécessite une gestion précise et régulière pour bien contrôler les équipements de la station donc la gestion de la STEP est l'ensemble des techniques et moyens faire par des techniciens et des agents pour le fonctionnement correct et efficace de la station.

Elle consiste donc à :

- Relever les compteurs et indicateurs de fonctionnement.
- Réaliser les simples tests d'analyses et leurs interprétations.
- Régler l'aération, la recirculation et l'extraction des boues.
- Tenir un journal de bord.
- Planifier les tâches d'entretien et de maintenance

#### V.2.1. Établissement *de* documents

Une station d'épuration comportant des appareillages de diverses natures, il est indispensable d'établir, au préalable, un nombre de documents permettant une organisation rationnelle de leur entretien.

##### V.2.1.1. Documents d'ordre des opérations à effectuer

Les documents permettant de déterminer les opérations à effectuer et d'on ordonner l'exécution sont :

- Un tableau général du matériel : les caractéristiques et les organes de chaque appareil y sont mentionnés.
- Les fiches d'entretien par appareil : les fiches d'entretien établies pour chaque appareil doivent indiquer toutes les opérations à y effectuer avec mention de leur fréquence.

##### V.2.1.2. Documents de contrôle

- Les feuilles de temps de marche mentionnent les temps de marche journaliers et éventuellement, la puissance absorbée.

- Les fiches de contrôle qui permettant d’apprécier les baisses de rendement et de déterminer le moment opportun de remplacement.

Des rapports d’exploitation détaillés sont indispensables pour contrôler la marche de la station la comparaison des rapports mensuels s’étendant sur de longue période, permet de constater les variations dues aux changements de population, de la station, de méthodes d’exploitation ou d’autres facteurs.

**V.2.2. Moyens et techniques d’exploitation de la station**

**V.2.2.1. Moyens humains**

La complexité de la plupart des ouvrages d’épuration nécessite un personnel qualifié et spécialisé en la matière.

Le tableau suivant explique comment les gens et les techniciens faire pour le bon fonctionnement de la station d’épuration :

**Tableau V.1 : Les rôles des personnels dans la STEP.**

Personnels	Rôles
– Le chef de la station	– Tâche administrative (organisation du personnel).
– Technicien de laboratoire	– Responsable sur les analyses et l’échantillonnage.
– Électromécanicien	– Dépannage de toutes les filières (eau et boues) peut devenir chef d’exploitation d’une filière sophistiquée.
– Des ouvriers	Entretiens des filières simples
– Agent d’exploitation	– l’entretien et l’exploitation des différents ouvrages épuratoires. – Assure l’ensemble des opérations
– Des gardiens	– Assure la sécurité de la STEP

**V.2.3. Mesures et contrôles à effectuer au niveau de la station d’épuration**

Dans le cadre de l’exploitation et la gestion de la station, un certain nombre de mesures et contrôles doivent être effectués, dont les principaux sont :

- Mesure de débit
- Mesure de PH
- Mesure de la DCO
- Mesure de la DBO5
- Mesure de la quantité d’oxygène dissous.

- Recherche des substances toxiques.
- Mesure concernant les boues

Pour obtenir un réglage adéquat de la station d'épuration, on doit jouer essentiellement sur :

- Le taux de recirculation des boues.
- Le taux d'aération.
- Le taux des boues en excès.

Pour régler ces paramètres on aura besoin de savoir :

- la teneur en oxygène dans le bassin d'aération.
- Le pourcentage de boues dans le bassin d'aération.
- La teneur des MVS dans le bassin d'aération.

#### **V.2.4. Contrôles et suivis effectués au niveau de la station d'épuration**

Chaque contrôle journalier doit toujours être fait à la même heure pour être représentatif

##### **V.2.4.1. Contrôle de fonctionnement**

Le bon fonctionnement et la durée de vie d'une station d'épuration dépendent fortement de l'entretien de ses ouvrages. Il faut veiller donc au maintien en parfait état de propreté de l'ensemble de la station en nettoyant les rigoles, caniveaux, murs, etc.

Les ouvrages métalliques doivent être repeints en moyenne tous les cinq ans afin de les protéger contre la corrosion.

