



## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

**Option: REUTILISATION DES EAUX NON CONVENTIONNELS**

**THEME :**

**CONCEPTION DE LA STATION D'EPURATION DE LA  
VILLE DE MADIOUNA (W.RELIZANE)**

**Présenté par :**

**M<sub>me</sub> : ROBAINÉ Saliha**

**Devant les membres du jury**

<b>Nom et Prénoms</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
Mme : DJOUDAR Dahbia	M.C.A	Présidente
Mme : TAFAT Leila	M.A.A	Examinatrice
Mr : DERNOUNI Youcef	M.A.A	Examineur
Mme : MEDJDOUB Sonia	M.A.A	Promotrice

**Octobre 2020**

# Remerciements

*Au terme de ce modeste travail je tiens remercier dieu le tout puissant de m'avoir donné le courage, la volonté et l'amour du savoir pour mettre à terme ce travail.*

*Je remercie également ma promotrice Mme **S.LEULMI** pour avoir accepté d'encadrer notre sujet, ainsi pour son orientation, ses judicieux conseils et sa générosité.*

*Je remercie aussi tous les ingénieurs du bureau d'étude **BETECH** pour leur bonne réception, disponibilité et leur contribution par les données et les documents nécessaires.*

*Mes plus grands remerciements :*

*Aux membres du jury qui me feront l'honneur d'examiner mon travail.*

*Tous les enseignants qui ont contribué à ma formation durant mon cycle d'études.*

*Enfin, un merci spécial à ma famille, mes parents, ma sœur et mon fiancé qui m'ont toujours soutenu et encouragé pendant mes années d'études.*

**MERCI**

# *Dédicace*

*Je tiens à dédier ce modeste travail :*

*A mes chers parents pour la compréhension, la patience et le soutien moral et financier.*

*A mon grand père et ma grand-mère que Dieu me les garde*

*A ma sœur \*HAFIDHA\* et mes frères \*MOHAMED, MAAMAR, ABD ELHAKIM\**

*A mon très cher fiancé pour tout son aide et son soutien*

*A toute la famille ROBAINE et la famille BOUKRA.*

*A mes chères amies : SAMAH, HAFSA, CHAIMA, ROMAISA, HANANE, HAJER, LEILA, LAMIA, LINA, SAMIA, NESRINE, NANA, SIHEM, MALLEK, SAMIA.*

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

*Saliha*

## ملخص

إن عملنا الحالي يتضمن إقامة محطة تطهير المياه المستعملة في مدينة مديونة بولاية غليزان. وهذا يهدف إلى تحسين الأوضاع الإيكولوجية و المحافظة على الوسط الطبيعي وحماية الصحة العمومية. مذكرتنا هذه تتضمن دراسة مفصلة لتجسيد محطة تطهير المياه القذرة على مرحلتين:

- المرحلة الأولى معالجة المياه المستعملة في أفق 2030 ذات قدرة معالجة 61350 نسمة.
- المرحلة الثانية تتمثل في توسيع المحطة لضمان قدرة استيعاب المياه المستعملة إلى 100221 نسمة في أفق 2050.

## Résumé

Notre mémoire de fin d'étude consiste à réaliser une station d'épuration pour la ville de MADIOUNA (W.Relizane) dans le but d'améliorer les conditions écologiques de la région et la qualité des eaux usées, préserver le milieu naturel et protéger 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 61350 équivalents habitants en 2030. Puis le deuxième horizon 2050 (extension) correspond à une augmentation de la capacité initiale de la station soit de 100221 équivalents habitant.

## Abstract

Our dissertation consists in carrying out a purification plant for the town of (Relizane) with an aim of preserving the natural environment and protecting the public health and to improve the ecologic conditions of the province.

In this dissertation, we design the treatment plant waste water by activated sludge. This station is made in two phases. The first phase will treat pollution due to the population of 61350 citizens in 2030. The second phase 2050 consists of extension workshops for these latter correspond to an increase of the initial capacity of the station with 100221 citizens.

# SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE.....	01
----------------------------	----

## ***Chapitre I : Procédés de traitement des eaux usées.***

Introduction.....	03
I.1. Généralités sur les eaux usées.....	03
I.1.1. Définition des eaux usées.....	03
I.1.2. Origine des eaux usées.....	03
I.1.3. Nature de la pollution .....	04
I.1.4. Les paramètres de la pollution.....	05
I.1.4.1. Les paramètres physiques.....	05
I. 1.4.2. Les paramètres chimiques.....	07
I. 1.4.3. paramètres microbiologiques .....	08
I.1.5. Les normes de rejet.....	09
I.2. Définition de l'épuration .....	10
I.2.1. Rôle des stations d'épuration.....	10
I.2.2. Procédés d'épuration des eaux usées .....	10
I.2.2.1. Prétraitement.....	11
I.2.2.2. Traitement primaire .....	11
I.2.2.3. Traitement biologique.....	14
I.2.2.3.1. Procédés intensifs .....	15
I.2.2.3.2. Procédés extensives.....	19
I.2.2.4. Traitement tertiaires.....	22
I.2.2.5. Traitement des boues.....	23
I.2.2.6. Paramètre s essentiels pour le choix d'une technologie de traitement des eaux usées .....	23
I.2.3. Réutilisation des eaux usées épurées .....	24
Conclusion .....	24

## ***Chapitre II : Présentation de la zone d'étude.***

Introduction.....	25
II.1. Situation géographique .....	25
II.2. Situation géologique .....	26
II.2.1. Les traits morphologiques.....	26
II.2.2. Géologie.....	26
II.2.3. Lithostratigraphie.....	26

II.3. Situation Climatique .....	26
II.3.1. Température .....	27
II.3.2. Précipitation .....	28
II.3.3. Humidité relative .....	29
II.3.4. Le vent .....	29
II.4. Situation Démographique.....	30
II.4.1. Evolution de la population.....	30
II.4.2. Equipements.....	30
II.5. Situation Hydraulique.....	31
II.5.1. Alimentation en eau potable.....	31
II.5.2. Réseau d’assainissement.....	32
II.6. Choix de l’emplacement de la future station d’épuration.....	32
Conclusion.....	33

### ***Chapitre III : Enquête de pollution et collecte des données de basse.***

Introduction.....	34
III.A. Estimation des charges polluantes .....	34
III.A.1. Prélèvement et échantillonnage.....	34
III.A.2. Résultats d’analyse.....	34
III.A.3. Interprétation des résultats.....	35
Conclusion.....	36
III.B. Estimation des charges hydrauliques.....	36
III.B.1. Evaluation des besoins en eau.....	36
III.B.1.1 Besoins domestiques.....	36
III.B.1.2. Besoins des équipements.....	37
III.B.1.3. Calcul le besoin total.....	37
III.B.2. Evaluation des débits d’eaux usées.....	38
III.B.2.1. Débit moyen journalier évacué.....	38
III.B.2.2. Débit moyen horaire.....	38
III.B.2.3. Débit diurne.....	38
III.B.2.4. Débit de pointe par temps sec.....	39
III.B.2.5. Débit de pointe en temps de pluie.....	39
III.B.2.6. Equivalent d’habitant.....	40
III.B.3. Evaluation des charges polluantes.....	40
III.B.3.1. la charge moyenne journalière en DBO <sub>5</sub> .....	40

III.B.3.2. la charge moyenne journalière en DCO.....	41
III.B.3.3. la charge moyenne journalière en MES.....	41
Conclusion .....	42

## **Chapitre IV: dimensionnement de la station d'épuration**

Introduction.....	43
-------------------	----

### **IV.A. Les prétraitements**

IV.A.1. Dégrillage.....	44
IV.A.1.1. Dimensionnement du dégrilleur.....	45
IV.A.1.2. Calcul des pertes de charges .....	46
IV. A.2. Dessablage-Déshuilage.....	47
IV.A.2.1. Dimensionnement du dessablage- Déshuilage.....	48
IV.A.2.2. Calcul des quantités des matières éliminée par le déssableur-déshuileur.....	49

### **IV.B. Traitement Primaire**

IV.B.1. Dimensionnement du décanteur primaire.....	52
IV.B.2. Calcul de la quantité de boues éliminées.....	53

### **IV.C. Traitement secondaire**

IV.C.1.Principe de l'épuration biologique par boues activées.....	55
IV.C.2. Evaluation de la masse organique en présence d'une masse bactérienne.....	55
IV.C.3.Choix de la variante.....	57
IV.C.3.1. Etude de la variante à moyenne charge.....	57
IV.C.3.1.1. Dimensionnement du bassin d'aération.....	58
IV.C.3.1.2. Besoin en oxygène.....	59
IV.C.3.1.3. Système d'aération.....	60
IV.C.3.1.4. Bilan de boues.....	62
IV.C.3.1.5. Dimensionnement du clarificateur.....	65
IV.C.3.2. Etude de la variante à faible charge.....	70
IV.C.3.2.1. Dimensionnement du bassin d'aération.....	71
IV.C.3.2.2. Besoin en oxygène.....	72
IV.C.3.2.3. Système d'aération.....	73
IV.C.3.2.4. Bilan de boues.....	74
IV.C.3.2.5. Dimensionnement du clarificateur.....	75

#### **IV.D. La désinfection**

IV.D.1. Dose de chlore à injecter .....	78
IV.D.2. Dimensionnement du bassin de désinfection .....	79

#### **IV.E. Traitement des boues**

IV.E.1. Etude de la variante à moyenne charge.....	81
IV.E.1.1. Dimensionnement de l'épaississeur.....	81
IV.E.1.2. Dimensionnement des lits de séchage .....	82
IV.E.2. Etude de la variante à faible charge.....	84
IV.E.2.1. Dimensionnement de l'épaississeur.....	84
IV.E.2.2. Dimensionnement des lits de séchage .....	85
Conclusion.....	87

### ***Chapitre V : Aspect Economique***

Introduction.....	88
V.1. Coût de la variante à moyenne charge.....	88
V.1.1. Coût d'investissement.....	88
V.1.1.1. Coût de terrassement .....	88
V.1.1.2. Coût de béton armé.....	89
V.1.1.3. Le coût total de génie civil.....	90
V.1.1.4. Le coût des VRD.....	90
V.1.1.5. Coût des équipements électromécaniques et électriques et des installations hydromécaniques .....	90
V.1.1.6. Coût total des investissements de la station.....	90
V.1.2. Coût de fonctionnement.....	90
V.1.2.1. Le coût de main d'œuvre.....	90
V.1.2.2. Le coût de l'énergie.....	91
V.1.2.3. Le coût des réactifs chimiques.....	91
V.1.2.4. Le coût de renouvellement des matériels électromécaniques.....	91
V.1.2.5. Le coût des frais financiers.....	91
V.1.2.6. Le coût de fonctionnement total.....	91
V.1.3. Calcul du prix du m <sup>3</sup> d'eau purée.....	91
V.2. Coût de la variante à faible charge.....	92
Conclusion.....	93

## **Chapitre VI : Calcul Hydraulique**

Introduction.....	94
VI.1. Emplacement des ouvrages dans le site de la station.....	94
VI.2. Déversoir d'orage.....	94
VI.2.1. Dimensionnement d'un déversoir d'orage.....	95
VI.2.2. Dimensionnement de la conduite de fuite.....	96
VI.2.3. Dimensionnement de la conduite de By-pass.....	96
VI.3. profil hydraulique.....	97
VI.3.1. Côtes du terrain naturel de la zone d'implantation des ouvrages.....	97
VI.3.2. Calcul des pertes de charges, diamètres et des longueurs des conduites reliant les ouvrages de la station d'épuration .....	97
VI.3.3. Calcul des longueurs des conduites reliant les ouvrages .....	97
VI.3.4. Calcul des diamètres des conduites reliant les ouvrages ainsi que les pertes de charges .....	98
VI.3.5. Calcul des cotes piézométriques et cotes de radier des différents ouvrages.....	99
VI.4. La station de relevage.....	101
VI.4.1. Dimensionnement du bassin d'aspiration .....	101
VI.4.2. Calcul du diamètre de la conduite de refoulement.....	101
VI.4.3. Calcul la hauteur manométrique de la pompe.....	102
VI.4.4. choix de la pompe.....	102
conclusion.....	102

## **Chapitre VI : gestion et exploitation de la station**

Introduction.....	103
VII.A. Gestion et entretien de la station.....	103
VII.A.1. Etablissement de documents .....	103
VII.A.1.1. Documents d'ordre des opérations à effectuer.....	103
VII.A.1.2. Documents de contrôle.....	103
VII.A.2. Moyens et technique d'exploitations de la station.....	104
VII.A.2.1. Moyens humains .....	104
VII.A.3. Mesures et contrôle à effectuer au niveau de la station d'épuration.....	104
VII.A.4. Contrôle et suivie à effectuer au niveau de la station d'épuration.....	105
VII.A.4.1. Contrôle de fonctionnement.....	105
VII.A.5. Entretien des ouvrages.....	106
VII.A.5.1. Dégrilleur.....	106
VII.A.5.2. Dessableur-Déshuileur.....	106

VII.A.5.3. Bassin d'aération.....	107
VII.A.5.4. Clarificateur.....	107
VII.A.5.5. Désinfection des eaux épurées.....	107
VII.A.5.5. Epaisseur.....	107
VII.A.5.6. Lits de séchage.....	107
VII.B. Impact sur l'hygiène et sécurité du personnel.....	108
VII.B.1. Risques due à la circulation.....	108
VII.B.2. Risques d'incendie et d'exploitation.....	108
VII.B.3. Risques mécaniques.....	108
VII.B.4. Risques due aux réactifs.....	108
VII.B.5. Risques d'infections.....	108
VII.C. Etude d'impact sur l'environnement.....	109
VII.C.1. Impact sur la qualité de vie de population riveraines et la salubrité .....	109
VII.C.2. Impact liés aux nuisances sonores.....	109
VII.C.3. Impact sur l'air.....	109
VII.C.4. Impact liés sur nuisances olfactives.....	109
VII.C.5. Impacts liés aux émissions d'aérosols.....	110
VII.C.6. Impacts sur la ressource hydrique.....	110
VII.C.7. Impacts sur la santé publique.....	110
VII.C.8. Impacts liés à l'élimination des boues.....	110
VII.C.9. Impacts liés à l'arrêt ou au mauvais fonctionnement de la station d'épuration.....	110
VII.D. Mesures et recommandations.....	111
VII.D.1. Mesures à prendre contre la pollution de l'air.....	111
VII.D.2. Mesures à prendre en cas de pollution accidentelle.....	111
VII.D.3. Mesures à prendre pour la sécurité et hygiène du personnel.....	111
Conclusion.....	112
	113
<b>CONCLUSION GENERALE.....</b>	<b>114</b>

# **LISTE DES TABLEAUX**

## **Chapitre I : Procèdes de traitement des eaux usées**

<b>Tableau I.1</b>	Le mode de traitement en fonction du rapport (DCO/DBO).....	<b>08</b>
<b>Tableau I.2</b>	Normes de rejets de l'O.M.S, appliqué en Algérie.....	<b>09</b>
<b>Tableau I.3</b>	Avantages et inconvénients des différents procédés par boues activées.....	<b>19</b>

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

<b>Tableau II.1</b>	Données géographiques de la commune de MADIOUNA.....	<b>26</b>
<b>Tableau II.2</b>	Répartition mensuelle de la température (2001/2018).....	<b>28</b>
<b>Tableau II.3</b>	Répartition mensuelle de la pluie moyenne .....	<b>29</b>
<b>Tableau II.4</b>	Humidité mensuelles moyennes.....	<b>30</b>
<b>Tableau II.5</b>	Valeurs mensuelles moyennes des vitesses du vent.....	<b>30</b>
<b>Tableau II.6</b>	La population entre 1987/2019.....	<b>31</b>
<b>Tableau II.7</b>	Evolution de la population future.....	<b>31</b>
<b>Tableau II.8</b>	Equipements éducatifs de la commune de Mediouna.....	<b>32</b>
<b>Tableau II.9</b>	Cordonnées de la future station.....	<b>33</b>

## **Chapitre III : Enquête de pollution et collecte des données de basse**

<b>Tableau III.1</b>	Récapitulatif des résultats de l'analyse des eaux usées .point de rejet N°1 (24/07/2019).....	<b>37</b>
<b>Tableau III.2</b>	Normes de la pollution à l'entrée de la station d'épuration.....	<b>38</b>
<b>Tableau III.3</b>	Récapitulatif des besoins domestiques.....	<b>36</b>
<b>Tableau III.4</b>	Evaluation des besoins des équipements.....	<b>37</b>
<b>Tableau III.5</b>	Les charges polluantes.....	<b>41</b>
<b>Tableau III.6</b>	Récapitulatif des valeurs des charges polluantes et hydrauliques.....	<b>42</b>

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

<b>Tableau IV.1</b>	Dimensionnement du prétraitement.....	<b>51</b>
<b>Tableau IV.2</b>	Les valeurs de la vitesse limite.....	<b>52</b>
<b>Tableau IV.3</b>	Dimensions du décanteur primaire pour les deux horizons.....	<b>54</b>
<b>Tableau IV.4</b>	Valeur des coefficients a' et b' en fonction de la charge massique.....	<b>59</b>
<b>Tableau IV.5</b>	Récapitulatif des résultants pour les deux horizons à moyenne charge (traitement biologique).....	<b>68</b>
<b>Tableau IV.6</b>	Récapitulatif des résultants pour les deux horizons à faible charge (traitement biologique).....	<b>76</b>
<b>Tableau IV.7</b>	Résultats de calcul du bassin de désinfection pour les deux horizons.....	<b>79</b>
<b>Tableau IV.8</b>	Tableau récapitulatif des résultats à moyenne charge pour les deux horizons (traitement des boues).....	<b>83</b>
<b>Tableau IV.9</b>	Tableau récapitulatif des résultats à faible charge pour les deux horizons (traitement des boues).....	<b>86</b>

### ***Chapitre V: Aspect Economique***

<b>Tableau V.1</b>	Le coût de terrassement de chaque ouvrage (à moyenne charge)..	<b>89</b>
<b>Tableau V.2</b>	Le coût du béton armé de chaque ouvrage (à moyenne charge)....	<b>90</b>
<b>Tableau V.3</b>	Résultats récapitulatif de la variante à faible charge.....	<b>92</b>

### ***Chapitre VI : Calcul Hydraulique***

<b>Tableau VI.1</b>	Cotes du terrain des zones d'implantation des ouvrages.....	<b>97</b>
<b>Tableau VI.2</b>	Longueurs des conduites entre les ouvrages de la station .....	<b>98</b>
<b>Tableau VI.3</b>	Récapitulatif des différentes cotes des ouvrages de la STEP.....	<b>100</b>

### ***Chapitre VII: Gestion et exploitation de la station***

<b>Tableau VII.1</b>	Les rôles des dans la STEP.....	<b>104</b>
--------------------------	---------------------------------	------------

# **LISTE DES FIGURES**

## **Chapitre I: Procédés de traitement des eaux usées**

<b>Figure I.1</b>	Les différentes étapes de traitement dans la station d'épuration....	<b>10</b>
<b>Figure I.2</b>	Décanteur cylindro-conique statique sans raclage.....	<b>13</b>
<b>Figure I.3</b>	Décanteur circulaire à raclage mécanique.....	<b>13</b>
<b>Figure I.4</b>	Décanteur longitudinal à pont racler.....	<b>14</b>
<b>Figure I.5</b>	Schéma de fonctionnement d'une station à lit bactérien.....	<b>15</b>
<b>Figure I.6</b>	Schéma de fonctionnement d'une station à disque biologique...	<b>16</b>
<b>Figure I.7</b>	Schéma de fonctionnement d'une station à boues activées.....	<b>17</b>
<b>Figure I.8</b>	Lagunage naturel.....	<b>21</b>
<b>Figure I.9</b>	Lagunage aéré.....	<b>22</b>

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

<b>Figure II.1</b>	Plan de situation de la ville de MEDIUMA.....	<b>25</b>
<b>Figure II.2</b>	La carte géologique de la zone d'étude .....	<b>27</b>
<b>Figure II.3</b>	Variations mensuelles de la température, °C.....	<b>28</b>
<b>Figure II.4</b>	Variations mensuelles de la précipitation (mm).....	<b>29</b>

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

<b>Figure IV.1</b>	La chaîne de traitement d'une station par boues activée.....	<b>43</b>
<b>Figure IV.2</b>	Evaluation de DBO <sub>5</sub> et MES dans un bassin d'aération.....	<b>55</b>
<b>Figure IV.3</b>	Un clarificateur.....	<b>66</b>
<b>Figure IV.4</b>	Un épaisseur des boues.....	<b>80</b>
<b>Figure IV.5</b>	Un lit de séchage.....	<b>80</b>

## **Chapitre VI : Calcul Hydraulique.**

<b>Figure VI.1</b>	Déversoir classique à seuil latéral.....	<b>94</b>
--------------------	--	-----------

# ***LISTE DES PLANCHES***

- Planche N°01 :** Vue en plan de la station d'épuration de MADIOUNA.
- Planche N°02 :** Levé topographique du site d'implantation de la station d'épuration.
- Planche N°03 :** Plan d'aménagement de la future station d'épuration à boues activées.
- Planche N°04 :** Profil hydraulique à travers.

## INTRODUCTION GENERALE

L'eau constitue un élément essentiel dans la vie et l'activité humaine. C'est une composante majeure des mondes minéral et organique. Dans le monde présent, l'eau participe à toutes les activités quotidiennes notamment, domestiques, industrielles et agricoles ce qui la rend un élément récepteur exposé à tous les genres de pollution. Le phénomène de la pollution contribue de façon considérable à la limitation des ressources en eau potable. La dégradation de l'état de l'eau de consommation a différents impacts directs ou indirects sur la santé des populations humaines en contact avec cette eau.

Tout ceci oblige à faire de plus en plus appel à des eaux d'origines diverses et notamment les eaux de surface. Les insuffisances existantes dans la protection de ces eaux face aux nombreuses pollutions peuvent contribuer à la dégradation de la qualité de ces eaux et à l'augmentation de certains micropolluants minéraux et surtout organiques indésirables dans les eaux destinées à la consommation [1]

La double pollution urbaine et industrielle tend irréversiblement à limiter les ressources en eau si de sérieuses préventions ne sont pas prises. A cet effet, et en matière de politique d'objectif de qualité des eaux, les pouvoirs publics des pays à forte activités urbaines et industrielles dont l'Algérie n'échappe guère, ont développé une intense activité dans ce domaine pour lutter contre les pollutions et pour préserver, entretenir et valoriser les ressources naturelles de l'eau.

Parmi les solutions de traitements des eaux usées envisageables, des stations d'épuration ont été conçues et réalisées au voisinage des grandes villes et agglomérations qui ont pour but non seulement le traitement des eaux usées mais particulièrement à mettre en évidence les possibilités de recycler les substances et d'analyser jusqu'à quel point l'eau résiduelle épurée peut être réutilisée. Mais toutefois, des efforts encore importants restent à réaliser dans d'autres agglomérations et notamment pour le cas présent de la ville de MADIOUNA et dont le présent travail se propose d'étudier.

La station aura donc pour but d'épurer les eaux usées domestiques de la ville de MADIOUNA pour les réutilisées ou bien les rejetées dans le milieu naturels.

Afin d'atteindre notre objectif, nous avons divisé notre travail en sept chapitres étroitement liés qui sont:

**Le premier chapitre** "Procédés de traitement des eaux usées" : est consacré pour une étude bibliographique sur les différents procédés de traitement des eaux usées.

**Le deuxième chapitre** " Présentation de la zone d'étude" : comporte une présentation générale de la ville de MADIOUNA.

**Le troisième chapitre** " Enquête de Pollution et collecte des données de base " : présente les analyses chimiques des eaux usées avec leurs interprétations et calcul les charges hydrauliques et les charges polluante.

Dans **le quatrième chapitre** " Dimensionnement de la station d'épuration" nous avons effectué le dimensionnement des différents ouvrages de la future station d'épuration par boues activées pour deux horizons 2030 et 2050.

**Le cinquième chapitre** " Aspect économique " : présente le coté financier du projet.

**Le sixième chapitre** " Calcul hydraulique " : regroupe tous les calculs hydrauliques concernant la station.

Et **Le septième chapitre** " Gestion et exploitation de la station" : est une synthèse sur la gestion et l'exploitation de la station avec des recommandations afin de garantir une meilleure rentabilité technique et économique de la STEP.

En fin une conclusion générale est présentée.

# *Chapitre I*

*Procédé de traitement des eaux usées*

## Procédés de traitement des eaux usées.

### Introduction :

Ce présent chapitre a pour but de définir les eaux usées, ses origines et ses caractéristiques, ainsi que l'ensemble des procédés d'épuration existants et les avantages et inconvénients de chacun tout en citant les paramètres de pollution à éliminer et ensuite donner un petit aperçu sur la réutilisation des eaux usées traitées.

### I.1. Généralité sur les eaux usées :

#### I.1.1. Définition des eaux usées :

Les eaux usées sont des liquides de composition hétérogène, chargées en matières minérales ou organiques, pouvant être en suspension ou en solution, et dont certains peuvent avoir un caractère toxique. L'eau usée est l'eau qui a été utilisée et qui doit être traitée avant d'être réintroduite vers d'autres sources d'eaux pour qu'elles ne causent pas la pollution de ces autres sources. Les eaux usées proviennent de plusieurs sources. Tout ce que vous évacuez en tirant la chasse d'eau et lorsque vous utilisez vos éviers sont considérés comme une eau usée [2].

#### I.1.2. Origine des eaux usées :

Les eaux usées proviennent essentiellement des activités domestiques, industrielles, agricoles ainsi que les précipitations et l'infiltration. Ces catégories des eaux usées sont classées suivant la source de leur pollution.

Les eaux usées, qui sont un mélange de plusieurs types d'eaux et pour éviter la pollution, sont acheminées par un réseau d'assainissement vers une station d'épuration pour y être traitées et si possible réutilisées [3].

- a) **Les eaux usées domestiques :** Elles proviennent des différents usages domestiques de l'eau. Elles sont essentiellement porteuses de pollutions organiques, se répartissent en eau ménagère qui a pour origine les salles de bain et les cuisines, généralement chargées de graisses, de solvants, et de débris organiques. Il s'agit aussi des rejets des toilettes, chargées de diverses matières organiques azotées et de germes fécaux.
- b) **Les eaux industrielles :** Elles sont très différentes des eaux usées domestiques. Leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre, En plus de matières organiques, azotées ou phosphorées, elles peuvent également contenir des produits toxiques, des solvants, des métaux lourds, des micropolluants organiques et des hydrocarbures [4].

- c) **Les eaux pluviales :** Il s'agit de l'eau de pluie, des toits, des cours, des rues de drainage etc... Elles véhiculent les huiles et les graisses déversées par certains services publics (stations de lavage, services mécaniques) ainsi que les sables, les argiles et les micros polluants.
- d) **Les effluents agricoles :** Les effluents agricoles renferment diverses substances, d'origine agricole ou animale. Il s'agit de solutions d'engrais lessivées par les sols fertilisés, des produits phytosanitaires (pesticides) et des déjections animales (purins et lisier de bétail).

### I.1.3. Nature de la pollution :

La pollution ou la contamination de l'eau peut être définie comme la dégradation de celle-ci en modifiant ses propriétés physiques, chimiques et biologiques; par des déversements, rejets, dépôts directs ou indirects de corps étrangers ou de matières indésirables telles que les microorganismes, les produits toxiques, les déchets industriels.

Selon leur nature, on distingue divers types de pollution :

**1. la pollution organique :** Elle est engendrée par le déversement des eaux usées domestiques ou des eaux résiduaires provenant des diverses industries (textiles, papeteries, industries du bois, de raffineries et d'abattoirs). Les matières organiques peuvent être biodégradables, c'est-à-dire susceptibles d'être détruites par auto-épuration grâce aux microorganismes présents dans l'eau qui se nourrissent de cette pollution, mais entraînent en contrepartie une consommation importante d'oxygène dissous.

**2. la pollution chimique :** La pollution chimique de l'eau devient une préoccupation de santé publique qui prend des formes multiples, certaines formes de pollutions chimiques échappent souvent aux méthodes ordinaires de traitement de l'eau et posent par conséquent des problèmes complexes de pollution, tant au niveau des eaux de surface, qu'au niveau des nappes souterraines. La pollution chimique de l'eau est due essentiellement aux diversement de polluants organiques et des sels de métaux lourds qui sont les plus menaçants (rejetés par les unités industrielles) [5].

**3. la Pollution microbiologique :** Cette pollution est due à la présence d'une multitude d'organismes vivants dans les eaux usées apportés par les excréments d'origine 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. L'ensemble de ces organismes peut être classés en quatre grands groupes par ordre croissant de taille : les virus, les bactéries, les protozoaires et les helminthes [6].

**4. la Pollution minérale :** Il s'agit d'effluents constitués essentiellement de métaux lourds en provenance des industries métallurgiques, de traitement de minerais. On peut citer quelques-uns, comme le plomb, le cuivre, le fer, le zinc, le mercure. Il y a aussi le cas de certains sels provenant de l'agriculture. Ces éléments sont non biodégradables et de ce fait un traitement tertiaire devient plus que nécessaire [7].

**5. la pollution thermique :** Ce type de pollution est causé par les rejets d'eaux chaudes provenant des systèmes de refroidissement des centrales thermiques ou nucléaires en particulier. Ces eaux chaudes provoquent la réduction de la teneur en oxygène dissous dans l'eau et peut avoir des actions néfastes sur la faune.

**6. la pollution radioactive:** C'est celle qui est occasionnée par une éventuelle radioactivité artificielle des rejets qui trouvent leur source dans l'utilisation de l'énergie nucléaire sous toutes ses formes (installations et centrales d'exploitation de mine d'uranium, traitement des déchets radioactifs). Les éléments radioactifs s'incorporent dans les molécules des organismes vivants. Plus on s'élève dans la chaîne alimentaire, plus les organismes sont sensibles aux rayonnements.

**7. Produits toxiques :** La toxicité présente dans les eaux usées peut être organique ou minérale, les substances organiques toxiques sont entre autres les pesticides, les hydrocarbures et les produits organiques de synthèse industriels (aldéhydes, phénols, produits azotes etc...). Les substances minérales toxiques sont : les sels à forte concentration, les ions métalliques rejetés par les effluents industriels [8].

**I.1.4. Les paramètre de la pollution :** La pollution des eaux usées se présente sous trois formes principales :

- ✓ Physique (matières en suspension).
- ✓ Chimique (matières organiques dissoutes).
- ✓ Biologique

#### **I.1.4.1. Paramètres physiques :**

##### **1. La température :**

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique, dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels,... etc.

## **2. Couleur et odeur :**

Dans les eaux usées brutes, la couleur est due à la présence de matières organiques dissoutes, colloïdales ou par des composés chimiques solubles qui sont colorés. L'ordre est dû à une fermentation des matières organiques. La couleur et l'odeur des eaux usées renseignent sur l'âge des déchets liquides.

## **3. La turbidité :**

La turbidité est inversement proportionnelle à la transparence de l'eau, elle est de loin le paramètre de pollution indiquant la présence de la matière organique ou minérale sous forme colloïdale en suspension dans les eaux usées. Elle varie suivant les matières en suspension (MES) présentes dans l'eau [10].

## **4. La conductivité électrique (CE)**

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes. La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement. La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau.

## **5. Les matières en suspension (M.E.S) :**

Théoriquement, ce sont les matières qui ne sont ni solubilisées, ni à l'état colloïdal. Les matières en suspension comportent des matières organiques et des matières minérales. Toutes les M.E.S. ne sont pas décantables, en particulier les colloïdes retenus par filtration. En général, les M.E.S se subdivisent en matières volatiles (M.V.S) et en matières minérales (M.M). Les charges en matières solides apportées par les eaux brutes par habitant et par jour peuvent être estimées, en première approximation à :

- 60 à 80g dont environ 70% de matières volatiles (réseau séparatif).
- 70 à 90g dont environ 65% de matières volatiles sèches (réseau unitaire) [9].

## **6. Matières minérales :**

On obtient la quantité des matières minérales par la soustraction des matières volatiles des matières en suspension. Elles représentent le résidu de la calcination et correspondent à la présence des sels, silice, poussière...ect.

## **7. Matières décantables et non décantables :**

On appelle matières décantables les matières qui sont capables de se décanter au bout de deux heures, au-delà ce sont des matières non décantables, ces dernières restent dans le surnageant et vont être dirigées vers le traitement biologique.

### **I.1.4.2. Paramètres chimiques :**

#### **1. Le PH :**

La valeur du PH est très importante dans les procédés biologiques, le PH d'une eau représente son acidité ou son alcalinité dont le facteur le plus important est habituellement la concentration en anhydride de carbone lié à la minéralisation totale.

Le PH des eaux usées urbaines seules est généralement près de la neutralité, entre 7 à 7,5 environ. Un PH différent est l'indice d'une pollution industrielle.

L'épuration biologique est possible pour un PH compris entre 6,5 et 8 ; au-delà de ces valeurs, l'activité biologique décroît rapidement.

#### **2. l'oxygène dissous :**

L'oxygène est toujours présent dans l'eau. Sa solubilité est en fonction de la pression partielle dans l'atmosphère et de la salinité. La teneur de l'oxygène dans l'eau dépasse rarement 10 mg/l. Elle est en fonction de l'origine de l'eau ; l'eau usée domestique peut contenir de 2 à 8 mg/l.

#### **3. La demande biochimique en oxygène (DBO<sub>5</sub>) :**

La DBO<sub>5</sub> exprime la quantité d'oxygène consommée par les bactéries, à 20°C et à l'obscurité pendant 5 jours d'incubation d'un échantillon préalablementensemencé, temps qui assure l'oxydation par voie aérobie. Pour la mesure, on prend comme référence la quantité d'oxygène consommée au bout de 5 jours : c'est la DBO<sub>5</sub>.

#### **4. La demande chimique en oxygène (DCO) :**

La DCO représente la quantité d'oxygène nécessaire pour la dégradation chimiquement de toute matière contenue dans les eaux, qu'elle soit biodégradable ou non.

L'oxydation est rendue maximale en utilisant un oxydant qui est très fort, c'est le K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> et en présence d'un catalyseur (AgSO<sub>4</sub>). Ce test est particulièrement important pour apprécier le fonctionnement d'une station d'épuration. Il permet l'oxydation de 95% environ des matières organiques [9].

#### **➤ La notion de biodégradabilité :**

La biodégradabilité traduit l'aptitude d'un effluent aqueux à être décomposé ou oxydé par les micro-organismes qui interviennent dans le processus d'épuration biologique des eaux.

La biodégradabilité est exprimée par le rapport : DCO / DBO

Ce rapport est proche de 1,5 pour les eaux de vanne ; toute élévation de ce rapport indique qu'il y a présence d'une pollution industrielle.

Ce rapport renseigne aussi sur le mode de traitement à suivre comme indiqué dans le tableau suivant : [9]

**Tableau I.1 :** le mode de traitement en fonction du rapport (DCO/DBO)

<b>Rapport : DCO/DBO</b>	<b>Mode de traitement</b>
$1 < \text{DCO/DBO} < 2$	Traitement biologique
$2 < \text{DCO} / \text{DBO} < 3$	Traitement biologique avec adaptation de la couche microbienne
$\text{DCO} / \text{DBO} > 3$	Traitement physico-chimique

### 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.

Le gaz et la vapeur produits par la combustion catalytique de l'échantillon sont piégés, et la quantité d'oxygène consommée est mesurée par l'intermédiaire d'une cellule galvanique.

### 6. Les nutriments :

➤ **Le phosphore :** Le phosphore se trouve dans l'eau sous deux formes :

- la forme minérale : ortho phosphate, poly phosphate
- la forme organique : dissoute et particulaire

L'origine du phosphore peut être urbaine, industrielle ou agricole. Les apports les plus importants sont ceux de la population

➤ **L'azote :** Il peut être d'origine :

- anthropique : rejets urbains et industriels.
- Naturel : atmosphérique

Dans les eaux domestiques la concentration globale en azote total (NTK) est de l'ordre de 15 à 20% de la DBO5.

#### I.1.4.3. paramètres microbiologiques :

Les eaux usées contiennent aussi des contaminants microbiologiques (Bactéries, virus pathogènes et parasites).

Le rejet des eaux usées des milieux de baignade ou de zones d'élevage de coquillage fait courir un risque pour la santé publique.

L'eau est un milieu privilégié de la transmission de maladies hydriques qui se fait par une simple injection d'eau infectée et qui peut se propager très rapidement dans les pays qui ne disposent pas de bonnes conditions d'hygiène.

### I.1.5. Les normes de rejet :

Conformément aux recommandations de l'organisation mondiale de la santé (O.M.S), les normes de rejets des eaux usées en Algérie sont résumées dans le tableau suivant :

**Tableau I.2:** normes de rejets de l'O.M.S., appliqué en Algérie

<b>Paramètres</b>	<b>unités</b>	<b>normes</b>
<b>Température</b>	°C	30
<b>PH</b>	-	6,5- 8,5
<b>O2</b>	mg/l	5
<b>DBO5</b>	mg/l	30- 40
<b>DCO</b>	mg/l	90 - 120
<b>MES</b>	mg/l	30
<b>Zinc</b>	mg/l	2
<b>Chrome</b>	mg/l	0,1
<b>Azote total</b>	mg/l	50
<b>Phosphates</b>	mg/l	2
<b>Hydrocarbures</b>	mg/l	10
<b>Détergents</b>	mg/l	1
<b>Huiles et graisses</b>	mg/l	20

**I.2. Définition de l'épuration:**

L'épuration est une technique qui consiste à éliminer les matières indésirables que l'eau véhicule naturellement ou artificiellement en vue de son déversement dans le milieu naturel de sa réutilisation dans des fonctions diverses.

Il existe deux techniques d'épuration des eaux usées :

- l'épuration physico-chimique.
- l'épuration biologique (boues activées, lits bactériens, lagunage etc...).

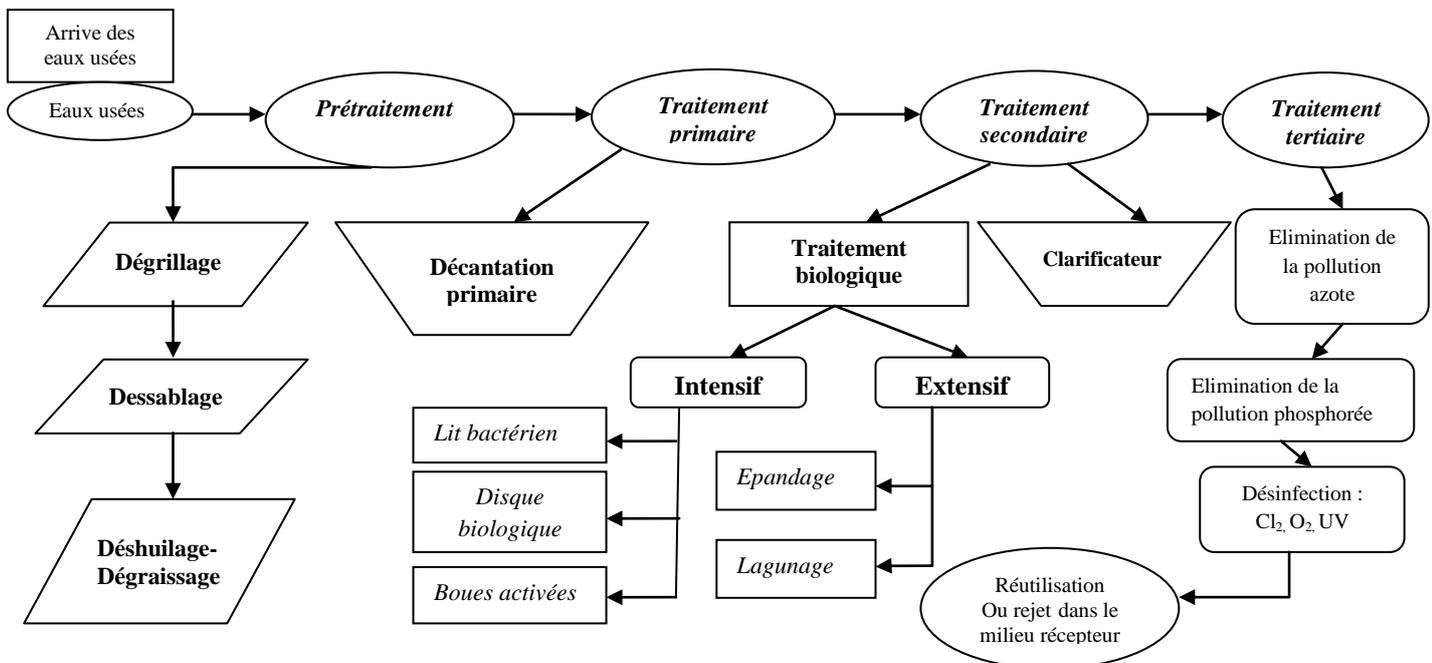
**I.2.1. Rôle des stations d'épuration**

Ce rôle peut être résumé dans les points suivants :

- ✓ Traiter les eaux.
- ✓ Protéger l'environnement.
- ✓ Protéger la santé publique.
- ✓ Valoriser éventuellement les eaux épurées et les boues issues du traitement.

**I.2.2. Procédés d'épuration des eaux usées :**

Selon le degré d'élimination de la pollution et les procédés mis en œuvre, plusieurs niveaux de traitements sont définis : les prétraitements, le traitement primaire, le traitement secondaire et tertiaire. Dans certains cas, des traitements tertiaires sont nécessaires notamment lorsque l'eau épurée doit être rejetée en milieu particulièrement sensible.



**Figure I.1 :** Les différentes étapes dans la station d'épuration.

**I.2.2.1. Prétraitement :**

Le prétraitement a pour objectif de séparer les matières grossières et les éléments susceptibles de gêner les étapes ultérieures du traitement. Il comprend quatre principaux modes de traitement des eaux usées: (le dégrillage), pour retenir les déchets volumineux, (le dessablage), pour obtenir une meilleure décantation et éviter l'abrasion des équipements, (le dégraissage et le déshuilage), pour éviter l'encrassement de la station par des corps gras.

**1. Dégrillage :**

Il permet de séparer les matières volumineuses. Son principe est extrêmement simple, puisqu'il consiste à faire passer l'eau brute à travers des grilles composées de barreaux placés verticalement ou inclinés de 60 à 80° sur l'horizontale. L'espacement des barreaux varie de 10 à 100 mm. La vitesse moyenne de passage de l'eau entre les barreaux est comprise entre 0,6 et 1 m/s.

**2. Le dessablage :**

Le dessablage consiste à retirer de l'effluent les sables et les particules minérales plus ou moins fines, afin de protéger les conduites et pompes contre la corrosion et éviter même le colmatage des canalisations par les dépôts au cours du traitement. La technique classique du dessableur consiste à faire circuler l'eau dans une chambre de tranquillisation avec une vitesse d'environ de 0.3m/s qui permet le dépôt d'une grande partie des sables.

**3. Le dégraissage-déshuilage :**

Les opérations de dégraissage-déshuilage consistent à séparer de l'effluent brut, les huiles et les graisses par flottation. Ces derniers étant de densité légèrement inférieure à celle de l'eau. L'injection des micros bulles d'air permet d'accélérer la flottation des graisses.

Souvent ces opérations sont combinées dans un même ouvrage où la réduction de vitesse dépose les sables et laisse flotter les graisses ; enlève ainsi de l'eau les éléments grossiers et les sables de dimension supérieure à 200 microns ainsi que 80 à 90% des graisses et matières flottantes (soit 30 à 40% des graisses totales).

**I.2.2.2. 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.

### 1. Décanteur primaire :

Les eaux résiduaires prétraitées contiennent encore des matières organiques et minérales sédimentables, la décantation primaire permet d'éliminer 30 à 35 % de la DBO<sub>5</sub>, 60% de MES et 90% de la matière minérale. La matière décantable va se déposer au fond du bassin et être récupérée sous forme de boue primaire dans les épaisseurs pour être traitée.

Il est nécessaire de provoquer la déstabilisation des particules colloïdales dans les eaux résiduaires industrielles afin de favoriser leur agglomération et permettre leur séparation de la phase liquide.

#### ➤ Mécanismes de rupture de l'état colloïdal :

L'élimination de la pollution colloïdale suppose l'agglomération mutuelle des particules

**a- La coagulation** : La coagulation a pour but principal de déstabiliser les particules en suspension, c'est-à-dire de faciliter leur agglomération. En pratique, ce procédé est caractérisé par l'injection et la dispersion rapide de produits chimiques. [9]

**b-La floculation** : La floculation a pour objectif de favoriser, à l'aide d'un mélange lent, les contacts entre les particules déstabilisées. Ces particules s'agglutinent pour former un floc qu'on peut facilement éliminer par les procédés de décantation et de filtration.

#### ➤ Différents types de décantation :

Divers types de matières décantables sont à distinguer :

**a- Les particules grenues** décantent indépendamment les unes des autres avec chacune une vitesse de chute constante

**b- Les particules plus ou moins floculées (coalescentes)** qui s'agglomèrent pendant la sédimentation, ces particules décantent selon deux mécanismes différents :

- **Décantation diffuse** : lorsque la concentration en MES est faible, le floc décante librement et sa vitesse de chute augmente au fur et à mesure que d'autres particules s'y agglomèrent
- **Décantation en piston** : lorsque la concentration en MES est élevée, l'abondance des floes crée une décantation d'ensemble freinée, le plus souvent caractérisée par une interface nettement marquée entre la masse boueuse et le liquide surnageant.