Les ouvrages en béton doivent être régulièrement inspectés. Les vérifications doivent porter sur l'étanchéité, la détection des fissures, les ruptures des joints de dilatation. Il faut lubrifier et graisser régulièrement tous les équipements mécaniques et électromécaniques et veiller à leur fonctionnement.

Pour les équipements immergés, une vidange une fois par ans des ouvrages où ils sont disposés est nécessaire pour leur entretien. Les équipements d'aération doivent être également inspectés régulièrement en nettoyant les orifices de diffusion de l'air.

Ce qui nous mène a exigé une attention distinctive afin d'assurer de façon continue l'épuration conforme des effluents. Elle doit s'exercer à plusieurs niveaux :

##### ➤ *Contrôle journalier :*

Ces contrôles peuvent être effectués par l'exploitant, différentes épreuves ou observations permettent d'apprécier la rationalisation de la conduite de la station d'épuration :

- le test de décantation et de turbidité.

- les odeurs.
- les couleurs des boues.
- le manque d’oxygène se fait sentir par une odeur désagréable, et une couleur de boue grise noire.

Afin de permettre des contrôles périodiques plus précis, il est important que l’exploitant tienne un journal de bord sur lequel il consignera les résultats des tests et les observations faites.

➤ *Contrôles périodiques :*

Le but essentiel de ces contrôles est d’attribuer aux résultats détenus préalablement des solutions fiables et d’apporter au maître de l’ouvrage les conseils nécessaires à une bonne exploitation en proposant toutes les améliorations ou rectifications qui s’imposent.

Les investigations complémentaires qu’il est souhaitable de mener dans le cadre de ces visites sont :

- une mesure de l’oxygène dans le bassin d’aération.
- une analyse des boues prélevées dans le bassin d’aération après un fonctionnement de 15 à 20 min des aérateurs, ayant pour objet de déterminer (la décantabilité, la teneur en MES, la teneur en MVS).
- une analyse de l’effluent épuré sur un prélèvement instantané, considérant que la quantité de l’effluent épuré varie généralement très peu dans une journée sur une station d’épuration
- une visite bilan au moins une fois par an qui consistera à effectuer un diagnostic complet du fonctionnement de la station, en effectuant notamment :
- des analyses sur l’effluent reçu par la station en 24h à partir de prélèvements, visant à déterminer les mêmes paramètres en fonction du débit.

## **V.2.5. Entretien des ouvrages**

### **V.2.5.1. Le dégrilleur**

- Les déchets seront évacués quotidiennement, le nettoyage des parois des grilles se fait par un jet d’eau et l’enlèvement des matières adhérentes putrescibles par les râpeaux.
- Noter les quantités des refus journaliers.
- Vérifier le niveau d’huile et de graisse des chaînes d’entraînement.
- Vérifier et assurer quotidiennement le bon fonctionnement électromécanique des râpeaux automatisés.

**V.2.5.2. Dessableur-Déshuileur**

- Maintenir quotidiennement le poste en état de propreté.
- Vérifier et assurer quotidiennement le bon fonctionnement de l'installation.
- Vérifier et assurer quotidiennement le bon fonctionnement du pont roulant et des procédés de raclage, suivi du déroulement complet d'un cycle de fonctionnement.
- Faire fonctionner 24/24 h le pont roulant et l'insufflation d'air.

**V.2.5.3. Bassin d'aération**

- Chaque jour contrôler et intervenir pour tous les équipements d'aération fonctionnement convenablement.
- Vérifier et entretenir les procédures automatiques de démarrage et d'arrêt des aérateurs.
- Noter les paramètres de fonctionnement (débit et oxygène).
  
- Mesurer et noter quotidiennement la charge en DBO5 entrante et la concentration des boues dans le bassin.

**V.2.5.4. Clarificateur**

- Maintenir le clarificateur en état de propreté.
- Vérifier tous les six mois le bon fonctionnement des dispositifs de pompes des écumes.
- Analyser contractuellement l'eau après clarification (DBO, DCO, MES).
- Vidanger tous les 5 ans les ouvrages pour contrôle et entretien des structures immergées.

**V.2.5.5. Désinfection des eaux épurées**

- Maintenir le poste en état de propreté.
- Respecter les procédures de mise en marche et d'arrêt des installations fournies par les constructeurs.
- Faire fonctionner régulièrement le circuit de secours de chloration.
- Ne jamais utiliser l'eau dans les circuits véhiculant du chlore.
  