#### ➤ Types de décanteur :

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

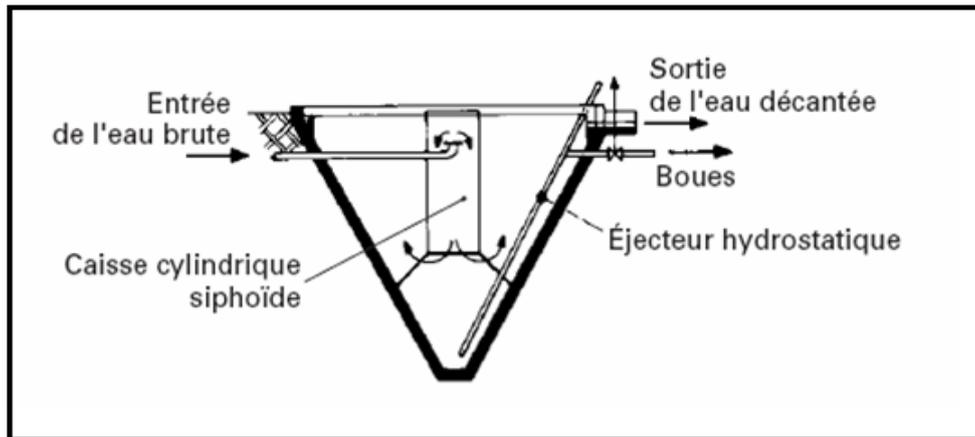


Figure I.2 : Décanteur cylindro-conique statique sans raclage.

**b- Les décanteurs statiques à raclage mécanique des boues :**

- **décanteurs circulaires:** Le racler 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 siphonoïde 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 racler de surface pousse les corps flottants vers une écumoire d'où ils peuvent regagner la fosse des boues.

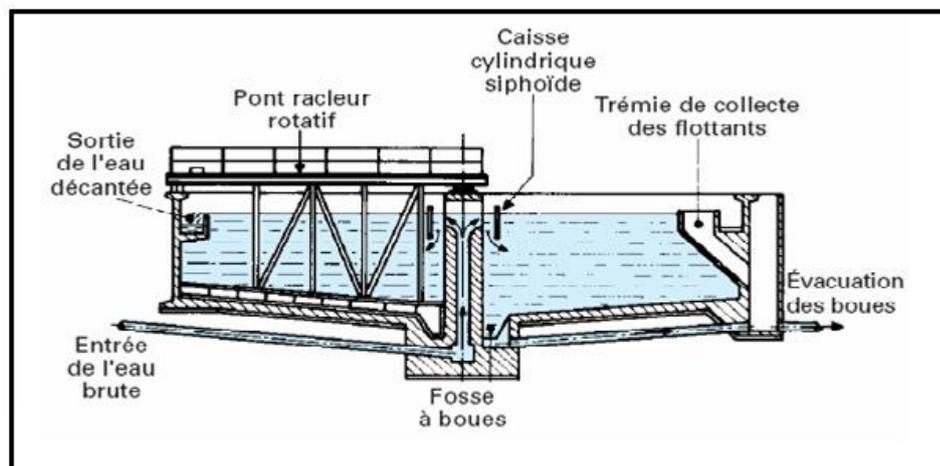
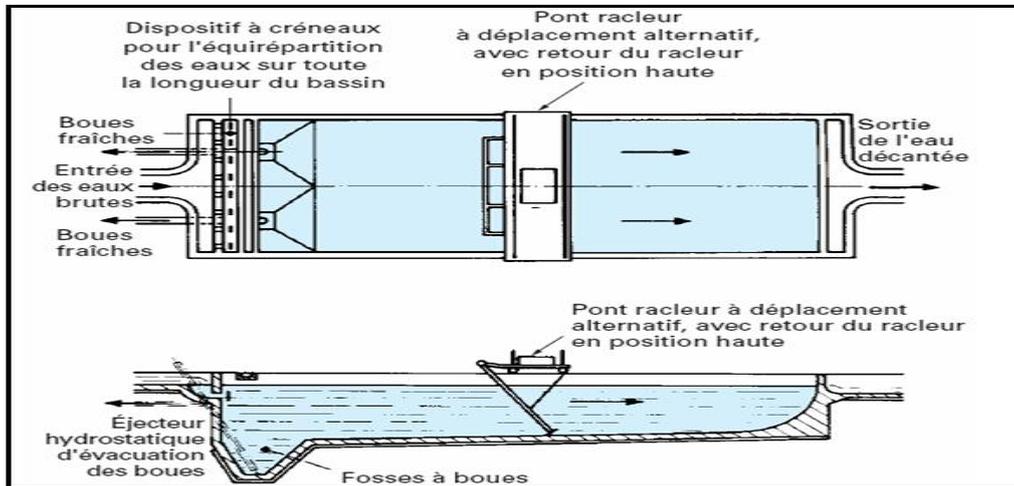


Figure I.3: décanteur circulaire à raclage mécanique.

- **Décanteurs longitudinaux rectangulaires :** Il existe deux types de décanteurs rectangulaires avec raclage :
  - les décanteurs à pont racler
  - les décanteurs à chaînes.

Les ponts racleurs 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 parallèle 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 I.4:** Décanteur longitudinal à pont racleur.

### I.2.2.3. Le 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 microorganismes 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.

Les différents procédés biologiques d'épuration des eaux usées sont :

#### ➤ Classification des techniques d'épuration biologique :

On distingue deux principaux types de procédés biologiques:

1. Les procédés intensifs ou artificiels
2. Les procédés extensifs ou naturels.

### I.2.2.3.1. Les procédés intensifs ou artificiels :

Ils ont pour but de décomposer de façon biochimique et par oxydation les matières non séparables par décantation.

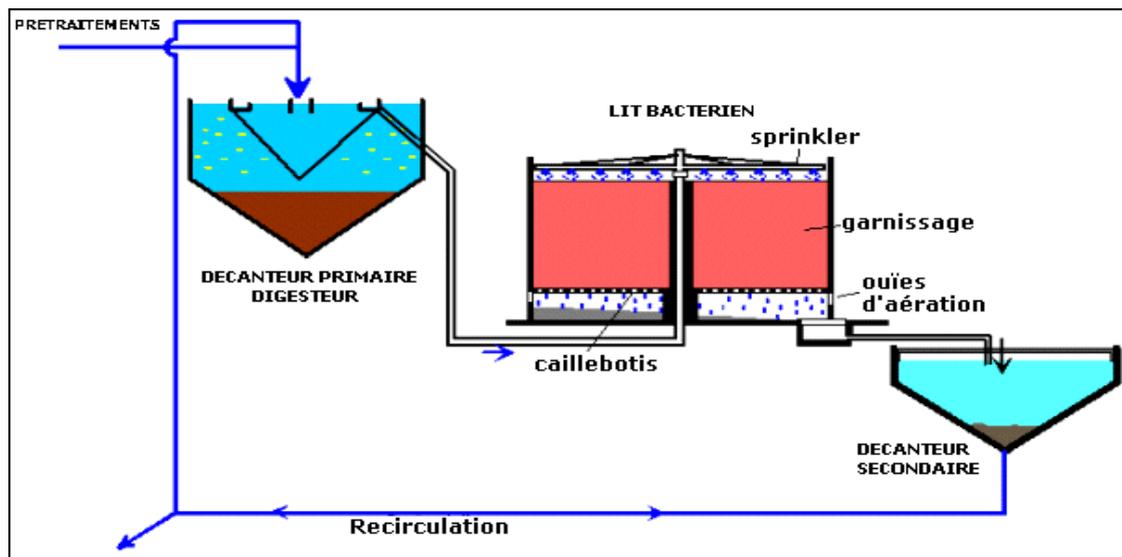
Parmi ces procédés, on distingue :

- ✓ Les lits bactériens.
- ✓ Les disques biologiques.
- ✓ Les boues activées.

#### 1. Le lit bactérien :

Ce traitement est basé sur le principe d'infiltration à travers le sol. Un lit bactérien se présente comme une colonne circulaire pouvant atteindre 4 à 5 mètres de hauteur dans laquelle se trouve un matériau poreux.

Les eaux à traiter ruissellent à la surface de la pellicule biologique qui prolifère sur le support, celle-ci renferme une forte concentration de bactéries et de champignons. Ces organismes absorbent et métabolisent la matière organique de l'effluent.



**Figure I.5 :** Schéma de fonctionnement d'une station à 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 :**

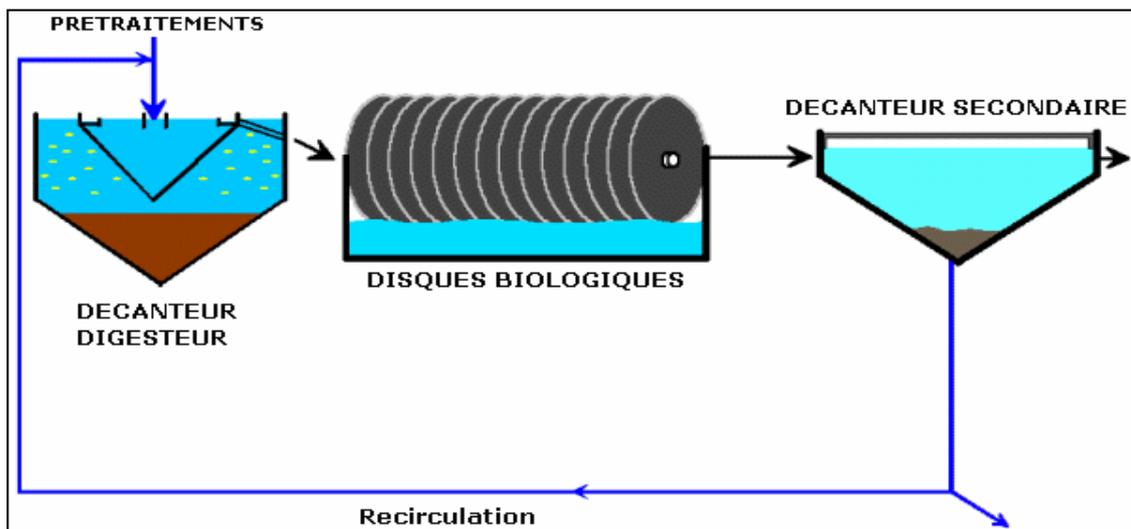
Les traitements préalables doivent être performants, faute de quoi, un encrassement progressif apparaît qui contraint à vider, laver et remettre en place le matériau du lit.

On enregistre de plus de fréquentes odeurs liées au changement de saisons.

**2. Le disque biologique :**

Une autre technique faisant appel aux cultures fixées est constituée par les disques biologiques tournants. Ce procédé consiste à alimenter en eau usée, préalablement décanté une cuve contenant des disques en rotation sur un axe horizontal.

Les micro-organismes se développent et forment un film biologique épurateur à la surface des disques. Les disques étant semi-immergés, leur rotation permet l'oxygénation de la biomasse fixée. Le mélange d'eau traitée et de biofilm décroché est dirigé vers un décanteur pour la séparation des phases.



**Figure I.6 :** Schéma de fonctionnement d'une station à disque biologique.

✓ **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.

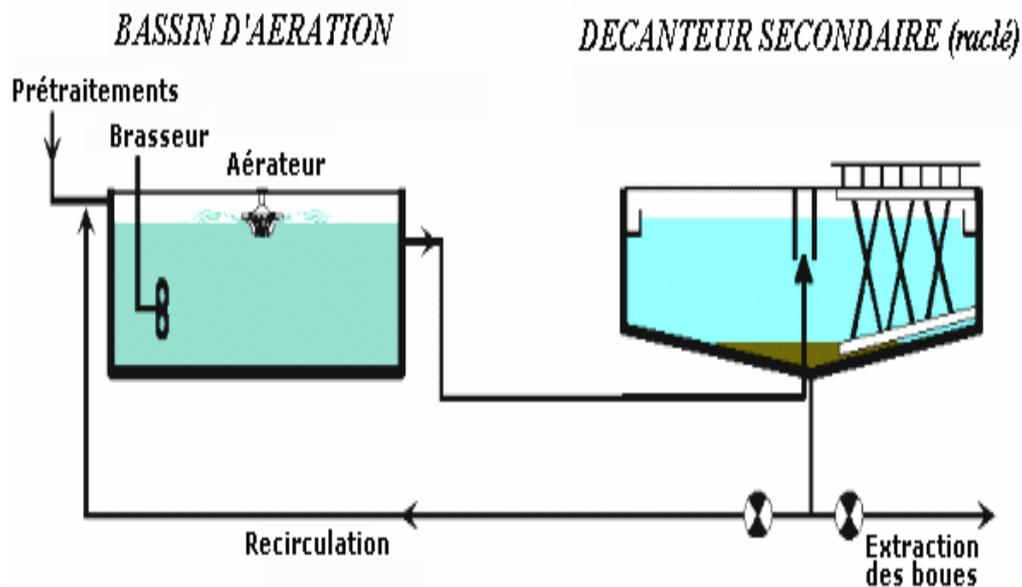
### 3. Boues activées :

C'est dans les bassins d'aération qu'a lieu le traitement biologique proprement dit. Une quantité contrôlable d'air est insufflé dans le bassin biologique, ce qui permet de garder la biomasse et les microorganismes épurateurs en flottation et de leur apporter l'oxygène nécessaire à la dégradation aérobie de la matière organique et minérale ( $H_2S$ ,  $NO_3^-$ ,  $NO_2^-$ ), et même qu'il existe des bactéries qui peuvent assimiler des composés toxiques tels que, les phénols, le formaldéhyde, les cyanures etc.

Les micro-organismes regroupés en formations floculeuses, entraînés par les eaux, parviennent dans les bassins de décantation secondaires où ils se déposent sous forme de boues. Afin d'activer le procédé, on recycle ces boues en tête du bassin d'aération, cela permet de maintenir une certaine quantité de microorganisme d'où le nom de processus des boues- activées.

Une installation de type boues activées comprend les étapes suivantes:

- Les prétraitements, et éventuellement, primaires ;
- Le bassin d'activation (ou bassin d'aération);
- Le décanteur secondaire avec reprise d'une partie des boues;
- L'évacuation des eaux traitées;
- Les digesteurs des boues en excès provenant des décanteurs.



**Figure I.7:** Schéma d'une station d'épuration à boues activées.

➤ **Paramètres de fonctionnement :**

- a. Charge massique (Cm) 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 kg DBO5 / (kg MES.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 kg DBO5 / (j. kg MVS). [11]
- b. Charge volumique (Cv) :** La charge volumique Cv correspond à la quantité journalière de pollution à dégrader(en kg DBO5/j) dans le volume V (m3) de l'ouvrage. Elle s'exprime en kg DBO5 / (j. m3).
- c. Age des boues :** L'âge des boues Ab 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, en prenant en considération leurs avantages et inconvénients que l'on va citer ci-après :

- 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.

**Tableau II.1** Avantages et inconvénients des différents procédés par boues activées.

Le procédé	Avantages	Inconvénients
<b>Forte charge</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Un temps de contact relativement court entre l'eau à épurer et les boues activées.</li> <li>- Très bonne élimination de l'ensemble des paramètres de pollution.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coût d'investissement assez important.</li> <li>- Consommation énergétique importante.</li> <li>- La nitrification est incomplète ou Difficile.</li> <li>- Le bassin d'aération est précédé d'un décanteur primaire.</li> </ul>
<b>Moyenne charge</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La consommation énergétique du poste d'aération est plus faible ;</li> <li>- Prend un espace moyen dans le terrain</li> <li>- Pour toute taille de collectivité.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nécessité de personnel qualifié et d'une surveillance régulière.</li> <li>- Décantabilité des boues n'est pas toujours aisée à maîtriser.</li> </ul>
<b>Faible charge</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Assure une bonne élimination de DBO<sub>5</sub>.</li> <li>- Résiste mieux aux fluctuations de charge polluante.</li> <li>- L'exploitation de telles stations est très simplifiée.</li> <li>- Prend un petit espace dans le terrain.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Long temps de séjour dans le bassin.</li> <li>- Investissement coûteux.</li> <li>- Le bassin d'aération, plus largement Dimensionné.</li> <li>- Les boues sont plus concentrées d'où la décantation dans le clarificateur est lente, il faut prévoir une surface très importante.</li> </ul>

### I.2.2.3.2. Les procédés extensifs ou naturels :

Les solutions extensives correspondent à des procédés d'épuration dans lesquels la concentration du réacteur biologique en organismes épurateurs est faible. Le système ne comporte pas de recyclage de liqueur bactérienne.

Parmi ces procédés, on distingue :

- L'épandage des eaux (valorisation des eaux usées dans l'agriculture).
- Le lagunage.

#### 1. L'épandage des eaux :

La première technique d'épuration des eaux usées des agglomérations a été celle des champs d'épandage. Le système épurateur est donc constitué à la fois du sol et des cultures. Ce procédé permet d'enrichir le sol par les éléments nutritifs.

✓ **Avantage :**

- enrichissement du sol par les éléments nutritifs.

✓ **Inconvénients :**

- risque de contamination des nappes aquifères.
- risque de colmatage des sols.
- utilisation de grandes surfaces de terrain.
- dispersion des germes pathogènes.
- procédé non utilisé en période pluvieuse.

**2. Lagunage :**

Le lagunage est un système biologique d'épuration qui repose sur la présence équilibrée de bactéries aérobies en cultures libres et d'algues. L'oxygène nécessaire à la respiration bactérienne est produit uniquement grâce aux mécanismes photosynthétiques des végétaux en présence de rayonnements lumineux. Ce sont des procédés utilisant de grandes surfaces (lagunes) s'appuyant sur les propriétés épuratrices d'un plan d'eau peu profond. On a deux types de lagunage :

**a. Le lagunage naturel :** Ce mode a pour principe d'utiliser la végétation aquatique comme agent épurateur des eaux polluées.

L'épuration des effluents est réalisée essentiellement par des bactéries aérobies dont l'oxygénation est assurée par l'action chlorophyllienne de végétaux qui participent aussi à la synthèse directe de la matière organique :

- Les microphytes ou algues microscopiques. Ce sont essentiellement des algues bleues ou vertes difficilement séparables.
- Les macrophytes ou végétaux macroscopiques qui comprennent des formes libres (Exemple : lentilles d'eau) ou fixées (exemple : roseaux).



**Figure I.8:** lagunage naturel.

✓ **Avantages :**

- généralement pour des petites stations de taille inférieure à 2000 EH ;
- bien adapté au réseau unitaire (charge hydraulique - dilution) ;
- faibles coûts d'exploitation ;
- bonne intégration dans l'environnement ;
- bonne élimination des pathogènes ;
- boues peu fermentées ;
- raccordement électrique inutile ;
- bonne élimination de l'azote (70 %) et du phosphore (60 %).

✓ **Inconvénients :**

- emprise au sol importante ;
- contraintes de nature de sol et d'étanchéité ;
- variation saisonnière de la qualité de l'eau traitée ;
- nuisances en cas de défaut de conception et/ou d'exploitation (rongeurs, odeurs, moustiques) ;
- élimination de l'azote et du phosphore incomplète ;
- difficultés d'extraction des boues ;
- pas de réglage possible en exploitation ;
- sensibilité aux effluents septiques et concentrés.

**b. Le lagunage aéré :** dans ce cas l'oxygénation nécessaire est produit par des aérateurs mécaniques à turbines ou par des appareils diffuseurs d'O<sub>2</sub>.

La concentration en bactéries est plus importante qu'en lagunage naturel et le temps de séjour est de l'ordre de 1 semaine et la profondeur de 1 à 4 m. Le rendement peut être 80 % et il n'y a pas de recyclage de boues.



**Figure I.9 :** Lagunage aéré.

✓ **Avantages :**

- Variation de charges hydrauliques et/ou organiques importantes.
- Effluents très concentrés.
- Effluents déséquilibrés en nutriments (cause de foisonnement filamenteux en boues activées).
- Traitements conjoints d'effluents domestiques et industriels biodégradables.
- Bonne intégration paysagère.
- Boues stabilisées.
- Curage des boues tous les deux ans.

✓ **Inconvénients :**

- Rejet d'une qualité moyenne sur tous les paramètres ;
- Présence de matériels électromécaniques nécessitant l'entretien par un agent spécialisé.
- Nuisances sonores liées à la présence de système d'aération ;
- Forte consommation énergétique

**I.2.2.4. Les Traitements tertiaires (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. Dans le cas d'une éventuelle réutilisation de cette eau, il convient d'utiliser des procédés d'élimination de cette pollution résiduelle. On parlera donc de correction chimique, ce qui permettra de donner à l'eau une qualité meilleure pour sa réutilisation.

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

- ✓ Désinfection à l'ozone
- ✓ Désinfection par rayonnement UV
- ✓ Désinfection utilisant le dioxyde de chlore

Mais ces techniques restent pratiquement inutilisables dans les domaines de l'épuration des eaux usées en Algérie.

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

#### **I.2.2.5. Traitement des boues :**

Il est défini comme l'ensemble des opérations visant à modifier les caractéristiques des boues issues des différentes étapes d'épuration des eaux (prétraitement ou traitement biologique) afin de rendre leur destination finale fiable et sans nuisance. La stabilisation, l'épaississement, la déshydratation suivie ou non de séchage et d'incinération, ou combinaison d'une ou plusieurs de ces méthodes.

#### **I.2.2.6. Paramètres essentiels pour le choix d'une technologie de traitement des eaux Usées :**

Les paramètres essentiels qui doivent être pris en compte pour le choix d'une technologie de traitement doivent tenir compte :

- ✓ Des exigences du milieu récepteur.
- ✓ Des caractéristiques des eaux usées, (demande biochimique en oxygène, demande chimique en oxygène, matières en suspension...etc.).
- ✓ Des conditions climatiques (température, évaporation, vent, etc.).
- ✓ De la disponibilité du site.
- ✓ Des conditions économiques (coût de réalisation et d'exploitation).
- ✓ Des facilités d'exploitations, de gestion et d'entretien

**I.2.3. Réutilisation des eaux usées épurées :**

Une des applications les plus communes est l'irrigation de cultures agricoles ou sylvicoles à l'aide d'eaux usées traitées, surtout dans les régions méditerranéennes comme notre cas. En effet, cette pratique est largement utilisée dans les pays et régions où l'agriculture rencontre des problèmes quantitatifs ou qualitatifs d'eau. L'irrigation ou l'arrosage peut se faire autant sur des cultures destinées à la consommation humaine que sur des cultures assignées à la transformation ou à des usages autres. Cependant, l'application est surtout pratiquée sur des cultures qui ne sont pas destinées à la consommation humaine, ou du moins à la consommation sans cuisson. L'irrigation à l'aide d'eaux usées traitées est un moyen économique de réduire les rejets dans l'environnement et de bénéficier d'un apport en eau même en cas de sécheresse. Le système d'arrosage doit être spécifique afin d'éviter le ruissellement abondant et les aérosols ou d'assurer que les portions consommables de la plante ne soient pas touchées par les eaux usées.

**Conclusion**

On pourra donc conclure que l'intérêt d'installation des stations d'épuration se base sur deux grands volets : d'une part, la dépollution des eaux usées et la protection du milieu récepteur et d'autre part, la production de toute une gamme d'eaux de qualités différentes valable à la réutilisation dans des domaines multiples.

# ***Chapitre II***



***Présentation de la zone d'étude***

## Présentation de la zone d'étude

### Introduction :

L'analyse de l'environnement récepteur nous permettra d'identifier l'état initial des composantes des milieux naturels et humain susceptibles d'être directement ou indirectement affectées par la future station d'épuration de la ville de MADIOUNA, durant toutes les phases du projet.

### II.1. Situation géographique :

La ville de MADIOUNA se situe dans la daïra de Sidi M'hamed Ben Ali, distance de 76 Km de chef-lieu de la wilaya de Relizane, de 16 Km de Mazouna et 8 Km de la commune de Sidi M'hamed Ben Ali.

La commune de Mediouna est située au nord de la wilaya de Relizane, elle couvre une surface de 150 Km<sup>2</sup>. Elle est limitée administrativement par :

- Au Nord : la commune de Ouled Saha.
- Au Sud : les deux communes Hameri et Elghetar.
- A l'Est : la commune de Sidi M'hamed Ben Ali.
- A l'Ouest : commune de Beni Zantis.

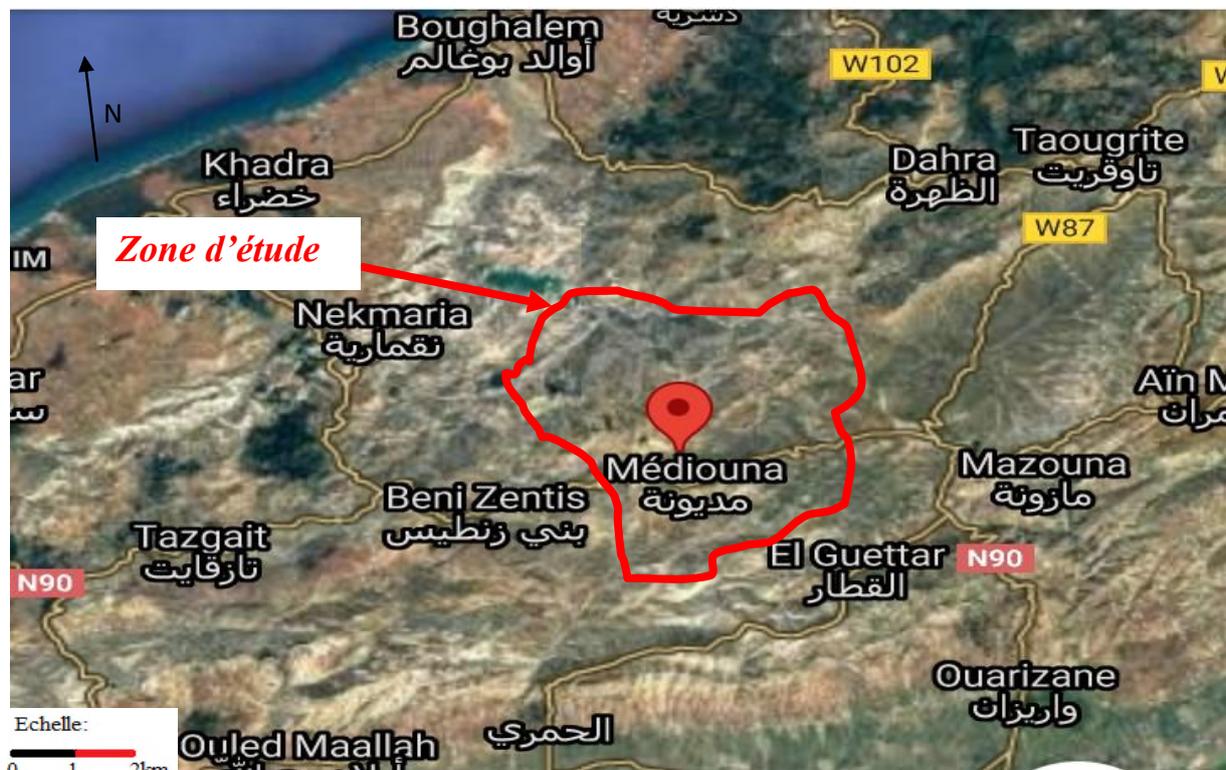


Figure I.1 : plan de situation de la ville de MADIOUNA.

Formation géographique concernant la ville de Mediouna :

**Tableau II.1:** Données géographiques de la commune de MADIOUNA.

<b>Cordonnées géographique de Mediouna</b>	<i>Latitude : 36.1167 ; longitude : 0.75 36°7'0" nord ; 0°45'0" Est</i>
<b>Superficie de Mediouna</b>	<i>15 042 hectares 150.42 km<sup>2</sup></i>
<b>Altitude de Mediouna</b>	<i>Minimale 400m Maximale 652m Moyenne 526m</i>
<b>Climat Mediouna</b>	<i>Climat méditerranéen avec été chaud</i>

## II.2. Situation Géologique :

### II.2.1. Les traits morphologiques :

Le relief est caractérisé par une chaîne montagneuse ayant des sommets bombés et étirés, arrivant à 774 m Djebel Sidi Saïd et de longs versants abrupts. Cette zone est caractérisée par une topographie accidentée permettant de faciliter le ruissellement des eaux pluviales de forme en grande partie concave, ces versants ont des fortes pentes de plus de 15% irrégulières à cause de la présence d'un nombre important d'affluent, ravins et oueds qui constituent à leur passage des replats et parfois d'importants talus en forme de falaises.

### II.2.2. Géologie :

L'étude géologique distingue deux formations principales : formations d'argiles et formations des marnes. Elle montre l'existence d'une profondeur de 3,5 m de couches d'argile sableuse, de sable argileux et des couches de marne bleue plus profonde.

### II.2.3. Lithostratigraphie :

L'examen de la carte géologique de la wilaya de Relizane et celle de l'extrait du secteur d'étude a permis de définir deux ensembles lithologiques (Figure II.2) :

- Les formations anténéogènes : (les terrains anciens autochtones, les terrains allochtones)
- Les formations néogènes et quaternaires : (le miocène, le pliocène, le quaternaires)

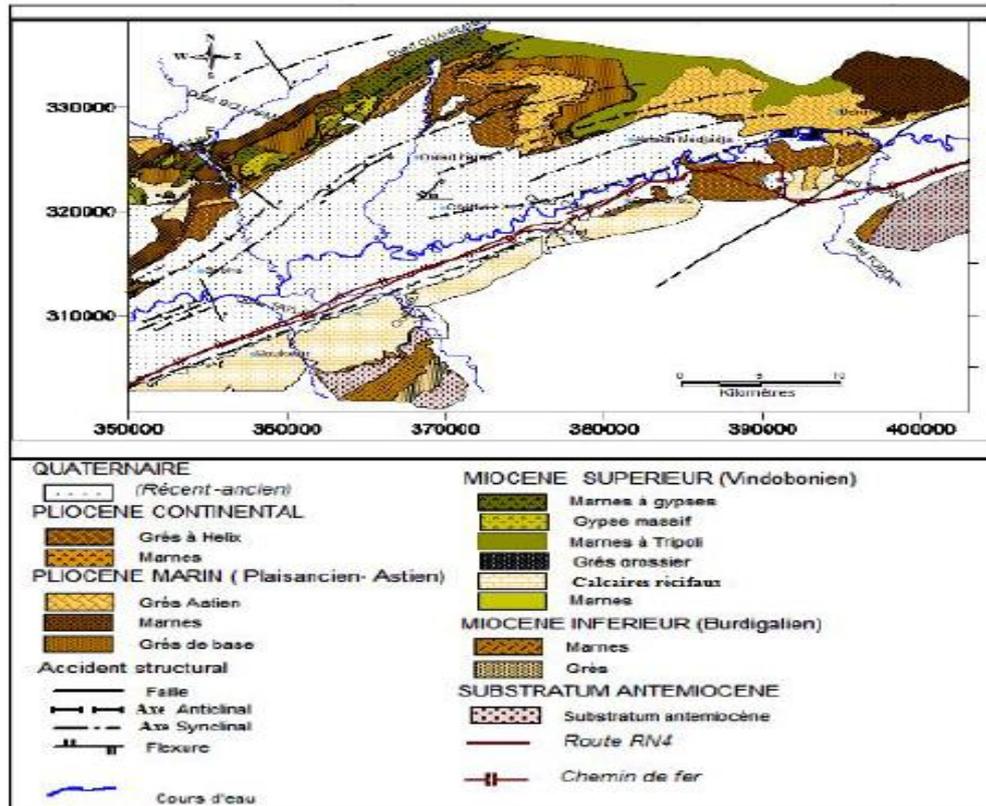


Figure II.2 : La carte géologique de la zone d'étude.

**II.2.4. sismicité de la région :**

La ville de MEDIOUNA est située dans une zone où la tectonique est encore active. Le site de travail est classé en zone IIb ainsi toute construction est assujettie aux respects des règles parasismiques.

**II.3. Situation Climatiques :**

L'aspect climatique est un facteur important à considérer pour un projet de station d'épuration, car il intervient dans le choix du procédé d'épuration d'une part et d'autre part sur le choix du site.

Le territoire étudié est soumis à un climat méditerranéen doux à l'hiver et à l'été un climat chaud et sec. Le climat présentant des précipitations mal réparties et insuffisantes, dans la majeure partie tombe en Décembre et février et la température varie entre 2°C et 37°C avec une moyenne de 17°C en général.

**II.3.1. Température :**

La température moyenne mensuelle est d'environ 16,2°C. Les valeurs minimales et maximales de la température sont localisées respectivement en janvier et août.

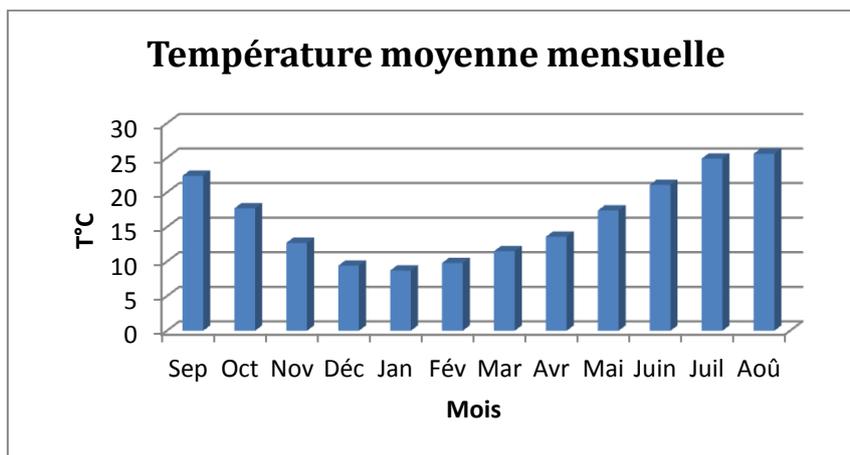
Les températures mensuelles moyennes, minimales et maximales sont regroupées dans le tableau suivant :

**Tableau II.2 : Répartition mensuelle de la température.**

T°C / Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aoû	MOY
Température moyenne (°C)	22.4	17.7	12.7	9.4	8.7	9.8	11.5	13.6	17.4	21.1	24.9	25.6	16.2
Température minimale (°C)	18.4	13.9	9.2	6.3	5.3	6.4	7.9	10.6	13.5	17.1	20.4	21.5	12.5
Température maximale (°C)	26.4	21.5	16.2	12.5	12.2	13.2	15.1	16.7	21.3	25.2	29.4	29.7	20

Source : ANRH d'Alger

La lecture du tableau nous montre que la température moyenne de 25.6 °C, le mois d'Aout est le plus chaud de l'année. Avec une température moyenne de 8.7 °C, le mois de Janvier est le plus froid de l'année. Avec une variation de température moyenne entre le mois le plus sec et le mois le plus humide est de 16,9 °C sur l'année.



**Figure II.3 : Variations mensuelles de la température, °C**

Ceci permet de distinguer deux périodes dans l'année : saison froide (de novembre à avril) et saison chaude (de mai à octobre).

### II.3.2. Précipitations :

Les caractéristiques pluviométriques à savoir : les pluies journalières maximales (fréquentielles) et les intensités maximales dans les études d'assainissement sont très nécessaires pour la conception et le dimensionnement des ouvrages hydrauliques (les égouts, les drains urbains, les caniveaux d'évacuation des eaux pluviales, la station d'épuration), le rééquilibrage des Oueds etc.

L'étude pluviométrique de la station de Mediouna a été effectuée à partir des pluies moyennes mensuelles de la série pluviométrique enregistrées (entre les années 2001 et 2019) au niveau des pluviomètres implantés dans la zone d'étude.

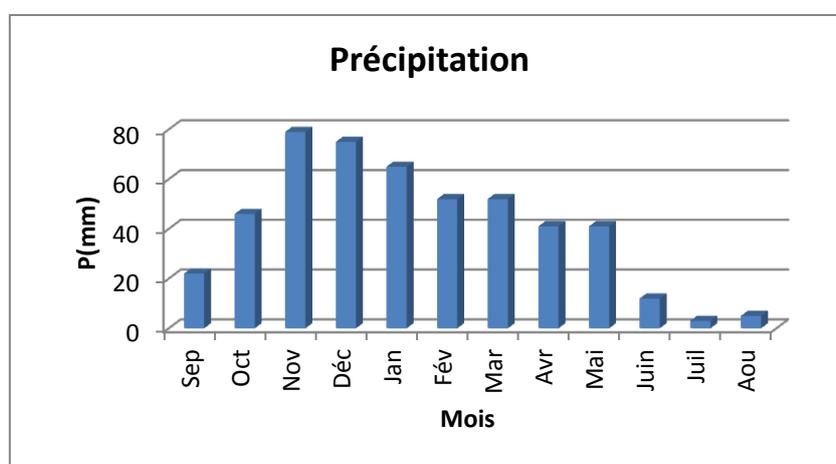
D'après la station pluviométrique de Mediouna, la pluie moyenne annuelle est de 493 mm/an. La répartition mensuelle de cette pluie est la suivante :

**Tableau II.3:** Répartition mensuelle de la pluie moyenne.

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	MOY
<b>P(mm)</b>	22	46	79	75	65	52	52	41	41	12	3	5	493

Source : ANRH d'Alger

On remarque que la valeur maximale des précipitations est enregistrée au mois de novembre 79mm, tandis que le minimum est atteint au mois de juillet avec 3 mm. La variation des précipitations entre le mois le plus sec et le mois le plus humide est de 76 mm.



**Figure II.4 :** Variations mensuelles de la précipitation (mm).

### II.3.3. Humidité relative:

L'humidité est un état de climat qui représente le pourcentage volumique de l'eau existant dans l'atmosphère, sous forme de vapeur, ou bien nombre de gramme de vapeur d'eau contenue dans un mètre cube d'air. Elle est mesurée par l'hygromètre [10].

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

**Tableau II.4 :** humidité mensuelles moyennes (%).

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	MOY
<b>Humidité %</b>	56	66	73	78	79	77	72	65	58	49	46	47	64

Source : ANRH d'Alger

Sur la base des données disponible pour la commune de Mediouna, on remarque que la plus grande valeur d'humidité relative de l'air est atteinte pendant la période hivernale, avec

79% au mois de janvier, et la plus basse pendant la période estivale avec 46% au mois de juillet. La moyenne annuelle de cette région est de 64 %.

#### II.3.4. Le vent :

Il s'agit d'un facteur important dans le système de protection de la station d'épuration.

Les valeurs concernant la vitesse du vent sont représentées dans le tableau suivant :

**Tableau II.5 :** Les valeurs mensuelles moyennes des vitesses du vent.

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	MOY
Vitesse m/s	2.9	2.6	2.7	2.1	2.6	3.2	2.7	3.4	3.3	3.3	3.2	3.0	2.9

Source : ANRH d'Alger

On constate que les vents dominant sont de l'Ouest en hiver et Nord-Est en été. Le vent de sud (sirocco) est toujours sec et chaud, il souffle sur la région du mois de Mai au mois de Septembre.

#### II.4. Situation démographique :

Afin d'estimer la capacité de la future station d'épuration devant recevoir les eaux usées de la ville de Mediouna, il nécessaire de connaître le nombre réel d'habitants et son évolution dans un horizon futur.

L'analyse de l'évolution de la population de la commune de Mediouna est basée sur les données statistiques du recensement général de la population et de l'habitat (RGPH) des quatre dernières périodes (1987,1998, 2008, 2019).

**Tableau II.6 :** La population de la commune de Mediouna (1987/2019).

Horizon	1987	1998	2008	2019
Population	22289	28643	30744	40322
Taux d'accroissement %	3.82 %		2.42 %	2.5 %

Source : RGPH

##### II.4.1. Evaluation de la population :

Pour calculer la population projetée de la commune de Mediouna on applique la formule des intérêts composés :

$$P=P_0(1 + \tau)^n \dots\dots\dots(II.1)$$

Où :

**P** : Population future.

**P<sub>0</sub>** : Population de référence(2019), P<sub>0</sub>=40322 hab.

**τ** : Taux d'accroissement pris égale 2.5 %.

**n** : le nombre d'année entre l'année de référence et l'année d'étude.

**Tableau II.7** : Evaluation de la population future.

Horizon	2019	2030	2040	2050
Population	40322	52928	67753	86729

Donc :

La population à l'horizon **2050** sera :

**P=86729 hab.**

#### II.4.2. Equipements :

Dans la ville de Mediouna, les eaux usées proviennent à la fois des rejets d'habitations et des différents équipements administratifs, scolaires et hospitaliers. Nous pouvons citer donc les équipements suivants :

**Tableau II.8** : Equipements éducatifs de la commune de Mediouna (2019).

Désignations	Equipement	Nombre d'unité	Nombre
<b>Scolaires</b>	Primaire	11	3490
	Moyen	04	2890
	Lycée	02	1560
<b>Sanitaires</b>	Poly Cliniques	01	10
	Salles de soins	04	95
	Centre de santé	02	250
	Pharmacie	01	05
<b>Socio-économiques</b>	Bains Et Douches	02	300
	Mosquées	09	1880
	Station De Service	04	90
	Café	03	450
	Boulangerie	01	03
	Marche	01	20
	Salon De Coiffure	05	75
	Maison De Jeune	01	110
<b>Etablissements</b>	Apc	02	142
	Locaux commerciaux	06	01
	Poste Gendarmerie	01	15
	Poste De Garde Communale	02	20
	Poste De Police	01	15

<b>Culturels et sportifs</b>	Stade	01	01
	Aire de jeux	01	15
	Centre de culture	01	10

Source : RGPH

### II.5. Situation Hydraulique:

La situation hydraulique comprend l'étude du réseau d'alimentation en eau potable et le réseau d'assainissement.

#### II.5.1. Alimentation en eau potable :

##### ➤ Les ressources :

Cette partie a pour objet, l'étude des ressources souterraines. En effet, la ville de MADIOUNA est alimentée à partir d'une batterie de forages au nombre de trois (03) de moyen à faible débit (forage de Ben Alloui de 8 l/s mais il est tarié, forage de Tamdjet de 2 l/s et Transret de 7 l/s)

Tandis que la commune de Beni Zethis s'alimente à partir du Barrage Gargar soit un volume destiné de 600 m<sup>3</sup>/j à partir de la station de traitement.

##### ➤ Capacité de stockage :

La capacité globale de stockage de groupement des communes de MADIOUNA et Beni Zethis s'élève à 6400 m<sup>3</sup> : répartie entre 1850 m<sup>3</sup> destiné à couvrir les besoins de la commune de Beni Zethis ainsi que 4550 m<sup>3</sup> qui est destiné à la commune de Mediouna. La zone éparsée possède quelques châteaux d'eau d'une capacité totale de 3950 m<sup>3</sup>, dont la plus grande capacité ne dépasse pas les 500 m<sup>3</sup>. Selon une dotation qui atteint les 80 l/j/hab.

##### ➤ Distribution :

L'agglomération Chef lieu de Mediouna est alimentée par un réseau d'alimentation en eau potable de type ramifié de différents diamètres (250-160-90-63) mm, en (PVC, PEHD, Acier).

#### II.5.2. Réseau d'assainissement :

L'agglomération de Mediouna dispose d'un réseau d'assainissement de type unitaire une conduite principale Ø 300mm et Ø 1000mm en béton comprimé et PEHD, et déverse directement vers Oued Moghols et Oued Hmimide sans traitement préalable. (Source : ONA Relizane)

### II.6. Choix de l'emplacement de la future station d'épuration :

Avant d'entamer l'étude d'un système d'épuration, il est nécessaire de déterminer le lieu d'implantation de la station. Le choix doit se faire selon différents critères dont les principaux :

- La surface disponible.
- La morphologie du terrain.
- La pédologie du terrain (terrain meuble ou rocheux).
- Le contexte hydrologique (inondabilité de la zone d'implantation).
- Situation géographique et altimétriques (distance minimale par rapport aux agglomérations).
- La maîtrise foncière (fondation des terrains).
- L'occupation des sols.

#### ➤ Localisation du site :

Le site choisi pour la future station d'épuration de la ville de Mediouna se situe dans le douar Tamdjét à l'Est du chef-lieu de la ville avec des coordonnées géographiques (UTM) comme suit:

**Tableau II.9:** Coordonnées de future station d'épuration.

STEP	Coordonnées des rejets UTM 31		localisation
	X	Y	
	300572.56	4002561.60	Tamdjet

### Conclusion :

Ce chapitre nous a permis de décrire le milieu physique (la géographie, topographie, climatologie, géologie), la population et l'assainissement de la région étudiée. D'après les études faites nous concluons que la zone d'étude est une région sensible et vulnérable à la pollution des forages et des verges agricoles et qu'elle nécessite un assainissement et une épuration de ses eaux usées.

# *Chapitre III*

*Enquête de pollution et collecte des  
données de basse*

## Enquête de pollution et collecte des données de basse

### Introduction :

Dans un projet de conception d'une station d'épuration, l'évaluation des débits et des caractéristiques des eaux usées à traiter (les charges polluantes) est indispensable car il s'agit des facteurs de base de dimensionnement des ouvrages d'une station de traitement des eaux usées.

### III.A. Estimation des charges polluantes :

Dans cette partie de notre étude, nous nous intéressant à la qualité des eaux usées, qui peuvent contenir divers types de pollutions (organiques, microbiologiques, minérales ou toxiques).