- Au cours de toute intervention dans les locaux de stockage et dosage, respecter les consignes de sécurité.

**V.2.5.6. Epaisseur**

- Maintenir quotidiennement le poste en état de propreté.
- Mesurer quotidiennement la hauteur du voile de boues, le garde-boue ne doit pas être inférieur à 2 m.

- Contrôler et noter chaque jour le PH des eaux sur versées e et des boues épaissies.
- Relever les volumes des boues soutirées des épaisseurs.
- Vidanger tous les 5 ans les ouvrages pour contrôler les structures immergées.

**V.2.5.7. Lits de séchage**

- Préalablement à l'épandage des boues liquides, les lits de sable devront être soigneusement désherbés et ratissés afin de détisser la masse filtrante et la régulariser.
- Les quantités de boues à admettre sur les lits de séchage ne devront pas dépasser une épaisseur de 40 cm.
- Après deux à trois utilisations du lit, la couche superficielle est renouvelée par un sable propre.
- Tous les deux ans, il faut changer les lits de séchage (les lits seront refaits complètement les drains seront colmatés ou brisés).
- Entre deux épandages de boues, le lit pourra être protégé par un film plastique destiné à éviter la prolifération de la végétation et le tassement des matériaux filtrants par les précipitations.

**V.3. Impact sur l'hygiène et sécurité du personnel**

La station d'épuration prévue peut constituer une source de danger et de nuisance pour le personnel qui est amené à y travailler. Il est donc indispensable de prendre des précautions afin d'éviter les accidents suivants :

**V.3.1. Risques due à la circulation**

Les chutes et les glissades comptent parmi les accidents les plus fréquents. Elles sont généralement dues à l'absence de balustrades et à l'étroitesse des abords des bassins.

**V.3.2. Risques d'incendie et d'exploitation**

Les défaillances des dispositifs de protection électriques pourraient provoquer des incendies. Il n'y pas de gaz de digestion donc risque d'explosion est à éliminer.

**V.3.3. Risques mécaniques**

Les risques mécaniques résultant d'organes en mouvement, sont susceptibles d'entraîner des chocs, des cisaillements et des coupures.

#### **V.3.4. Risques dus aux réactifs**

Un certain nombre des réactifs qui seront utilisés dans le conditionnement des boues ou la désinfection de l'effluent épuré, avant rejet, sont fortement corrosifs. Les poussières de chaux sont susceptibles de porter atteinte au système respiratoire et aux yeux.

Les dangers du chlore sont également redoutables, quelques inhalations d'un mélange d'air et de chlore suffisent pour entraîner une mort immédiate.

#### **V.3.5. Risques d'infections**

Un contact direct avec l'eau usée et les boues peut provoquer des risques d'infections. Ceci serait d'autant plus prononcé, lors d'un mauvais fonctionnement de la station. En effet, il y a diffusion de produits tels que mousses et éléments pathogènes.

### **V.4. Étude d'impact sur l'environnement**

La présente étude d'impacts sur l'environnement vise à évaluer les perturbations sur les milieux physiques, biologiques, humains, ainsi que l'exploitation de la station d'épuration technique est susceptible d'entraîner et de proposer la solution environnementale optimale pour l'intégration de ce projet dans l'environnement et de cette étude, il s'agit également d'obtenir les autorisations environnementales nécessaires pour l'implantation et l'exploitation de ce projet

#### **V.4.1. Impact sur la qualité de vie de populations riveraines et la salubrité**

Les effets néfastes engendrés par le fonctionnement d'une STEP sont les suivantes :

- effets sonores.
- les émissions olfactives.
- les émissions polluantes.

#### **V.4.2. Impacts liés aux nuisances sonores**

Les nuisances sonores peuvent porter atteinte à l'équilibre social, physique et physiologique de l'individu. Les effets de la pollution sonore se caractérisent par :

- une diminution de l'acuité auditive.
- des difficultés au niveau de la communication.
- une diminution de l'efficacité des individus sur leur lieu de travail et un allongement du temps de réaction.
- des troubles de sommeil.

– une réaction des sensations subjectives de bien-être.