#### III.A.1. Prélèvement et échantillonnage :

Les principales mesures à effectuer sur l'échantillon de rejet sont : La DBO, DCO, MES, PH ...etc. qui vont ensuite exprimer la charge polluante.

Les campagnes d'échantillonnages et d'analyse ont été réalisées au niveau du SEAAL (Société des Eaux et de l'Assainissement d'Alger). On a pris l'échantillon de la région en le point de surveillance par rejet n°1 MEDIUMA.

#### III.A.2. Résultats d'analyse :

Les tableaux ci –dessous récapitulent l'ensemble des valeurs expérimentales et différents paramètres qui caractérisent l'effluent.

**Tableau III.1:** Récapitulatif des résultats de l'analyse des eaux usées effectuées le 24/07/2019

Paramètres	Unités	Valeurs (11 <sup>h</sup> :00)
PH	/	6.91
Température	°C	21
Oxygène dissous	mg/l	3.54
DBO <sub>5</sub>	mg/l	246
DCO	mg/l	480
MES	mg/l	230
Rapport DCO/DBO <sub>5</sub>	/	1.95
Couleurs	/	noirâtre

**III.A.3. Interprétation des résultats :**

Les valeurs des paramètres de pollution des eaux usées brutes à caractère domestique sont :

**Tableau III.2 :** Normes de la pollution à l'entrée de la station d'épuration.

Paramètres	Unités	Echelle -Variation
<b>PH</b>	/	6.5 à 8.5
<b>Température</b>	/	30
<b>DBO5</b>	(mg/l)	100 à 400
<b>DCO</b>	(mg/l)	300 à 1000
<b>MES</b>	(mg/l)	150 à 500

**III.A.3.1. PH :** Le pH a été mesuré sur le terrain au moment du prélèvement. Pour une eau usées urbain, le pH varie entre 6.5 et 8.5, dans notre cas l'effluent à un pH qui se rapproche à un pH basic (6.91) cette fourchette correspond aux normes de rejet donc ce vecteur ne nécessitera pas le traitement biologique.

**III.A.3.2. Demande biologique en oxygène DBO<sub>5</sub> :** la valeur de DBO<sub>5</sub> est 246 mg/l, on est donc dans les normes des eaux usées (voir tableau III.2).

**III.A.3.3. Demande chimique en oxygène DCO :** la valeur de DCO est de 480 mg/l, on pourra dire qu'on est dans les normes d'une eau usée domestique (voir tableau III.2).

**III.A.3.4. La matière en suspension (MES):** Les résultats des analyses montrent que les teneurs des MES de l'ensemble des échantillons ont des valeurs d'une eau usée urbaine qui se situent entre 150 et 500 mg/l, donc la valeur de MES est dans les normes.

**III.A.3.5. Les métaux lourds:** Les teneurs des métaux lourds, analysés les valeurs sont inférieures à la norme des rejets acceptés par le milieu récepteur, donc aucun traitement spécifique ne sera prévu pour la détermination de la filière d'épuration.

**III.A.3.6. Rapport de biodégradabilité DCO/DBO<sub>5</sub> :** Le rapport DCO/DBO<sub>5</sub> permet d'apprécier la biodégradabilité de la matière organique, il est en général proche de 1.5 pour les eaux de vannes, de 2 pour les eaux usées urbaines et varie entre 3 et 5 pour les effluents issus des stations d'épuration, l'élévation de ce rapport nous indique un accroissement des matières organiques non biodégradables. Dans notre cas, Le rapport de DCO/DBO<sub>5</sub> reste

dans la norme il est de 1.95 (<2), Ce rapport montre que les rejets de la ville de Mediouna contiennent pratiquement que des matières organiques biodégradables.

## Conclusion

A partir des résultats d'analyses obtenus, nous pouvons conclure ce qui suit :

- ✓ L'eau de rejet interceptée dans les collecteurs principaux des eaux usées de la ville de Mediouna présentent une pollution organique d'origine urbaine, les valeurs de DBO<sub>5</sub> et DCO mesurées montrent que le rejet est biodégradable.
- ✓ Un simple traitement biologique classique permet de réaliser un abattement de la pollution organique, donc la filière de traitement qui sera adaptées pour le dimensionnement de la station d'épuration sera de type urbain d'où le choix du procédé d'épuration biologique à boues activées.

## III.B. Estimation des charges hydrauliques :

Les débits d'eaux usées à considérer dans une étude de conception d'une STEP correspondent essentiellement aux débits d'eaux usées domestique et aux débits d'eaux usées des équipements.

### III.B.1. Evaluation des besoins en eau :

#### III.B.1.1. Besoins domestiques :

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

$$Q_{\text{cons}} = \text{dot} \times N_{\text{hab}} \dots\dots\dots \text{(III.1)}$$

Avec :

$Q_{\text{cons}}$  : le débit de consommation domestique.

$\text{dot}$  : la dotation (150 l/hab/j).

$N_{\text{hab}}$  : nombre d'habitants.

Donc on aura :

**Tableau III.3** : récapitulatif des besoins domestiques.

Agglomération	Horizons	
	2030	2050
Population	52928	86729
Dotation (l/hab/j)	150	
$Q_{\text{con}}$ (m <sup>3</sup> /j)	7939.2	13009.35

**III.B.1.2. Besoin des équipements :****Tableau III.4 :** évaluation des besoins des équipements.

Désignations	Equipement	Nombre d'unité	Quantité	Dotation (l/unité/j)	Q <sub>équi</sub>
<b>Scolaires</b>	Primaire	11	3490	5	17.45
	Moyen	04	2890	5	14.45
	Lycée	02	1560	5	7.8
<b>Sanitaires</b>	Poly Cliniques	01	10	10	0.1
	Salles de soins	04	95	5	0.475
	Centre de santé	02	250	10	2.5
<b>Socio-économiques</b>	Bains Et Douches	02	300	10	3
	Mosquées	09	1880	5	9.4
	Station De Service	04	90	10	0.9
	Café	03	450	10	4.5
	Marche	01	20	15	0.3
	Salon De Coiffure	05	75	5	0.375
	Maison De Jeune	01	110	2	0.22
<b>Etablissements</b>	Apc	02	142	5	0.71
	Locaux commerciaux	06	15	20	0.3
	Poste Gendarmerie	01	15	5	0.075
	Poste De Garde	02	20	5	0.1
	Poste De Police	01	15	2	0.03
<b>Culturels et sportifs</b>	Stade	01	01	100	0.1
	Aire de jeux	01	15	5	0.075
	Centre de culture	01	10	5	0.05
<b>TOTAL</b>					<b>62.91</b>

**III.B.1.3. Calcul le besoin total:**

C'est la somme des débits (débit de consommation et le débit d'équipement).

$$Q_{cons\ tot} = Q_{cons} + Q_{equip} \dots\dots\dots (III.2)$$

Donc on aura :

➤ **pour l'horizon 2030 :**

$$Q_{cons\ tot} = 7939.2 + 62.91 = 8002.11 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$Q_{cons\ tot} = 8002.11 \text{ m}^3/\text{j}$$

➤ **pour l'horizon 2050 :**

$$Q_{cons\ tot} = 13009.35 + 62.91 = 13072.26 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$Q_{cons\ tot} = 13072.26 \text{ m}^3/\text{j}$$

Pour éviter le risque des fuites et de gaspillage on fait une majoration de 15 % donc on

aura :  $Q'_{con\ tot} = Q_{con\ tot} \times 1.15$  ..... (III.3)

➤ pour l'horizon 2030 :

$$Q'_{cons\ tot} = 8002.11 \times 1.15 = 9202.43 \text{ m}^3/\text{j} \quad Q'_{cons\ tot} = 9202.43 \text{ m}^3/\text{j}$$

➤ pour l'horizon 2050 :

$$Q'_{cons\ tot} = 13072.26 \times 1.15 = 15033.1 \text{ m}^3/\text{j} \quad Q'_{cons\ tot} = 15033.1 \text{ m}^3/\text{j}$$

### III.B.2. Evaluation des débits d'eaux usées :

#### III.B.2.1. Débit moyen journalier évacué ( $Q_{moy,j}$ ) :

Le calcul des débits d'eaux usées est déterminé à partir de la relation suivante :

$$Q_{moy,j} = Q'_{cons\ tot} \times C_r$$
 ..... (III.4)

Avec :

$Q_{moy,j}$  : débit moyen journalier évacué.

$Q'_{cons\ tot}$  : débit de consommation urbain.

$C_r$  : coefficient de réduction (80%).

➤ pour l'horizon 2030 :

$$Q_{moy,j} = 9202.43 \times 0.8 = 7361.94 \text{ m}^3/\text{j} \quad Q_{moy,j} = 7361.94 \text{ m}^3/\text{j}$$

➤ pour l'horizon 2050 :

$$Q_{moy,j} = 15033.1 \times 0.8 = 12026.48 \text{ m}^3/\text{j} \quad Q_{moy,j} = 12026.48 \text{ m}^3/\text{j}$$

#### III.B.2.2. Débit moyen horaire :

Le débit moyen horaire est donné par la relation suivante :

$$Q_{moy,h} = Q_{moy,j} / 24$$
 ..... (III.5)

Donc on aura :

➤ pour l'horizon 2030 :

$$Q_{moy,h} = 7361.94 / 24 = 306.75 \text{ m}^3/\text{h} \quad Q_{moy,h} = 306.75 \text{ m}^3/\text{h}$$

➤ pour l'horizon 2050 :

$$Q_{moy,h} = 12026.48 / 24 = 501.1 \text{ m}^3/\text{h} \quad Q_{moy,h} = 501.1 \text{ m}^3/\text{h}$$

#### III.B.2.3. Débit diurne :

Le débit diurne correspond à la période diurne de 16 heures consécutives au cours de laquelle la station reçoit le plus grand volume d'eau usée, soit :

$$Q_d = Q_{moy,j} / 16$$
 ..... (III.6)

➤ Pour l'horizon 2030 :

$$Q_d = 7361.94 / 16 = 460.12 \text{ m}^3/\text{h} \quad Q_d = 460.12 \text{ m}^3/\text{h}$$

➤ **Pour l'horizon 2050 :**

$$Q_d = 12026.48 / 16 = 751.65 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_d = 751.65 \text{ m}^3/\text{h}$$

**III.B.2.3. Débit de pointe par temps sec :**

Le débit de pointe est calculé à partir de la formule suivante :

$$Q_{pts} = Q_{moy,j} \times C_p \dots \dots \dots (III.7)$$

Avec :

$C_p$  : coefficient de pointe.

$Q_{moy,j}$  : débit moyen journalier.

Le coefficient de pointe est calculé à partir du débit moyen journalier par la formule qui suit:

$$C_p = \begin{cases} 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{Q_{moy,j}}} & \text{Si } Q_{moy,j} \geq 2.8 \text{ l/s} \\ 3 & \text{Si } Q_{moy,j} < 2.8 \text{ l/s} \end{cases}$$

Donc on aura :

➤ **Pour l'horizon 2030 :**

On a  $Q_{moy,j} = 7361.94 \text{ m}^3/\text{j} = 85.21 \text{ l/s} > 2.8 \text{ l/s} \implies C_p = 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{85.21}} = 1.77$

Donc  $Q_{pts} = 1.77 \times 7361.94 = 13030.63 \text{ m}^3/\text{j}$   $Q_{pts} = 13030.63 \text{ m}^3/\text{j}$

➤ **Pour l'horizon 2050 :**

On a  $Q_{moy,j} = 12026.48 \text{ m}^3/\text{j} = 139.2 \text{ l/s} > 2.8 \text{ l/s} \implies C_p = 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{85.21}} = 1.71$

Donc  $Q_{pts} = 1.71 \times 12026.48 = 20565.28 \text{ m}^3/\text{j}$   $Q_{pts} = 20565.28 \text{ m}^3/\text{j}$

**III.B.2.4. Débit de pointe en temps de pluie (débit de station) :**

Afin d'éviter une surcharge hydraulique dans la station d'épuration lors des précipitations, la station est dimensionnée pour un débit maximal correspondant à un débit de pointe par temps de pluie. «  $Q_{ptp}$  ».

Le débit des eaux usées allant vers la station en temps de pluie, se calcule par la relation suivante :

$$Q_{ptp} = (2-5) Q_{pts} \dots \dots \dots (III.8)$$

Nous prenons :  $Q_{ptp} = 3 \times Q_{pts}$

Donc on aura :

➤ **Pour l'horizon 2030 :**

$Q_{ptp} = 3 \times 13030.63 = 39091.9 \text{ m}^3/\text{j}$   $Q_{ptp} = 39091.9 \text{ m}^3/\text{j}$

➤ **Pour l'horizon 2050 :**

$Q_{ptp} = 3 \times 20565.28 = 61695.84 \text{ m}^3/\text{j}$   $Q_{ptp} = 61695.84 \text{ m}^3/\text{j}$

### III.B.2.5. Nombre d'équivalent d'habitants (capacité de la STEP) :

La capacité de la future station d'épuration de la ville de Mediouna en termes de débit sera de **7361.94** m<sup>3</sup>/j pour la première phase (2030) et **12026.48** m<sup>3</sup>/j pour la deuxième phase (2050). La population équivalente estimée à partir de la formule suivante :

$$N_{Eq} = \frac{Q_{moy,j}}{dot \times 80\%} \dots\dots\dots (III.9)$$

Avec :

$Q_{moy,j}$  : Débit moyen journalier des eaux usées.

$dot$  : Dotation pour les deux horizons (150 l/hab/jour).

Donc on aura :

- **La première phase 2030 :**  **$N_{Eq}=61350$  Eq hab**
- **La deuxième phase 2050 :**  **$N_{Eq}=100221$  Eq hab**

### III.B.3. Evaluation des charges polluantes :

Pour la détermination de la composition de l'effluent qui arrive à la station d'épuration, il est utile d'avoir des renseignements exacts, et en première approximation des données spécifiques permettant une première approche du problème d'épuration.

La charge polluante est fonction de plusieurs paramètres :

- ✓ Le type de réseau d'assainissement.
- ✓ Le niveau de vie.
- ✓ La dotation journalière en eau potable.

Pour le cas de la ville de MEDIOUNA, on se basera sur les analyses effectuées le 24/07/2019 :

- $C_{DBO_5}$  : 246 mg/l.
- $C_{DCO}$  : 480 mg/l.
- $C_{MES}$  : 230 mg/l.

#### III.B.3.1. la charge moyenne journalière en $DBO_5$ :

$$DBO_5 = C_{DBO_5} \times Q_{moy,j} \dots\dots\dots (III.10)$$

Avec :

$DBO_5$  : la charge moyenne journalière en  $DBO_5$  (Kg/j)

$C_{DBO_5}$  : la concentration en  $DBO_5$  moyenne (Kg/m<sup>3</sup>)

$Q_{moy,j}$  : Débit moyen journalier en (m<sup>3</sup>/j)

**III.B.3.2. La charge moyenne journalière en DCO :**

$$DCO = C_{DCO} \times Q_{moy,j} \dots\dots\dots (III.11)$$

Avec :

DCO : la charge moyenne journalière en DCO (Kg/j)

 $C_{DCO}$  : la concentration en DCO moyenne (Kg/m<sup>3</sup>) $Q_{moy,j}$  : Débit moyen journalier en (m<sup>3</sup>/j)**III.B.3.3. La charge moyenne journalière en MES :**

$$MES = C_{MES} \times Q_{moy,j} \dots\dots\dots (III.12)$$

Avec :

MES : la charge moyenne journalière en MES (Kg/j)

 $C_{MES}$  : la concentration en MES moyenne (Kg/m<sup>3</sup>) $Q_{moy,j}$  : Débit moyen journalier en (m<sup>3</sup>/j)

Les résultats de calcul des différentes charges polluantes pour les deux horizons sont illustrés dans le tableau III.5 :

**Tableau III.5** : Les charges polluantes.

Horizon d'étude		2030	2050
<b>Débit moyen journalier <math>Q_{moy,j}</math></b>	m <sup>3</sup> /j	7361.94	12026.48
<b>Concentrations moyennes des eaux brutes</b>	mg DBO <sub>5</sub> /l	246	
	mg DCO /l	480	
	mg MES /l	230	
<b>Charge journalières en DBO<sub>5</sub></b>	Kg/j	1811.04	2958.51
<b>Charge journalières en DCO</b>	Kg/j	3533.73	5772.71
<b>Charge journalières en MES</b>	Kg/j	1693.25	2766.1

**Conclusion :**

Après avoir déterminé les charges hydrauliques et polluantes des eaux usées rejeté dans notre agglomération, il nous sera possible de dimensionner les ouvrages constituant la station d'épuration pour les différents horizons. Le tableau suivant abrège les données de bases pour le dimensionnement de notre filière de traitement.

**Tableau III.6 :** Récapitulatif des valeurs des charges hydrauliques et polluantes.

Paramètres			2030	2050
- Type de réseau			Unitaire	
- Nature des eaux usées			Urbaines	
- Nombre d'équivalent habitant			61350	100221
<b>Charges Hydrauliques</b>				
- Débit moyen journalier	m <sup>3</sup> /j		7361.94	12026.48
- Débit moyen horaire	m <sup>3</sup> /h		306.75	501.1
- Débit moyen diurne	m <sup>3</sup> /h		460.12	751.65
- Débit de pointe par temps sec	m <sup>3</sup> /j		13030.63	20565.28
- Débit de pointe en temps de pluie	m <sup>3</sup> /j		39091.9	61695.84
<b>Charges Polluantes</b>				
<b>DBO<sub>5</sub></b>	- Concentration	mg/l	246	
	- Charge polluante	Kg/j	1811.04	2958.51
<b>DCO</b>	- Concentration	mg/l	480	
	- Charge polluante	Kg/j	3533.73	5772.71
<b>MES</b>	- Concentration	mg/l	230	
	- Charge polluante	Kg/j	1693.25	2766.1

# *Chapitre IV*



*Dimensionnement de la station  
d'épuration*

## Dimensionnement de la station d'épuration

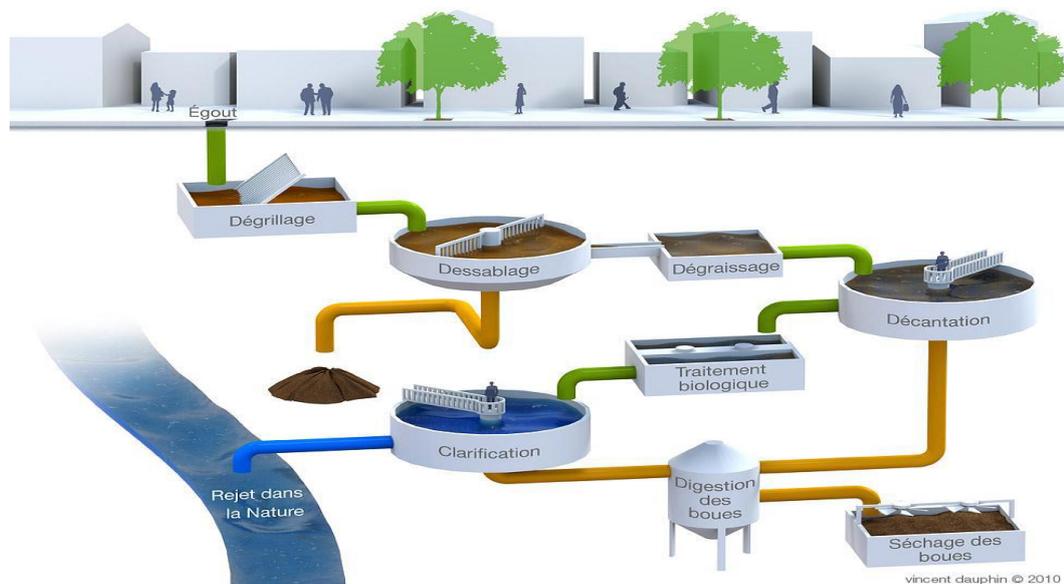
### Introduction :

La dépollution des eaux usées urbaines nécessite une succession d'étapes faisant appel à des traitements physiques, physico-chimiques et biologiques. L'épuration doit permettre au minimum d'éliminer la majeure partie de la pollution carbonée.

L'épuration biologique restera sans doute encore longtemps le mode de traitement le plus utilisé pour assurer l'élimination de la pollution organique biodégradable des effluents urbains, car de loin le plus économique en exploitation, le traitement par boues activées est le type de traitement le plus dominant dans le monde entier. Sur cette base, nous avons dimensionné les ouvrages suivants :

- Dégrillage, dessablage-déshuilage : pour effectuer le prétraitement.
- Décanteur primaire: permet de piéger une première partie de la pollution particulaire et de produire des boues primaires.
- Bassin d'aération : pour maintenir une bonne activité des bactéries pour assurer une élimination correcte de la pollution carbonée et azotée.
- Clarificateur : pour assurer la séparation gravitaire de la boue et de l'eau épurée rejetée dans le milieu récepteur.
- Epaisseur, Digesteur, lits de séchage : Pour effectuer le traitement des boues en excès qui assure la stabilisation et le séchage des boues.

L'installation d'une station d'épuration par boue activées comprend successivement (figure IV. 1) :



**Figure IV.1:** la chaîne de traitement d'une station par boues activées.

## IV.A. Prétraitement

Les prétraitements ou traitements préliminaires, permettent d'éliminer les matières grossières véhiculées par l'effluent tels que : papiers, débris de toute sorte ainsi que les sables et les huiles, pour éviter le colmatage et la corrosion des canalisations et pour ne pas perturber le fonctionnement des ouvrages ultérieurs.

Les principales opérations des prétraitements sont :

- Le dégrillage.
- Le dessablage.
- Le déshuilage-dégraissage.

### IV.A.1. Dégrillage :

Le dégrillage permet :

- ✓ De protéger la station contre l'arrivée des gros objets susceptibles de provoquer des bouchages dans les différentes unités de l'installation.
- ✓ De séparer et d'évacuer facilement les matières volumineuses charriées par l'eau brute, qui pourraient nuire à l'efficacité des traitements suivants ou compliquer l'exécution.

En fonction de l'écartement des barreaux on peut distinguer :

- Le dégrillage fin: écartement de 3 à 10 mm.
- Le dégrillage moyen: écartement de 10 à 25 mm.
- Le dégrillage grossier: écartement de 50 à 100 mm.

L'élimination des matières retenues par les barreaux des grilles peut s'effectuer manuellement ou mécaniquement, on distingue :

#### a) Grilles manuelles :

Composées de barreaux inclinés de 60° à 80° sur l'horizontale. Les refus sont éliminés à l'aide de râtaux. On utilise ces grilles généralement pour les stations moyennes.

La surface de ces grilles doit être calculée largement pour en éviter la nécessité d'intervention trop fréquente pour le nettoyage.

#### b) Grilles mécaniques :

Elles sont destinées aux stations importantes, ou pour les eaux brutes très chargées en matières grossières.

La manœuvre automatique de la grille permet éviter le colmatage rapide des canalisations.

On distingue :

- **Grilles courbes :**

Ce type de grille a l'avantage de présenter une grande surface utile, le nettoyage est assuré par un ou deux peignes montés à l'extrémité de bras et tournant autour d'un axe horizontal.

- **Grilles droites :**

Le champ de grilles réalisé en barreaux de section rectangulaire ou trapézoïdale (réduisant le risque de coincement des matières solides), généralement incliné de 60° à 80°.

**IV.A.1.1. Dimensionnement du dégrilleur :**

**1) La largeur des grilles :**

Pour le calcul de la grille on applique la formule de KIRSCHMER suivante : [12]

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

Avec :

**L** : largeur de la grille.

**α** : angle de l'inclinaison de la grille (α=60°).

**h<sub>max</sub>** : hauteur maximale admissible sur une grille.

**σ** : Coefficient de colmatage de la grille égale à 0.5

**S** : surface de passage de l'effluent  $S = \frac{Q_p}{V} \dots\dots\dots (IV.2)$

tel que :

**V** : vitesse d'écoulement (m/s)

**Q<sub>ptp</sub>** : débit de point (débit de la station)

**β** : fraction de la surface occupée par les grilles.  $\beta = \frac{d}{d + e} \dots\dots\dots (IV.3)$

tel que :

**d** : épaisseur des barreaux

**e** : espacement des barreaux

L'expression devient alors :

$$L = \frac{Q_{ptp} \cdot \sin \alpha}{V \cdot h_{\max} (1 - \beta) \sigma} (m) \dots\dots\dots (IV.4)$$

**Horizon 2030**

Données :

$$Q_{\text{ptp}} = 39091.9 \text{ m}^3/\text{j} = 0.45 \text{ m}^3/\text{s}, \quad h_{\text{max}} = 1\text{m}, \quad V = 1\text{m/s}, \quad \alpha = 60^\circ, \quad \sigma = 0.5$$

⇒ **La grille grossière:**

On prend :  $d = 2\text{cm}, \quad e = 5\text{cm}, \quad \beta = 0.29$

Donc 
$$L = \frac{0.45 \times \sin(60)}{1 \times 1(1 - 0.29)0.5} = 1.1\text{m} \quad \mathbf{L = 1.1 m}$$

⇒ **La grille fine:**

On prend :  $d = 1\text{cm}, \quad e = 0.3 \text{ cm}, \quad \beta = 0.77$

Donc 
$$L = \frac{0.45 \times \sin(60)}{1 \times 1(1 - 0.77)0.5} = 3.4\text{m} \quad \mathbf{L = 3.4 m}$$

**Horizon 2050**

Données :

$$Q_{\text{ptp}} = 61695.84\text{m}^3/\text{j} = 0.71 \text{ m}^3/\text{s}, \quad h_{\text{max}} = 1\text{m}, \quad V = 1\text{m/s}, \quad \alpha = 60^\circ, \quad \sigma = 0.5$$

⇒ **La grille grossière:**

On prend :  $d = 2\text{cm}, \quad e = 5\text{cm}, \quad \beta = 0.29$

Donc 
$$L = \frac{0.71 \times \sin(60)}{1 \times 1(1 - 0.29)0.5} = 1.73\text{m} \quad \mathbf{L = 1.73 m}$$

⇒ **La grille fine:**

On prend :  $d = 1\text{cm}, \quad e = 0.3 \text{ cm}, \quad \beta = 0.77$

Donc 
$$L = \frac{0.71 \times \sin(60)}{1 \times 1(1 - 0.77)0.5} = 5.35\text{m} \quad \mathbf{L = 5.35 m}$$

**IV.A.1.2. Calcul des pertes de charge :**

Selon KIRSCHMER les pertes de charge au niveau de la grille, sont fonction de la forme des barreaux, la vitesse d'approche et l'inclinaison de la grille.

Elles peuvent être calculées par la formule suivante [13] :

$$\Delta H = \beta \left(\frac{d}{e}\right)^3 \frac{V^2}{2g} \sin \alpha \dots\dots\dots \mathbf{(IV.5)}$$

Avec :

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

$\beta$  : coefficient dépendant de la forme des barreaux.

$d$ : épaisseur des barreaux (cm).

$e$  : espacement entre les barreaux (cm).

$g$  : accélération de la pesanteur ( $g=9m/s^2$ ).

$\alpha$  : angle d'inclinaison de la grille.

#### ⇒ La grille grossière:

On a :

$$\beta = 1,79 \text{ (Barreaux de section circulaire) [12] , } d = 2 \text{ cm , } e = 5 \text{ cm , } \alpha = 60^\circ , V = 1 \text{ m / s}$$

Donc :

$$\Delta H = 1,79 \left(\frac{2}{5}\right)^{\frac{4}{3}} \frac{(1)^2}{2 \cdot 9,81} \sin 60^\circ = 2.32 \text{ cm} \quad \Delta H = 2.32 \text{ cm}$$

#### ⇒ La grille fine:

On a :

$$\beta = 1,79 \text{ (Barreaux de section circulaire) , } d = 1 \text{ cm , } e = 0.3 \text{ cm , } \alpha = 60^\circ , V = 1 \text{ m / s}$$

Donc :

$$\Delta H = 1,79 \left(\frac{1}{0.3}\right)^{\frac{4}{3}} \frac{(1)^2}{2 \times 9,81} \sin 60^\circ = 40 \text{ cm} \quad \Delta H = 40 \text{ cm}$$

### IV.A.2 : Dessablage-Déshuilage :

Le bassin de dessablage-déshuilage permet d'éliminer les matières granuleuses comme les graviers, les sables, matières minérales en suspension, d'huiles qui peuvent perturber le traitement biologique.

Cette phase de prétraitement est réalisée dans un dessableur-déshuileur de type aéré longitudinal, l'injection de l'air assure une turbulence constante qui évite le dépôt des matières organiques.

Il est composé de deux zones :

- ✓ La première aérée pour le dessablage : les sables et les matières lourdes sont récupérées au fond de l'ouvrage.
- ✓ La seconde zone est réservée pour la récupération des huiles et des graisses qui sont récupérées en surface.

**IV.A.2.1. Dimensionnement du bassin de dessablage-déshuilage :**

L'insufflation de l'air permet la remontée des huiles en surface et seront éliminés par raclage, et les sables par sédimentation.

Pour qu'il y ait sédimentation des particules il faut que l'inégalité suivante soit vérifiée :

$$\frac{L}{H} \leq \frac{V_e}{V_s} \dots\dots\dots \text{(IV.6)}$$

Avec :

$V_e$  : la vitesse horizontale (vitesse d'écoulement  $V_e : 0.2 < V_e < 0.5$  m/s) [12].

$V_s$  : vitesse de sédimentation ( $V_s : 40 < V_s < 70$  m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/h) [12].

$L$  : longueur de bassin.

$H$  : profondeur de bassin,  $H = (1-2.5)$  m

$L/H = (10-15)$ .

Le temps de séjour et compris entre 3 à 10 minute au débit de pointe.

On opte pour un dessableur-déshuileur de forme rectangulaire.

**Horizon 2030**

On prend:

$Q_{ptp} = 0.45 \text{ m}^3/\text{s}, \quad V_e = 0.3 \text{ m/s}, \quad V_s = 50 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h} = 0.014 \text{ m/s}, \quad H = 1.5 \text{ m}, \quad t_s = 5 \text{ min}$

**1) Le volume du bassin:**

$V = Q_{ptp} \times t_s = 0.45 \times 5 \times 60 = 135 \text{ m}^3 \qquad \qquad \qquad \mathbf{V = 135 \text{ m}^3}$

**2) La surface horizontale:**

$S_h = V/H = 135/1.5 = 90 \text{ m}^2 \qquad \qquad \qquad \mathbf{S_h = 90 \text{ m}^2}$

**3) La longueur du bassin:**

$L/H = 10 \quad \Rightarrow \quad L = 10 \times 1.5 = 15 \text{ m} \qquad \qquad \qquad \mathbf{L = 15 \text{ m}}$

**4) La largeur du bassin:**

$S_h = L \times l \quad \Rightarrow \quad l = S_h/L = 90/15 = 6 \text{ m} \qquad \qquad \qquad \mathbf{l = 6 \text{ m}}$

**5) 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.

$$q_{\text{air}} = Q_{\text{ptp}} \times V \dots\dots\dots (\text{IV.7})$$

Avec :

- $Q_{\text{ptp}}$ : débit de la station.
- $V$  : le volume d'air à injecter, on prend  $V=1.5 \text{ m}^3 \text{ d'air/m}^3$ .

Donc

$$q_{\text{air}} = 0.45 \times 1.5 = 0.675 \text{ m}^3 \text{ d'air/s}$$

$$q_{\text{air}} = 2430 \text{ m}^3 \text{ d'air/h}$$

**IV.A.2.2. Calcul des quantités des matières éliminées par le dessableur :**

On considère :

- Les matières minérales (MM) représentent 30% des matières en suspension MES total.
- Les matières volatiles en suspension (MVS) représentent 70% des MES total.
- Le dessableur élimine 70% des matières minérales (MM).

On a :

- la charge en MES à l'entrée de dessableur est : MES=1693.25 Kg/j

- la charge en MVS contenue dans les MES est :

$$MVS = 0.7 \times \text{MES} = 0.7 \times 1693.25 = 1185.3 \text{ Kg/j} \quad \text{MVS} = 1185.3 \text{ Kg/j}$$

✓ la charge en MM contenue dans les MES est:

$$MM = 0.3 \times \text{MES} = 0.3 \times 1693.25 = 507.97 \text{ Kg/j} \quad \text{MM} = 507.97 \text{ Kg/j}$$

- **la quantité des MM éliminée par le dessableur-déshuileur :**

$$MM_e = 0.7 \times MM = 0.7 \times 507.97 = 355.6 \text{ Kg/j} \quad \text{MM}_e = 355.6 \text{ Kg/j}$$

- **la quantité des MM restante :**

$$MM_r = MM - MM_e = 507.97 - 355.6 = 152.4 \text{ Kg/j} \quad \text{MM}_r = 152.4 \text{ Kg/j}$$

- **la quantité des MES sortant du dessableur-déshuileur :**

$$MES_s = MVS + MM_r = 1185.3 + 152.4 = 1337.7 \text{ Kg/j} \quad \text{MES} = 1337.7 \text{ Kg/j}$$

**HORIZON 2050 (Extension)**

Pour cet horizon (extension), on dimensionne le dessableur-déshuileur avec la différence des débits des deux horizons :

$$Q_{\text{ptp}} = Q_{\text{ptp (2050)}} - Q_{\text{ptp (2030)}}$$

$$\text{Donc : } Q_{\text{ptp}} = 0.71 - 0.45 = 0.26 \text{ m}^3/\text{s} \quad Q_{\text{ptp}} = 0.26 \text{ m}^3/\text{s}$$

On garde les mêmes caractéristiques du dessableur que celle pour l'horizon 2030.

**1) Le volume du bassin:**

$$V = Q_{\text{ptp}} \times t_s = 0.26 \times 5 \times 60 = 78 \text{ m}^3 \quad V = 78 \text{ m}^3$$

**2) La surface horizontale:**

$$S_h = V/H = 78/1.5 = 52 \text{ m}^2 \quad S_h = 52 \text{ m}^2$$

**3) La longueur du bassin:**

$$L/H = 10 \quad \Rightarrow \quad L = 10 \times 1.5 = 15 \text{ m} \quad L = 15 \text{ m}$$

**4) La largeur du bassin:**

$$S_h = L \times l \quad \Rightarrow \quad l = S_h/L = 52/15 = 3.5 \text{ m} \quad l = 3.5 \text{ m}$$

**5) Le volume d'air à insuffler dans le dessableur :**

$$q_{\text{air}} = Q_{\text{ptp}} \times V = 0.26 \times 1.5 = 0.39 \text{ m}^3 \text{ d'air/s} \quad q_{\text{air}} = 1404 \text{ m}^3 \text{ d'air/h}$$

**6) Calcul des quantités des matières éliminées par le dessableur :**

Et la même chose pour les charges à l'entrée tel que :

$$\text{MES} = \text{MES}_{(2050)} - \text{MES}_{(2030)} = 2766.1 - 1693.25$$

$$- \text{MES} = 1072.85 \text{ Kg/j}$$

$$- \text{MVS} = 751 \text{ Kg/j}$$

$$- \text{MM} = 321.85 \text{ Kg/j}$$

- la quantité des MM éliminée par le dessableur-déshuileur :

$$\text{MM}_e = 0.7 \times \text{MM} = 0.7 \times 321.85 = 225.3 \text{ Kg/j} \quad \text{MM}_e = 225.3 \text{ Kg/j}$$

✓ la quantité des MM restante :

$$\text{MM}_r = \text{MM} - \text{MM}_e = 321.85 - 225.3 = 96.55 \text{ Kg/j} \quad \text{MM}_r = 96.55 \text{ Kg/j}$$

✓ la quantité des MES sortant du dessableur-déshuileur :

$$\text{MES}_s = \text{MVS} + \text{MM}_r = 751 + 96.55 = 847.55 \text{ Kg/j} \quad \text{MES} = 847.55 \text{ Kg/j}$$

Le tableau suivant résume les résultats de dimensionnement du traitement préliminaire (prétraitement) pour les deux horizons :

**Tableau IV.1:** Dimensionnement du prétraitement.

Désignation	unité	Horizon	
		2030	2050 (Extension)
<b>Dégrilleur</b>			
<b>1. Grille Grossière</b>			
- largeur de la grille	m	1.1	1.73
- perte de charge $\Delta H$	cm	2.32	
<b>2. Grille fine</b>			
- largeur de la grille	m	3.4	5.35
- perte de charge $\Delta H$	cm	40	
<b>Dessableur-Déshuileur</b>			
- Débit de pointe ( $Q_{ptp}$ )	m <sup>3</sup> /s	0.45	0.26
- Volume du bassin (V)	m <sup>3</sup>	135	78
- surface horizontale ( $S_h$ )	m <sup>2</sup>	90	52
- Hauteur (H)	m	1.5	1.5
- longueur (L)	m	15	15
- largeur (l)	m	6	3.5
- Temps de séjour (ts)	min	5	5
- quantité d'air ( $q_{air}$ )	m <sup>3</sup> /h	2430	1404
- MES à l'entrée de dessableur	Kg/j	1693.25	1072.85
- MVS	Kg/j	1185.3	751
- MM	Kg/j	507.97	321.85
- MM éliminé	Kg/j	355.6	225.3
- MM restante	Kg/j	152.4	96.55
- MES <sub>1</sub> sortants du dessableur	Kg/j	1337.7	847.55

### IV.B. Traitement Primaire

Le processus principal du traitement primaire est la décantation qui permet une séparation de deux phases liquide solide basées sur le phénomène de sédimentation, a pour but :

- ✓ D'éliminer 30 à 35% de la DBO<sub>5</sub>, 60% des MES et 90% des matières décantables.
- ✓ 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.

#### IV.B.1 Dimensionnement du décanteur primaire :

Dans notre étude, on opte pour un décanteur primaire de forme circulaire, car ce type présente quelques avantages par rapport au décanteur rectangulaire, leurs constructions est relativement économique en raison de la faible épaisseur des parois circulaires de béton armé et de la faible densité d'armatures, ainsi que pour les parties mobiles immergées ne sont pas sujettes à l'abrasion.

Le calcul du décanteur primaire se fera en fonction de la vitesse de chute limitée des particules et du temps de séjours de l'effluent et la charge d'effluent en pollution. Le temps de séjours est compris entre 1 et 2 heures. [12]

La charge superficielle (vitesse limite de chute) qui est définie par :

$$V_{lim} = Q_{ptp} / S \dots\dots\dots (IV.8)$$

Avec :

$Q_{ptp}$  : débit de la station.

$S$  : surface totale

Pour un réseau unitaire la vitesse limite est déterminée en fonction du rapport  $K$ :  $Q_{pts}/Q_{moy.h}$ :

Où :

$Q_{pts}$  : débit de pointe par temps sec m<sup>3</sup>/h.

$Q_{moy.h}$  : débit moyen horaire m<sup>3</sup>/h.

**Tableau IV.2** : Les valeurs de la vitesse limite.

K	2.5	3	5	8	10
$V_{limite}$ (m/h)	2	2.5	3.75	5	6

On a :

$$Q_{pts} = 542.94 \text{ m}^3/\text{h},$$

$$Q_{moy.h} = 460.12 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$K = 542.94 / 460.12 = 1.8$$

Donc d'après ce tableau on tire la vitesse  $V_{lim} = 2 \text{ m/h}$

**Horizon 2030**

Données :

$$Q_{\text{ptp}} = 1628.83 \text{ m}^3/\text{h}$$

**1) La surface horizontale du décanteur :**

$$V_{\text{lim}} = Q_{\text{ptp}} / S_h \quad \Longleftrightarrow \quad S_h = Q_{\text{ptp}} / V_{\text{lim}} = 1628.83/2 = 814.42 \text{ m}^2 \quad \mathbf{S_h = 814.42 \text{ m}^2}$$

**2) Volume du décanteur :**

Le temps de séjours doit être limité pour des raisons biologiques et économiques, on prendra  $t_s = 1,25$  heure.

$$V = Q_{\text{ptp}} \times t_s = 1628.83 \times 1.25 = 2036 \text{ m}^3 \quad \mathbf{V = 2036 \text{ m}^3}$$

**3) Hauteur du décanteur :**

$$H = V / S_h = 2036 / 814.42 = 2.5 \text{ m} \quad \mathbf{H = 2.5 \text{ m}}$$

Il faut prévoir une hauteur de revanche contre le débordement de **0.75 m** ; donc on prend la hauteur totale : **Ht=3.25m**.

**4) Le diamètre du décanteur :**

$$D = \sqrt{\frac{4 \times V}{\pi \times H}} = \sqrt{\frac{4 \times 2036}{\pi \times 3.25}} = 28.25 \text{ m} \quad \mathbf{D = 28.25 \text{ m}}$$

**5) Détermination du temps de séjour :**

- pour le débit moyen horaire:

$$T_s = V / Q_{\text{moy,h}} = 2036 / 306.75 = 6\text{h}38 \text{ min} \quad \mathbf{T_s = 6\text{h}38 \text{ min}}$$

- pour le débit de pointe en temps sec :

$$T_s = V / Q_{\text{pts}} = 2036 / 542.94 = 3\text{h}45\text{min} \quad \mathbf{T_s = 3\text{h}45\text{min}}$$

- pour le débit de pointe par temps de pluie:

$$T_s = V / Q_{\text{ptp}} = 2036 / 1628.83 = 1\text{h}15 \text{ min} \quad \mathbf{T_s = 1\text{h}15\text{min}}$$

**IV.B.2. Calcul de la quantité de boues éliminées:**

On sait que la décantation primaire permet l'élimination de :

- 35% de  $\text{DBO}_5$
- 60% de MES

Connaissant les charges de pollution à l'entrée du décanteur :

- $\text{DBO}_5 = 1811.04 \text{ Kg/j}$
- $\text{MES}_1 = 1337.7 \text{ Kg/j}$

Avec :  $\text{MES}_1$  : charge en matière en suspension à la sortie du dessableur.

✓ Les charges éliminées par la décantation primaire sont :

$$DBO_5 \text{ élim} = 0.35 \times DBO_5 = 0.35 \times 1811.04 = 633.86 \text{ Kg/j} \quad DBO_5 \text{ élim} = 633.86 \text{ Kg/j}$$

$$MES_1 \text{ élim} = 0.60 \times MES = 0.60 \times 1337.7 = 802.62 \text{ Kg/j} \quad MES_{\text{élim}} = 802.62 \text{ Kg/j}$$

✓ Les charges à la sortie du décanteur primaire :

$$DBO_5 \text{ s} = DBO_5 - DBO_5 \text{ élim} = 1811.04 - 633.86 = 1177.18 \text{ Kg/j} \quad DBO_5 \text{ s} = 1177.18 \text{ Kg/j}$$

$$MES \text{ s} = MES_1 - MES \text{ élim} = 1337.7 - 802.62 = 535.08 \text{ Kg/j} \quad MES \text{ s} = 535.08 \text{ Kg/j}$$

### HORIZON 2050 (Extension)

Pour cet horizon (extension), on dimensionne le décanteur primaire avec la différence des débits des deux horizons :

$$Q_{\text{ptp}} = Q_{\text{ptp}}(2050) - Q_{\text{ptp}}(2030)$$

$$\text{Donc : } Q_{\text{ptp}} = 2570.66 - 1628.83 = 941.83 \text{ m}^3/\text{h} \quad Q_{\text{ptp}} = 941.83 \text{ m}^3/\text{h}$$

Et la même chose pour les charges à l'entrée tel que :

$$DBO_5 = DBO_5(2050) - DBO_5(2030) = 2958.51 - 1811.04 = 1147.47 \text{ Kg/j}$$

$$MES_1(2050) = 847.55 \text{ Kg/j}$$

Les résultats de dimensionnement de décanteur primaire pour les deux horizons sont représentés sur le tableau suivant :

**Tableau IV.3** : Dimensions du décanteur primaire pour les deux horizons.

Désignation	unité	Horizons	
		2030	2050 (extension)
<b>Décanteur primaire</b>			
- Débit de pointe ( $Q_{\text{ptp}}$ )	$\text{m}^3/\text{h}$	1628.83	941.83
- temps de séjours ( $t_s$ )	h	1.25	1.25
- Surface horizontale ( $S_h$ )	$\text{m}^2$	814.42	470.91
- Volume (V)	$\text{m}^3$	2036	1177.29
- Hauteur total (Ht)	m	3.25	3.25
- Diamètre (D)	m	28.25	21.5
- $MES_1$ entrées	Kg/j	1337.7	847.55
- $DBO_5$ entrée	Kg/j	1811.04	1147.47
- MES éliminée	Kg/j	802.62	508.53
- $DBO_5$ éliminée	Kg/j	633.86	401.61
- MES sorties	Kg/j	535.08	339.02
- $DBO_5$ sortie	Kg/j	1177.18	745.86

### IV.C. Traitement secondaire (Biologique)

Les procédés biologiques ont enregistré ces dernières années des grands progrès permettant d'atteindre une efficacité remarquable dans l'élimination des matières organiques biodégradables (solides, colloïdales ou dissoutes) contenues dans une eau usée par l'action de micro-organismes, essentiellement des bactéries, en présence d'oxygène dissous.

Le traitement biologique est très adapté pour les eaux usées urbaines.

#### IV.C.1. Principe de l'épuration biologique par boues activées :

Le procédé consiste à provoquer le développement d'une culture bactérienne dispersée sous forme de flocon dans un bassin brassé et aéré (bassin d'aération) et alimenté en eau à épurer.