#### **V.4.3. Impact sur l'air**

Compte tenu de la nature du site d'exploitation de la future station d'épuration qui est un terrain alluvionnaire, les émissions de poussières qui seront engendrées par les travaux. Les déblaiements et terrassements seront minimes. Elles n'auront aucun effet sur la santé des ouvriers du chantier.

#### **V.4.4. Impacts liés aux nuisances olfactives**

Généralement, les odeurs qui s'échappent d'une installation de traitement des eaux usées sont des matières volatiles qui sont soit des composants de l'eau, soit des produits de décomposition gazeux. Toutes les émissions olfactives ayant lieu au cours des diverses phases de l'épuration des eaux usées et de traitement des boues dépendent largement de la composition de l'eau brute et de processus de traitement appliqué. Cependant, le procédé retenu pour le traitement des eaux résiduaires à faible charge ne génère pas à priori des odeurs désagréables fortes.

#### **V.4.5. Impacts liés aux émissions d'aérosols**

Dans une installation de traitement des eaux usées, la formation de l'aérosol concerne surtout les niveaux suivants :

- ouvrages de chute à ciel ouvert ;
- Secteurs d'admission et d'écoulement à fortes turbulences ;
- ensemble des bassins aérés (bassin de dessablement, de traitement biologique, etc.)

Dans les conditions normales d'exploitation et selon les connaissances actuelles dont nous disposons dans ce domaine, les aérosols ne possèdent aucun risque sanitaire à proximité des stations d'épuration.

#### **V.4.6. Impacts sur la ressource hydrique**

La collecte des eaux usées permettra d'éviter les maladies à transmission hydrique susceptibles d'apparaître.

La station d'épuration des eaux usées écarte les risques sur la santé provenant de la population bactérienne des eaux usées et met à la disposition des agriculteurs un volume d'eau épurée affecté à l'irrigation sans risque majeur sur la santé.

#### **V.4.7. Impacts liés à l'élimination des boues**

Les boues de la station d'épuration sont le résultat du traitement des eaux lors de l'élimination de la charge organique et minérale qu'elles contiennent. Elles sont représentées sous forme d'une suspension dans l'eau de matières minérales.

La qualité et les caractéristiques des boues produites dépendant non seulement des caractéristiques de l'effluent à traiter, mais du procédé de traitement choisi.

Tout rejet occasionnel ou accidentel des boues au milieu récepteur est plus préjudiciable qu'un rejet d'effluent brut en raison des risques accrus de sédimentation de MES. L'évacuation et le transport des boues d'épuration dans des camions, vu que le site d'implantation est à proximité de la route.

#### **V.4.8. Impacts liés à l'arrêt ou au mauvais fonctionnement de la station d'épuration**

Les facteurs pouvant engendrer un arrêt ou au mauvais fonctionnement de la station d'épuration seront dues :

- Au mauvais fonctionnement du procédé ou à des pannes l'appareillage.
- À une pollution accidentelle : rejet industriel sans aucun traitement préalable.
- À des erreurs humaines dans le contrôle de la station.
- À une faute de maintenance du système d'assainissement.

Tous ces facteurs contribuent à un rejet d'eau usée pareillement ou non traitée chargée en polluants divers et dont la qualité sera évidemment non conforme aux normes prescrites.

### **V.5. Mesures et recommandations**

Cette partie de l'étude traitera des mesures à envisager de façon à maîtriser et à réduire les impacts du projet sur l'environnement. Ces mesures se subdivisent en trois catégories :

#### **V.5.1. Mesures à prendre contre la pollution de l'air**

Il est indispensable qu'une station soit implantée loin d'habitation ou de ne laisser pas des habitations se construire trop près de la station. En effet, l'éloignement à prévoir doit dépasser les 300 m. Il est souhaitable que les contraintes correspondantes soient fixées ou confirmées par des documents d'urbanisme.

La réduction des émissions d'odeurs est possible si certaines conditions sont respectées :

- Un bon fonctionnement du réseau d'assainissement.
- Un bon dimensionnement des ouvrages de la STEP
- Limitation de la durée de stockage des sables et des refus de dégrillage.