Ce bassin de brassage a pour but d'éviter les dépôts et d'homogénéiser le mélange du floc bactérien et de l'eau usée (liqueur mixte). L'aération qui peut se faire à partir de l'air ou d'un gaz enrichi en oxygène, a pour but de dissoudre ce gaz dans la liqueur mixte afin de répondre aux besoins des bactéries épuratrices aérobies. Après un certain temps de contact suffisant, la liqueur mixte est envoyée dans un clarificateur appelé parfois décanteur secondaire destiné à séparer l'eau épurée des boues. Ces dernières sont en partie recyclées dans le bassin d'aération pour y maintenir une concentration suffisante en bactéries épuratrices et l'excédent (boues en excès) est évacué vers le traitement des boues.

#### IV.C.2. Evolution de la matière organique en présence d'une masse bactérienne :

Lorsqu'on apporte des matières organiques dans le milieu microbien en présence d'élément nutritif, on assiste à une évolution progressive de la masse microbienne suivant cinq phases :

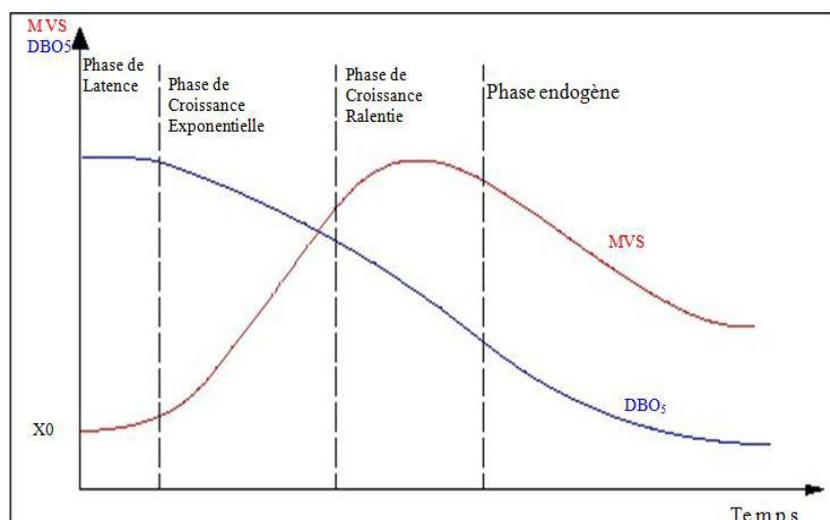


Figure IV.2 : Evolution de la DBO<sub>5</sub> et des MVS dans un bassin d'aération [9].

**1) Phase de latence :**

Pendant laquelle les micro-organismes s'adaptent au milieu nutritif. La vitesse de croissance est nulle, la DBO<sub>5</sub> reste pratiquement constante.

**2) Phase de croissance exponentielle :**

Pendant cette phase, le milieu riche en nourriture, permet un développement rapide des bactéries. La consommation d'oxygène est élevée par suite de l'activité intense de synthèse cellulaire. Ainsi la DBO<sub>5</sub> diminue rapidement par contre la masse des matières volatiles en suspension augmente et la masse d'oxygène présente dans le milieu décroît.

$$dX/dt = KX \dots \dots \dots \text{(IV.9)}$$

Par intégration de l'équation précédente, on aura :

$$X = X_0 \times e^{Kt} \dots \dots \dots \text{(IV.10)}$$

Avec :

X : la masse bactérienne présente au temps (t)

K: taux de croissance (j<sup>-1</sup>)

X<sub>0</sub> : la masse bactérienne présente au temps (t<sub>0</sub>)

**3) Phase ralentissement :**

Cette phase est marquée par un appauvrissement du milieu en nourriture entraînant un ralentissement de la synthèse cellulaire. On observe alors un début de plafonnement de la masse MVS.

$$dx / dt = K L X \dots \dots \dots \text{(IV.11)}$$

L'intégrale de cette équation conduit à:

$$L_f = L_0 \times e^{-k' x_a t} \quad \text{avec:} \quad k' = k / a_m \quad \text{et} \quad a_m = dx/dt$$

Et par développement en série de TAYLOR nous aurons:

$$L_f / L_0 = 1 / (1 + K' X_a t) \dots \dots \dots \text{(IV.12)}$$

Où:

L: concentration en DBO<sub>5</sub>

L<sub>f</sub>: quantité du substrat final (DBO<sub>5</sub>)

L<sub>0</sub> : quantité du substrat initial (DBO<sub>5</sub>)

**4) Phase stationnaire :**

Les bactéries continuent à se diviser, mais en utilisant les réserves accumulées au cours des stades précédents, et on a :

$$dX / dt = -b X$$

Avec :

dX / dt : vitesse de disparition du substrat.

b : taux de mortalité.

### 5) Phase de déclin (endogène) :

L'épuisement du milieu en matières organiques, provoque la mort de nombreux micro-organismes. Il se passe alors une auto-oxydation c'est la phase endogène. L'oxygène apporté est utilisé par les bactéries pour leur propre transformation en produits finaux ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}_2$ ...).

#### IV.C.3. Choix de la variante :

Pour le dimensionnement de la station de MEDITERRANEE, nous avons proposé deux variantes, à faible charge et moyenne charge.

##### IV.C.3.1. Etude de la variante à moyenne charge :

- **La charge massique ( $C_m$ )** : C'est le rapport de la pollution exprimé en  $\text{DBO}_5$  entrante dans un bassin d'aération par unité de masse de boues présentées.

Pour le traitement à moyenne charge nous avons :

$$0.2 < C_m < 0.5 \text{ (Kg DBO}_5\text{/Kg MVS. j)}$$

Le calcul de la station sera basé sur la valeur suivante :  **$C_m = 0.3 \text{ Kg DBO}_5\text{/Kg MVS.j}$**

- **La charge volumique ( $C_v$ )**: c'est le rapport de la pollution par unité de volume du bassin d'aération.

Pour le traitement à moyenne charge :

$$0.6 < C_v < 1.5 \text{ (Kg DBO}_5\text{/m}^3\text{.j)}$$

Le calcul de la station sera basé sur la valeur suivante :  **$C_v = 1.2 \text{ Kg DBO}_5\text{/m}^3\text{.j}$**

#### Horizon 2030

Données :

- Débit moyen journalier :  $Q_{\text{moy.j}} = 7361.94 \text{ m}^3\text{/j}$

- Débit moyen horaire :  $Q_{\text{moy.h}} = 306.75 \text{ m}^3\text{/h}$

- Débit de pointe en temps de pluie :  $Q_{\text{pp}} = 39091.9 \text{ m}^3\text{/j}$

- Débit diurne :  $Q_d = 460.12 \text{ m}^3\text{/h}$

- Charge polluante à l'entrée du bassin (avec décanteur primaire):  $L_0 = 1177.18 \text{ Kg/j}$

- La concentration de l'effluent en  $\text{DBO}_5$  :

$$S_0 = L_0 / Q_{\text{moy.j}} = 1177.18 / 7361.94 = 159.9 \text{ mg/l}$$

$$S_0 = 159.9 \text{ mg/l}$$

- La charge polluante à la sortie ( $S_f = 30 \text{ mg/l}$ ) :

$$L_f = S_f \times Q_{\text{moy.j}} = 0.03 \times 7361.94 = 220.86 \text{ Kg DBO}_5\text{/j}$$

$$L_f = 220.86 \text{ Kg DBO}_5\text{/j}$$

- La charge polluante éliminée :

$$L_e = L_0 - L_f = 1177.18 - 220.86 = 956.32 \text{ Kg DBO}_5\text{/j}$$

$$L_e = 956.32 \text{ Kg DBO}_5\text{/j}$$

- Le rendement de l'épuration :

$$\eta_{\text{eq}} = (L_0 - L_f) / L_0 = (1177.18 - 220.86) / 1177.18 = 81\%$$

$$\eta_{\text{eq}} = 81\%$$

**IV.C.3.1.1. Dimensionnement du bassin d'aération :**

C'est l'installation la plus importante de l'épuration par boues activées, c'est dans ce bassin qu'arrive d'une part les eaux usées et d'autre part les boues activées, il est considéré comme lieu privilégié de développement des bactéries grâce auxquelles s'opère l'épuration, ce processus est favorisé par les dispositifs d'agitation mécaniques des eaux ainsi que l'insufflation d'air.

Le bassin d'aération choisi est de forme rectangulaire, de longueur L et de largeur B et de hauteur H.

**1) Volume du bassin :**

$$V = L_0 / C_v = 1177.18 / 1.2 = 981 \text{ m}^3 \quad \mathbf{V=981 \text{ m}^3}$$

On va projeter deux (2) bassins d'aération de volume :  $V' = 490.5 \text{ m}^3$

**2) Hauteur du bassin :**

Elle est prise généralement entre 3 à 5 donc on prend :  $\mathbf{H=3 \text{ m et } 0.5}$  pour le débordement.

**3) Surface horizontale du bassin :**

$$S_h = V / h = 490.5/3 = 163.5 \text{ m}^2 \quad \mathbf{S_h = 163.5 \text{ m}^2}$$

**4) Largeur du bassin :**

$$\text{On prend : } L = 2B, \text{ alors } S_h = 2B^2 \implies B = \sqrt{\frac{S_h}{2}} = \sqrt{\frac{163.5}{2}} \quad \mathbf{B=9 \text{ m}}$$

**5) Longueur du bassin :**

$$L = 2 \times B = 2 \times 9 = 18 \text{ m} \quad \mathbf{L=18 \text{ m}}$$

Alors la surface sera :  $S = L \times B = 18 \times 9 = 162 \text{ m}^2$

**6) La masse de boues dans le bassin :**

$$X_a = L_0 / C_m = 1177.18 / 0.3 = 3923.93 \text{ Kg} \quad \mathbf{X_a=3923.93 \text{ Kg}}$$

**7) Concentration de boues dans le bassin :**

$$[X_a] = X_a / V = 3923.93 / 981 = 4 \text{ Kg/m}^3 \quad \mathbf{[X_a] = 4 \text{ g/l}}$$

**8) Détermination du temps de séjour :**

- pour le débit moyen horaire:

$$T_s = V / Q_{\text{moy.h}} = 981 / 306.75 = 3\text{h}11\text{min} \quad \mathbf{T_s = 3\text{h}11\text{min}}$$

- pour le débit de pointe en temps sec :

$$T_s = V / Q_{\text{pts}} = 981 / 542.94 = 1\text{h}48\text{min} \quad \mathbf{T_s = 1\text{h}48\text{min}}$$

- pour le débit diurne :

$$T_s = V / Q_d = 981 / 460.12 = 2\text{h}7\text{min} \quad \mathbf{T_s=2\text{h}7\text{min}}$$

**IV.C.3.1.2. Besoin en oxygène :**

Les installations d'épuration biologiques fonctionnent généralement en présence d'oxygène, notant toutefois que la vitesse de dégradation dépend de la qualité d'oxygène nécessaire pour la synthèse cellulaire et la respiration endogène, cela permet de réaliser un bon contact entre l'air et l'eau, la vitesse de dissolution de l'oxygène dans l'eau dépend de : la température, l'altitude, le débit, la concentration de la pollution et la géométrie du bassin.

Les besoins en oxygène sont définis par l'expression suivante :

$$q_{O_2} = a' L_e + b' X_a \dots \dots \dots \text{(IV.13)}$$

Avec :

**q<sub>02</sub>** : Besoin en oxygène (Kg/j).

**L<sub>e</sub>** : charge en DBO<sub>5</sub> éliminée (Kg/j).

**X<sub>a</sub>** : la masse totale de boues présente dans le bassin d'aération (Kg).

**a'** : la fraction de pollution transformé en énergie de synthèse au cours de l'épuration et c'est aussi la quantité d'oxygène à fournir aux bactéries pour qu'elles synthétisent la matière vivante à partir d'une pollution [12].

**b'** : coefficient de cinétique de respiration endogène.

Le tableau suivant donne les valeurs de a' et b' suivant la charge massique appliquée [12].

**Tableau IV.4 :** valeur des coefficients a' et b' en fonction de la charge massique.

<b>Cm</b>	<b>&lt;0.1</b>	<b>0.1</b>	<b>0.15</b>	<b>0.2</b>	<b>0.3</b>	<b>0.4</b>	<b>0.5&gt;</b>
<b>a'</b>	0.66	0.65	0.63	0.59	0.56	0.53	0.5
<b>b'</b>	0.06	0.07	0.075	0.08	0.085	0.09	0.1 à 1.2

On a: Cm= 0.3 Kg DBO<sub>5</sub>/Kg MVS.j

Donc : a'= 0.56 et b'=0.085

➤ **la quantité d'oxygène journalière est :**

$$q_{O_2} = (0.56 \times 956.32) + (0.085 \times 3923.93) = 869.07 \text{ Kg } O_2/j \qquad \qquad \qquad \mathbf{q_{O_2} = 869.07 \text{ Kg } O_2/j}$$

➤ **la quantité d'oxygène horaire :**

$$q_{O_2(h)} = q_{O_2}/24 = 869.07/24 = 36.21 \text{ Kg } O_2/h \qquad \qquad \qquad \mathbf{q_{O_2(h)} = 36.21 \text{ Kg } O_2/h}$$

➤ **la quantité d'oxygène nécessaire pour un m<sup>3</sup> du bassin :**

$$q_{O_2(m^3)} = q_{O_2}/V = 869.07/981 = 0.88 \text{ Kg } O_2/m^3.j \qquad \qquad \qquad \mathbf{q_{O_2(m^3)} = 0.88 \text{ Kg } O_2/m^3.j}$$

➤ **la quantité d'oxygène nécessaire en cas de pointe :**

$$q_{O_2(p)} = (a' \times L_e / T_d) + (b' \times X_a / 24) \dots \dots \dots \text{(IV.14)}$$

T<sub>d</sub>: période diurne en heures T<sub>d</sub>= 16h.

$$q_{O_2(p)} = (0.56 \times 956.32 / 16) + (0.085 \times 3923.93 / 24) = 47.37 \text{ Kg } O_2/h \qquad \qquad \qquad \mathbf{q_{O_2(p)} = 47.37 \text{ Kg } O_2/h}$$

### IV.C.3.1.3. Système d'aération:

Les dispositifs souvent utilisés dans le domaine d'épuration sont :

#### 1. Aération par insufflation d'air (à air comprimé) :

L'injection d'air se fait par le fond du bassin pour assurer l'oxygénation et le brassage. On distingue trois sortes de diffuseurs. :

- **Diffuseurs à grosses bulles :**

Du fait de la vitesse ascensionnelle élevée et de la surface de contact réduite. Le rendement est faible.

Le système est robuste et permet l'utilisation de soufflantes particulièrement robustes.

Lorsque l'injection se fait à profondeur réduite.

- **Diffuseurs à moyennes bulles :**

Les bulles sont obtenues par cisaillement d'une colonne d'air par un clapet vibrant permettant d'avoir des risques d'obstruction faibles. Le rendement est intermédiaire entre fines bulles et grosses bulles.

- **Diffuseurs à fines bulles :**

L'air est diffusé par des matériaux poreux (plastique poreux, verre filtré...) donnant des bulles de dimension millimétrique et un rendement élevé.

Ce système présente par risque de colmatage intérieur par les poussières atmosphériques et huile des compresseurs et extérieur par eaux usées (en cas d'arrêt de l'aérateur, ce qui permet le développement de micro-organismes sur la surface poreuse).

Le système à fines bulles envisageable surtout pour les grandes installations très soigneusement menées pour diminuer la fréquence de ces opérations.

#### 2. Aérateurs de surface :

Il existe deux types principaux d'aérateur de surface :

- Les appareils à axe horizontal (brosses) leurs installations s'effectuent dans les chenaux d'oxydation ou elles assurent l'entraînement et circulation du liquide autour du chenal qui est de section rectangulaire ou trapézoïdale.

- Les appareils à axe vertical on les subdivise en deux types :

- turbines lentes avec des vitesses de 40 à 100 tr/min et des apports spécifiques brutes de 0.8 à 1.5 Kg O<sub>2</sub>/Kwat.h [14].

- turbines rapides (750 à 1500 tr/min).

Pour la station d'épuration de centre MADIOUNA on opte pour des turbines à axe vertical à la surface du liquide car elles sont moins chères, flottantes, faciles à entretenir et s'adaptent aux fluctuations des débits.

➤ **Calcul d'aérateur de surface à installer :**

**1) La quantité totale d'oxygène transférée par unité de puissance dans les conditions standard (N<sub>0</sub>) :**

Cette quantité doit tenir compte :

- de la salinité des eaux ;
- de la température des eaux.
- de la concentration en oxygène dissous à y maintenir.
- de la pression.

Elle est déterminée par la formule d'HORMANIK.

$$N_0 = 1.98 \times 10^{-3} \times P_a + 1 \dots \dots \dots \text{(IV.15)}$$

Avec :

**N<sub>0</sub>** : la quantité totale d'oxygène (Kg O<sub>2</sub>/kw).

**P<sub>a</sub>** : la puissance absolue par m<sup>2</sup> de surface du bassin,

P<sub>a</sub> = (70 ÷ 80) w/m<sup>2</sup>, On prend P<sub>a</sub> = 75 w/m<sup>2</sup>

Donc :

$$N_0 = 1.98 \times 10^{-3} \times 75 + 1 = 1.15 \text{ Kg O}_2/\text{kw} \qquad \qquad \qquad \mathbf{N_0 = 1.15 \text{ Kg O}_2/\text{kw}}$$

$$N = N_0 \cdot \left( \frac{(\beta \cdot C_s - C_L) a \cdot C^{(T-20)}}{C_s} \right) \text{ (kg O}_2 \text{ / kw ) } \dots \dots \dots \text{(IV.16)}$$

Avec :

**C<sub>L</sub>** : concentration en oxygène dissout dans la masse liquide à t=25°C.

C<sub>L</sub> = (1.5 ÷ 2) mg/l, on prend C<sub>L</sub> = 1.5 mg/l

**C<sub>s</sub>** : concentration de saturation en oxygène à la surface aux conditions standards à 20°C et 760 mm de mercure.

C<sub>s</sub> = 8.7 mg/l pour les aérateurs de surface. [12]

**C** : coefficient de température, C = 1.02

L'effet des solides dissous et la concentration en matières dégradables sur la saturation en oxygène varie d'une eau usée à l'autre et doit être mesuré sur le terrain. La relation qui traduit cet effet est donnée par :

$$\beta = \frac{C_s \text{ (eau usée )}}{C_s \text{ (eau épurée )}} \dots \dots \dots \text{(IV.17)}$$

$\beta$ : est de l'ordre de 0.9 [12].

$\alpha'$  : coefficient global de transfert de matière de l'eau usée à celui de l'eau épurée.

$$\alpha' = 0.85 \text{ à } 0.95$$

Donc :

$$N = 1.15 \times \left( \frac{(0.9 \times 8.7 - 1.5) \times 0.95 \times 1.02^{(25-20)}}{8.7} \right) = 0.88 \text{ Kg O}_2/\text{kw} \quad N = 0.88 \text{ Kg O}_2/\text{kw}$$

## 2) Calcul de puissance nécessaire de brassage à l'aération "puissance requise pour oxygénation $W_a$ " :

$$W_a = q_{O_2(p)} / N \dots \dots \dots (IV.18)$$

$$W_a = 47.37 / 0.88 = 53.83 \text{ kw}$$

$$W_a = 53.83 \text{ kw}$$

## 3) La puissance nécessaire de brassage et le maintien des solides en suspension dans le bassin :

$$W_m = S_h \times P_a \dots \dots \dots (IV.19)$$

Où :

$S_h$  : la surface horizontale du bassin.

$P_a$  : puissance absorbée par  $m^2$  du bassin,  $P_a = 75 \text{ W/m}^2$ .

$$W_m = 327 \times 75 \times 10^{-3} = 24.5 \text{ Kw pour les deux bassins}$$

$$W_m = 24.5 \text{ Kw}$$

## 4) Le nombre d'aération :

$$N_{aé} = W_a / W_m = 53.83 / 24.5 = 2.20, \quad \text{on prend trois aérateurs}$$

$$N_{aé} = 3$$

## 5) Besoin en énergie de l'aérateur :

Dans les conditions normales, l'apport spécifique en énergie des aérateurs est de  $1.5 \text{ KgO}_2/\text{Kw}$ .

$$E = q_{O_2(p)} / 1.5 \dots \dots \dots (IV.20)$$

$$E = 47.37 / 1.5 = 31.58 \text{ kw /h}$$

$$E = 31.58 \text{ Kw/h}$$

### IV.C.3.1.4. Bilan de boues:

Il est important en pratique de connaître l'accumulation des matières solides dans la station de manière à prévoir l'importance des évacuations et à calculer les dispositifs de traitement des boues excédentaires.

Les facteurs qui contribuent à l'augmentation de la masse des boues :

- ☞ La croissance bactérienne.
- ☞ Les stokes.
- ☞ Les matières en suspension.

Par contre, une diminution peut intervenir du fait :

- ☞ De la respiration endogène.
- ☞ Des fuites des matières en suspension.

### 1) La quantité des boues en excès :

La quantité des en excès est déterminée par la relation suivante :

$$\Delta X = X_{\min} + X_{\text{dur}} + \alpha_m L_e - bX_a - X_{\text{eff}} \dots \dots \dots \text{(IV.21)}$$

Avec:

$X_{\min}$ : Boues minérales.

$X_{\text{dur}}$ : Boues difficilement biodégradables (appelées matières dures), elles représentent 0.3 à 0.35 de MVS. [15]

$\alpha_m$ : coefficient de rendement cellulaire (g cellulaires formées/ g DBO<sub>5</sub> éliminées).

$$\alpha_m = 0.55 \text{ (en moyenne), puisque } 0.53 < \alpha < 0.56$$

$L_e$ : quantité de DBO<sub>5</sub> à éliminer (Kg/j).

$b$ : fraction de la masse cellulaire éliminée par jour en respiration endogène.

$$b = b'/1.42, \text{ tel que } b' = 0.08k \text{ (coefficient cinétique de respiration endogène).}$$

$$\text{Donc : } b = 0.9/1.42 = 0.06$$

$X_a$ : masse totale de MVS dans le bassin (Kg)

$X_{\text{eff}}$ : fuite des MES avec l'effluent (dépend des normes de rejet, on adopte généralement 30 mg/l)

Alors :

La charge journalière en MES à la sortie de décanteur est 535.08Kg/j.

Les MES contiennent 30% de MM (boues minérales).

Les MES contiennent 70% de MVS (matière volatile en suspension).