### V.5.2. Mesures à prendre en cas de pollution accidentelle

Bien que la future station d'épuration soit prévue pour les eaux usées urbaines, mais, une pollution accidentelle n'est jamais à exclure comme un déversement accidentel de produits toxiques. Afin de ne pas altérer le fonctionnement de la station d'épuration, un by-pass général en amont de la station est prévu.

### V.5.3. Mesures à prendre pour la sécurité et l'hygiène du personnel

Risque de circulation :

Les glissades être évitées par :

- un nettoyage quotidien des sols ;
- une élimination des flaques d'eau ou des boues.

*Risque d'infection :*

Quelques mesures préventives sont indispensables pour éviter les risques d'infections lors du fonctionnement de la station d'épuration, nous pouvons citer :

- une protection par vaccination appropriée contre les maladies à transmission hydrique ;
- une désinfection immédiate et protection des maladies. Toutes ces mesures doivent être données à tout le personnel (formation pédagogique, affichage).

*Risque d'incendie :*

Une ventilation efficace et une scrutation avant la mise en marche de tout appareil susceptible de provoquer une déflagration seront un moyen de prévention contre tout incident.

*Risque mécanique :*

Le port de gants limite considérablement les accidents de coupures ou de brûlures.

*Risques électriques :*

La plupart des appareils tournants dans les stations d'épuration sont entraînés par un moteur électrique et les tensions employées sont souvent très élevées.

Les principales mesures de sécurité sont les suivantes :

- Toute réparation de dispositifs électriques ne doit être effectuée que par un électricien qualifié.
- Le port de gant et de chaussures à semelles isolantes.

Recommandations pour l'esthétique de la station d'épuration :

Pour bien intégrer la station d'épuration dans le milieu naturel décrit précédemment et afin que l'aspect paysager ne subisse pas une grande modification, nous recommandons de ceinturer le site par une rangée d'arbres (type cyprès).

En plus de cette fonction, ces arbres constitueront une brise vent et un rideau contre la propagation du bruit et des odeurs.

**V.6. Conclusion**

Gérer et exploiter une STEP reposent essentiellement sur deux (02) critères que l'exploitant doit impérativement respecter et appliquer rigoureusement :

- 1- L'entretien permanent de l'ensemble des ouvrages de la STEP permet d'exploiter la station dans de très bonnes conditions et contribuer ainsi à ses performances et à l'augmentation de sa durée de vie.
- 2- L'hygiène et la sécurité dans le travail sont des paramètres importants, car il y va de la santé et même de la vie de l'ensemble du personnel de la station.

## *Conclusion générale*

## Conclusion générale

Dans le traitement biologique des effluents, on fait généralement appel aux processus aérobies par lesquels les bactéries provoquent une oxydation directe des matières organiques des eaux usées à partir de l'oxygène dissous dans l'eau. De nombreux micro-organismes permettent la dégradation des matières organiques ainsi que leur stabilisation.

La plupart des systèmes de traitement biologique des rejets organiques utilisent des micro-organismes hétérotrophes qui emploient le carbone organique comme source d'énergie ainsi que pour la synthèse cellulaire.

Le procédé à boues activées consiste en un réacteur biologique aérobie où l'on provoque le développement d'une culture bactérienne dispersée sous forme de flocons appelés bioflocs.

Le réacteur est alimenté en eau polluée et le mélange eau usée-bioflocs est appelé liqueur mixte. La liqueur mixte est maintenue dans un régime turbulent par un système d'aération. De l'oxygène dissous est introduit dans la masse de la liqueur mixte, lequel est nécessaire pour la respiration et le développement des micro-organismes aérobies. Après un temps de contact suffisamment long, la liqueur mixte est envoyée dans un clarificateur, appelé aussi décanteur secondaire.

Durant cette phase, une séparation solide/liquide s'effectue par gravité. Les boues sont ensuite recyclées dans le bassin d'oxydation de manière à maintenir une concentration adéquate en bactéries épuratrices. Les caractéristiques de sédimentation et d'épaississement des boues produites sont les premières conditions requises pour un rendement satisfaisant du procédé à boues activées. Celles-ci sont caractérisées par la charge massique qui donne une approximation du rapport entre la masse journalière de pollution à éliminer, et la masse de bactéries épuratrices présente dans le réacteur.

C'est une caractéristique importante du fait qu'elle :

- Agisse sur la décantabilité des boues,
- Intervienne dans le rendement d'épuration
- Intervienne dans la minéralisation des boues.

Dans notre cas, la station fonctionnera à une faible charge massique des boues. Ces procédés sont adaptés aux régions tempérées dans le cas des effluents urbains des petites et moyennes collectivités. Ils se caractérisent généralement par :

- L'admission des eaux prétraitées sans décantation primaire,
- Une stabilisation (minéralisation) des boues secondaires au sein même du bassin d'aération ou selon les cas dans des bassins séparés.
- Une production de faibles quantités de boues plus ou moins fermentescibles nécessitant parfois une stabilisation séparée des boues ;
- Un rendement d'épuration élevé.

Les boues en excès sortant des bassins de décantation sont évacuées vers le traitement des boues qui consiste en un épaissement et une déshydratation par des lits de séchages.

Afin de ne pas perturber le bon fonctionnement de la station d'épuration par des matières lourdes, volumineuses ou difficilement biodégradables, le traitement biologique est précédé de prétraitements adéquats.

Enfin, il reste à signaler que le rendement d'une station d'épuration et sa pérennité sont étroitement liés à l'entretien et à la bonne gestion de celle-ci.

Nous recommandons à ce que les eaux usées de la station soient valorisées et réutilisées à des fins agricoles, sous réserve que leurs caractéristiques soient compatibles avec les exigences de protection de la santé publique et de l'environnement.

## Références bibliographiques

- [1] C. Gomella, H. Guerrée, Le traitement des eaux publiques, industrielles et privées. Edition Eyrolles Paris, (1978).
- [2] D. Gaujous, La pollution des milieux aquatiques : aide-mémoire. Edition Technique et Documentation Lavoisier, 1995.
- [3] J. Bontoux, Introduction à l'étude des eaux douces : eaux naturelles, eaux usées, eaux de boisson. Qualité et santé. Edition Cebedoc, Liège, 1993.
- [4] Apperons l'eau\_ Fiches Pédagogiques
- [5] Rapport Mondial des NATIONS UNIES sur la mise en valeur des Ressources En Eau (2017) \_Les Eau Usées Une Ressource Inexploitée.
- [6] M. Satin et B. Selmi, Guide Technique de l'Assainissement 3<sup>e</sup> Edition, Le Moniteur, 2006.
- [7] J. P. Bechac-P. Boutin-B. Mercier-P. Nuer, " Traitement des eaux usées", Eyrolles, 1984.
- [8] C. Cardot. A. Gilles, Analyse des eaux, Ellipses, 2013.
- [9] P. Perera et B. Baudot, Guide, Procédés extensifs d'épuration des eaux usées adaptés aux petites et moyennes collectivités, Office des Publications Officielles des Communautés Européennes, Luxembourg, 2001.
- [10] F. Edeline, L'épuration biologique des eaux : Théorie et technologie des réacteurs, 4<sup>e</sup> Edition, Liège, Cebedoc, (1998).
- [11] M. Davis, D. Cornwell Introduction to Environmental Engineering, 5<sup>th</sup> Edition McGraw-Hill, 1997.
- [12] M.A. Guemache, H.Djellit, H.Ymmel, S.Gharbi et =C.Dorbath : la faille post-astienne de Bouinan-Soumaa (Région de Blida, bordure Sud du bassin de la Mitidja (Algérie) : Expression néotectonique et implication dans l'évaluation de l'aléa sismique).

# *Annexes*

## Annexe 1

Diamètre des conduites PEHD proposée par le fabricant du *GROUP CHIALI*

**Tableau 1 : Diamètre normalisés des conduites de type PEHD**

PE 100				
Ø	PN 6 SDR 26	PN 10 SDR 17	PN 16 SDR 11	PN 20 SDR 9
90	3.5	5.4	8.2	10.1
110	4.2	6.6	10.0	12.3
125	4.8	7.4	11.4	14.0
160	6.2	9.5	14.6	17.9
200	7.7	11.9	18.2	22.4
250	9.6	14.8	22.7	27.9
315	12.1	18.7	28.6	35.2
400	15.3	23.7	36.3	44.7
500	19.1	29.7	45.4	55.8
630	24.1	37.4	57.2	---

*Épaisseur nominale en mm*