- $X_{\min} = 0.3 \times 535.08 = 160.52 \text{ Kg/j.}$
- $X_{\text{dur}} = 0.3 \times \text{MVS} = 0.3 \times (0.7 \times \text{MES}) = 0.3 \times (0.7 \times 535.08) = 112.37 \text{ Kg/j.}$
- $\alpha_m L_e = 0.55 \times 956.32 = 525.98 \text{ Kg/j.}$
- $bX_a = 0.06 \times 3923.93 = 235.43 \text{ kg/j.}$
- $X_{\text{eff}} = 0.03 \times Q_{\text{moy,j}} = 0.03 \times 7361.94 = 220.86 \text{ Kg/j}$

Soit un total de:

$$\Delta X = 160.52 + 112.37 + 525.98 - 235.43 - 220.86 = 342.58 \text{ Kg/j}$$

$$\Delta X = 324.58 \text{ Kg/j}$$

**2) Concentration de boues en excès :**

$$x_m = \frac{1200}{I_m} \dots\dots\dots (IV.22)$$

$X_m$  : concentration de boues en excès (g/l).

$I_m$  : l'indice de Mohlman : indique la bonne décantabilité des boues s'il se trouve dans la fourchette (100÷150) ml/g.

Cet indice représente le volume occupé par une gramme de poids sec de boues après décantation d'une demi-heure dans une éprouvette de 1 litre

On prend  $I_m = 120$  ml/g/

D'où :  $X_m = 1200 / 120 = 10 \text{ Kg/m}^3$   $X_m = 10 \text{ Kg/m}^3$

**3) Le débit de boues en excès :**

Ce débit est donné par :

$$Q_{\text{excès}} = \frac{\Delta X}{X_m} \dots\dots\dots (IV.23)$$

$Q_{\text{excès}} = 324.58 / 10 = 32.458 \text{ m}^3/\text{j}$   $Q_{\text{excès}} = 32.458 \text{ m}^3/\text{j}$

**4) Le débit spécifique par m<sup>2</sup> du bassin :**

$$q_{\text{sp}} = \frac{\Delta X}{V} \dots\dots\dots (IV.24)$$

$V$  : volume du bassin.

$q_{\text{sp}} = 324.58 / 981 = 0.33 \text{ Kg/m}^3 \cdot \text{j}$   $q_{\text{sp}} = 0.33 \text{ Kg/m}^3 \cdot \text{j}$

**5) Les boues recycles:**

Dans le but de maintenir une concentration moyenne constante de boues dans le bassin d'aération, une optimisation de l'activité de la biomasse bactérienne et d'éviter l'accumulation des boues dans le clarificateur, on procède à un recyclage d'une partie des boues dans le bassin d'aération. En effet, si la quantité de boues recyclées est insuffisante, le volume des boues stockées dans le décanteur secondaire sera trop important.

Dans ce cas, on assiste à un passage en anaérobiose qui provoque une remontée des boues dans le clarificateur.

➤ **Le taux de recyclage :**

Le taux de recyclage peut varier de 15 à 100% de débit de l'effluent produit, il est donné par l'expression suivante :

$$R = \frac{100 [X_a]}{\frac{1200}{I_m} - [X_a]} \dots\dots\dots (IV.25)$$

**R** : taux de recyclage (%).

**[X<sub>a</sub>]** : concentration des boues dans le bassin, [X<sub>a</sub>]= 4g/l.

Donc :

$$R = \frac{100 \times 4}{\frac{1200}{120} - 4} = 66.7\% \qquad \qquad \qquad \mathbf{R= 66.7\%}$$

➤ **Le débit des boues recyclées :**

Le débit des boues recyclées est tributaire du débit journalier arrivant à la station d'épuration, il est donné par la formule qui suit :

$$Q_r = R \times Q_{\text{moy.j}} \dots\dots\dots (IV.26)$$

$$Q_r = 0.667 \times 7361.94 = 4910.41 \text{ m}^3/\text{j} \qquad \qquad \qquad \mathbf{Q_r=4910.41 \text{ m}^3/\text{j}}$$

➤ **Age des boues :**

L'âge des boues est défini comme étant le rapport entre la quantité de boues présentes dans le bassin d'aération et la quantité de boues retirées quotidiennement.

$$Ab = \frac{X_a}{\Delta X} \dots\dots\dots (IV.27)$$

$$Ab = 3923.93 / 324.58 = 12 \text{ j} \qquad \qquad \qquad \mathbf{Ab=12 \text{ j}}$$

**IV.C.3.1.5. Dimensionnement du clarificateur :**

Quelle que soit la filière de traitement retenue, la finalité du traitement des eaux consiste à séparer les boues de l'eau. En effet, à la sortie des bassins biologiques, l'eau épurée est mélangée à la biomasse formée. La séparation de ces éléments est réalisée dans un clarificateur où la biomasse, de densité plus élevée, va se déposer.

Les boues dans le clarificateur sont recyclées vers le bassin d'aération afin d'y maintenir une concentration quasi constante en bactéries et les boues en excès sont évacuées vers les installations de traitement de boues (épaississement, déshydratation). Les eaux épurées sont renvoyées vers le milieu naturel.



**Figure IV.3** : un clarificateur

Alors, on opte pour un décanteur circulaire à fond incliné, muni d'un pont racleur de fond et de surface, conduisant les boues dans les fosses d'où elles sont reprises pour le recyclage et l'extraction de la fraction en excès.

Pour le calcul du décanteur secondaire, on prend les données suivantes :

- ☞ Le temps de séjour :  $t_s = (1.5 \div 2)$  heures, on prend  $t_s = 1.5$  h [16].
- ☞ La vitesse ascensionnelle est de l'ordre de  $V_a = 2.5$  m/h.
- ☞ Le débit de pointe en temps de pluie (débit de la station) :  $Q_{ptp} = 1628.83$  m<sup>3</sup>/h

**1) Le volume du clarificateur :**

$$V = Q_{ptp} \times t_s = 1628.83 \times 1.5 = 2443.24 \text{ m}^3 \qquad \qquad \qquad \mathbf{V=2443.24m^3}$$

**2) La surface horizontale du décanteur:**

$$S_h = Q_{ptp} / V_a = 1628.83 / 2.5 = 651.53 \text{ m}^2 \qquad \qquad \qquad \mathbf{S_h=651.53 m^2}$$

**3) La hauteur du décanteur :**

$$H = V / S_h = 2443.24 / 651.53 = 3.75 \text{ m} \qquad \qquad \qquad \mathbf{H=3.75 m}$$

**4) Le diamètre du décanteur :**

$$D = \sqrt{\frac{4 \times V}{\pi \times H}} = \sqrt{\frac{4 \times 2443.24}{\pi \times 3.75}} = 28.80 \text{ m} \qquad \text{On prend :} \qquad \mathbf{D=29 m}$$

**5) Temps de séjours :**

- Pour le débit moyen horaire :

$$T_s = V / Q_{moy.h} = 2443.24 / 306.75 = 8 \text{ h} \qquad \qquad \qquad \mathbf{T_s=8h}$$

- Pour le débit de pointe par temps sec :

$$T_s = V / Q_{pts} = 2443.24 / 542.94 = 4 \text{ h } 30 \text{ min} \qquad \qquad \qquad \mathbf{T_s=4h 30 min}$$

- Pour le débit de pointe en temps de pluie :

$$T_s = V / Q_{ptp} = 2443.24 / 1628.83 = 1 \text{ h } 30 \text{ min} \qquad \qquad \qquad \mathbf{T_s=1h 30 min}$$

**Horizon 2050 (Extension)**

Pour l'horizon 2050, le clarificateur sera dimensionné avec la différence des débits des deux horizons, et le bassin d'aération avec la différence des charges polluantes.

- **Le débit moyen journalier :**

$$Q_{\text{moy.j}} = Q_{\text{moy.j (2050)}} - Q_{\text{moy.j (2030)}} = 12026.48 - 7361.94 = \mathbf{4664.54 \text{ m}^3/\text{j}}$$

- **Le débit de pointe en temps de pluie (débit de la station) :**

$$Q_{\text{ptp}} = Q_{\text{ptp (2050)}} - Q_{\text{ptp (2030)}} = 61695.84 - 39091.9 = 22603.94 \text{ m}^3/\text{j} = \mathbf{941.83 \text{ m}^3/\text{h}}$$

- **Les charges polluantes (MES, DBO<sub>5</sub>) à la sortie de décanteur primaire est de :**

$$\mathbf{MES = 339.02 \text{ Kg/j}}$$

$$\mathbf{DBO_5 = 745.86 \text{ Kg/j}}$$

On garde les mêmes caractéristiques du clarificateur et bassin s'aération que celle pour l'horizon 2030.

Les résultats de dimensionnement de l'aérateur et le clarificateur de la variante moyenne charge pour les deux horizons 2030 et 2050 sont représentés sur le tableau suivant :

**Tableau IV.5** : Récapitulatif des résultats pour les deux horizons à moyenne charge.

Désignation	unité	Horizons	
		2030	2050 (extension)
<b>Données de base</b>			
- débit moyen journalier ( $Q_{\text{moy.j}}$ )	$\text{m}^3/\text{j}$	7361.94	4664.54
- débit moyen horaire ( $Q_{\text{moy.h}}$ )	$\text{m}^3/\text{h}$	306.75	194.35
- débit de pointe en temps de pluie ( $Q_{\text{pts}}$ )	$\text{m}^3/\text{h}$	1628.83	941.83
- débit diurne ( $Q_d$ )	$\text{m}^3/\text{h}$	460.12	291.53
- charge polluante à l'entrée du bassin ( $L_0$ )	$\text{Kg/j}$	1177.18	745.86
- concentration de l'effluent en $\text{DBO}_5$ ( $S_0$ )	$\text{mg/l}$	159.9	159.9
- la charge polluante à la sortie ( $L_f$ )	$\text{Kg DBO}_5/\text{j}$	220.86	139.9
- la charge polluante éliminée ( $L_e$ )	$\text{Kg DBO}_5/\text{j}$	956.32	605.96
- Le rendement de l'épuration $\eta_{\text{eq}}$	%	81	81
<b>Bassin d'aération</b>			
- volume du bassin ( $V'$ )	$\text{m}^3$	490.5	621.55
- Nombre de bassin	-	2	1
- Hauteur du bassin (H)	m	3	3
- surface horizontale ( $S_h$ ) du bassin	$\text{m}^2$	163.5	207.18
- largeur du bassin (B)	m	9	11
- longueur du bassin (L)	m	18	22
- la masse de boues dans le bassin ( $X_a$ )	$\text{Kg}$	3923.93	2486.2
- concentration de boues dans le bassin	$\text{Kg/m}^3$	4	4
- temps de séjours ( $T_s$ ) :			
▪ Débit moyen horaire	h	3.2	3.2
▪ Débit de pointe en temps de pluie	h	0.6	0.7
▪ Débit diurne	h	2.2	2.2

Désignation	unité	Horizons	
		2030	2050 (extension)
<b>Besoins en oxygène</b>			
- la quantité d'oxygène journalière	Kg O <sub>2</sub> /j	869.07	746.87
- la quantité d'oxygène horaire	Kg O <sub>2</sub> /h	36.21	31.12
- la quantité d'oxygène pour un m <sup>3</sup> du bassin	Kg O <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> .j	0.88	1.2
- la quantité d'oxygène en cas de pointe	Kg O <sub>2</sub> /h	47.37	30
<b>Aérateur de surface</b>			
- la puissance nécessaire de l'aération (W <sub>a</sub> )	kw	53.83	34.1
- Puissance de brassage (W <sub>m</sub> )	kw	24.5	15.54
- nombre d'aération (N <sub>aé</sub> )	-	3	3
- besoin en énergie (E)	Kw/h	31.58	20
<b>Bilan de boues</b>			
- la quantité des boues en excès (ΔX)	Kg/j	324.58	217.1
- concentration de boues en excès (X <sub>m</sub> )	Kg/m <sup>3</sup>	10	10
- le débit de boues en excès (Q <sub>excès</sub> )	m <sup>3</sup> /j	32.46	21.71
- le débit spécifique par m <sup>2</sup> du bassin (q <sub>sp</sub> )	Kg/m <sup>3</sup> .j	0.33	0.35
- les boues recyclées :			
▪ Le taux de recyclage (R)	%	66.7	66.7
▪ Le débit des boues recyclées	m <sup>3</sup> /j	4910.41	3111.25
- Age des boues	j	12	12
<b>Clarificateur</b>			
- la forme		circulaire	
- le volume (V)	m <sup>3</sup>	2443.24	1412.74
- la surface horizontale (S <sub>h</sub> )	m <sup>2</sup>	651.53	565.1
- la hauteur (H)	m	3.75	2.5
- diamètre (D)	m	29	27
- temps de séjours (Ts) :			
▪ Débit moyen horaire	j	8	7.3
▪ Débit de pointe par temps sec	j	4.5	4.5
▪ Débit de pointe en temps de pluie	j	1.5	1.5

**IV.C.3.2. Etude de la variante à faible charge :**

Étant donnée que les ouvrages de prétraitement ne traitent pas de charge polluante à l'entrée de la station, leur dimensionnement reste identique à celui de la variante à moyenne charge, il s'agit des ouvrages suivants :

☞ Le dégrilleur

☞ Le dessableur-déshuileur

Le décanteur primaire peut être supprimé dans le traitement à faible charge.

Le traitement à boues activées à faible charge est caractérisé par les paramètres suivants :

➤ **La charge massique (Cm) :**

$$0.1 < C_m < 0.2 \text{ Kg DBO}_5/\text{Kg MVS.j}$$

On prend: **Cm=0.2 Kg DBO<sub>5</sub>/Kg MVS.j**

➤ **La charge volumique (Cv):**

$$0.3 < C_v < 0.6 \text{ Kg DBO}_5/\text{m}^3.\text{j}$$

On prend: **Cv= 0.5 Kg DBO<sub>5</sub>/m<sup>3</sup>.j**

**Horizon 2030**

Données :

- Débit moyen journalier :  $Q_{\text{moy.j}} = 7361.94 \text{ m}^3/\text{j}$

- Débit moyen horaire :  $Q_{\text{moy.h}} = 306.75 \text{ m}^3/\text{h}$

- Débit de pointe en temps de pluie :  $Q_{\text{ptp}} = 39091.9 \text{ m}^3/\text{j}$

- Débit diurne :  $Q_d = 460.12 \text{ m}^3/\text{h}$

- Charge polluante à l'entrée du bassin (sans décanteur primaire): **L<sub>0</sub>= 1811.04 Kg/j**

- La concentration de l'effluent en DBO<sub>5</sub> :

$$S_0 = L_0 / Q_{\text{moy.j}} = 1811.04 / 7361.94 = 246 \text{ mg/l}$$

$$S_0 = 246 \text{ mg/l}$$

- La charge polluante à la sortie (S<sub>f</sub>= 30 mg/l) :

$$L_f = S_f \times Q_{\text{moy.j}} = 0.03 \times 7361.94 = 220.86 \text{ Kg DBO}_5/\text{j}$$

$$L_f = 220.86 \text{ Kg DBO}_5/\text{j}$$

- La charge polluante éliminée :

$$L_e = L_0 - L_f = 1811.04 - 220.86 = 1590.18 \text{ Kg DBO}_5/\text{j}$$

$$L_e = 1590.18 \text{ Kg DBO}_5/\text{j}$$

- Le rendement de l'épuration :

$$\eta_{\text{eq}} = (L_0 - L_f) / L_0 = (1811.04 - 220.86) / 1811.04 = 88\%$$

$$\eta_{\text{eq}} = 88\%$$

**IV.C.3.2.1. Dimensionnement du bassin d'aération :**

Le bassin sera de forme rectangulaire, de longueur L et de largeur B et de hauteur H.

**1) Volume du bassin :**

$$V = L_0 / C_v = 1811.04 / 0.5 = 3622.08 \text{ m}^3 \quad \mathbf{V=3622.08 \text{ m}^3}$$

On prend deux bassins d'aérations telles que le volume de chaque bassin est:  $V' = 1811.04 \text{ m}^3$

**2) Hauteur du bassin :**

Elle est prise généralement entre 3 à 5 donc on prend : **H=4 m et 0.5 pour le débordement.**

**3) Surface horizontale du bassin :**

$$S_h = V' / h = 1811.04 / 4 = 452.76 \text{ m}^2 \quad \mathbf{S_h = 452.76 \text{ m}^2}$$

**4) Largeur du bassin :**

On prend :  $L = 2B$ , alors  $S_h = 2B^2 \implies B = \sqrt{\frac{S_h}{2}} = \sqrt{\frac{452.76}{2}} \quad \mathbf{B=15 \text{ m}}$

**5) Longueur du bassin :**

$$L = 2 \times B = 2 \times 15 = 30 \text{ m} \quad \mathbf{L=30 \text{ m}}$$

Alors la surface sera :  $S = L \times B = 30 \times 15 = 450 \text{ m}^2$

**6) La masse de boues dans le bassin :**

$$X_a = L_0 / C_m = 1811.04 / 0.2 = 9055.2 \text{ Kg} \quad \mathbf{X_a=9055.2 \text{ Kg}}$$

**7) Concentration de boues dans le bassin :**

$$[X_a] = X_a / V = 9055.2 / 3622.08 = 2.5 \text{ Kg/m}^3 \quad \mathbf{[X_a] = 2.5 \text{ g/l}}$$

**8) Détermination du temps de séjour :**

- pour le débit moyen horaire:

$$T_s = V / Q_{\text{moy,h}} = 3622.08 / 306.75 = 11.8 \text{ h} \quad \mathbf{T_s = 11.8 \text{ h}}$$

- pour le débit de pointe en temps sec :

$$T_s = V / Q_{\text{pts}} = 3622.08 / 542.94 = 6.67 \text{ h} \quad \mathbf{T_s = 6.67 \text{ h}}$$

- pour le débit diurne :

$$T_s = V / Q_d = 3622.08 / 460.12 = 7.87 \text{ h} \quad \mathbf{T_s = 7.87 \text{ h}}$$

**IV.C.3.2.2. Besoin en oxygène :**

Les besoins en oxygène sont définis par l'expression suivante :

$$q_{O_2} = a' L_e + b' X_a$$

Avec :

$q_{O_2}$  : Besoin en oxygène (Kg/j).

$L_e$  : charge en DBO<sub>5</sub> éliminée (Kg/j).

$X_a$  : la masse totale de boues présente dans le bassin d'aération (Kg).

$a'$  : coefficient respirométrique du système cellulaire

$b'$  : coefficient de cinétique de respiration endogène.

$a'$  et  $b'$  est en fonction de  $C_m$ .

Pour une valeur de  $C_m$  qui est de 0.2 Kg DBO<sub>5</sub>/Kg MVS.j ; on a :  $a' = 0.59$  et  $b' = 0.08$

➤ **la quantité d'oxygène journalière est :**

$$q_{O_2} = (0.59 \times 1590.18) + (0.08 \times 9055.2) = 1662.62 \text{ Kg O}_2/\text{j} \quad \mathbf{q_{O_2} = 1662.62 \text{ Kg O}_2/\text{j}}$$

➤ **la quantité d'oxygène horaire :**

$$q_{O_2(h)} = q_{O_2}/24 = 1662.62/24 = 62.27 \text{ Kg O}_2/\text{h} \quad \mathbf{q_{O_2(h)} = 62.27 \text{ Kg O}_2/\text{h}}$$

➤ **la quantité d'oxygène nécessaire pour un m<sup>3</sup> du bassin :**

$$q_{O_2(m^3)} = q_{O_2}/V = 1662.62/3622.08 = 0.46 \text{ Kg O}_2/\text{m}^3.\text{j} \quad \mathbf{q_{O_2(m^3)} = 0.46 \text{ Kg O}_2/\text{m}^3.\text{j}}$$

➤ **la quantité d'oxygène nécessaire en cas de pointe :**

$$q_{O_2(p)} = (a' \times L_e / T_d) + (b' \times X_a / 24)$$

$T_d$  : période diurne en heures  $T_d = 16\text{h}$ .

$$q_{O_2(p)} = (0.59 \times 1590.18 / 16) + (0.08 \times 9055.2 / 24) = 88.82 \text{ Kg O}_2/\text{h} \quad \mathbf{q_{O_2(p)} = 88.82 \text{ Kg O}_2/\text{h}}$$

**IV.C.3.2.3. Système d'aération:****➤ Calcul d'aérateur de surface à installer :****1) La quantité totale d'oxygène transférée par unité de puissance dans les conditions standard ( $N_0$ ) :**

Elle est déterminée par la formule d'HORMANIK.

$$N_0 = 1.98 \times 10^{-3} \times P_a + 1$$

Avec :

$$P_a = (70 \div 80) \text{ w/m}^2, \text{ On prend } P_a = 75 \text{ w/m}^2$$

Donc :

$$N_0 = 1.98 \times 10^{-3} \times 75 + 1 = 1.15 \text{ Kg O}_2/\text{KWh}$$

$$N_0 = 1.15 \text{ Kg O}_2/\text{KWh}$$

$$N = N_0 \cdot \left( \frac{(\beta \cdot C_s - C_L) \alpha' C^{(T-20)}}{C_s} \right) (\text{kg O}_2 / \text{kwh})$$

Avec :

$C_L$  : concentration en oxygène dissout dans la masse liquide à  $t=25^\circ\text{C}$ .

$$C_L = (1.5 \div 2) \text{ mg/l}, \text{ on prend } C_L = 1.5 \text{ mg/l}$$

$C_s$  : concentration de saturation en oxygène à la surface aux conditions standards à  $20^\circ\text{C}$  et 760 mm de mercure.

$$C_s = 8.7 \text{ mg/l pour les aérateurs de surface.}$$

$C$  : coefficient de température,  $C = 1.02$

$\beta$ : est de l'ordre de 0.9

$\alpha'$  : coefficient global de transfert de matière de l'eau usée à celui de l'eau épurée.

$$\alpha' = 0.85 \text{ à } 0.95$$

Donc :

$$N = 1.15 \times \left( \frac{(0.9 \times 8.7 - 1.5) \times 0.95 \times 1.02^{(25-20)}}{8.7} \right) = 0.88 \text{ (Kg O}_2/\text{Kwh)}$$

$$N = 0.88 \text{ (Kg O}_2/\text{Kwh)}$$

**2) Calcul de puissance nécessaire de brassage à l'aération "puissance requise pour oxygénation  $W_a$ " :**

$$W_a = q_{O_2(p)}/N = 88.82/0.88 = 100.93 \text{ Kw}$$

$$W_a = 100.93 \text{ Kw}$$

**3) La puissance nécessaire de brassage et le maintien des solides en suspension dans le bassin :**

$$W_m = S_h \times P_a = 905.52 \times 75 \times 10^{-3} = 67.91 \text{ Kw}$$

$$W_m = 67.91 \text{ Kw}$$

**4) Le nombre d'aération :**

$$N_{aé} = W_a/W_m = 100.93/67.91 = 1.48 \quad \text{on prend deux aérateurs}$$

$$N_{aé} = 2$$

**5) Besoin en énergie de l'aérateur :**

Dans les conditions normales, l'apport spécifique en énergie des aérateurs est de 1.5KgO<sub>2</sub>/Kw.

$$E = q_{O_2(p)} / 1.5 = 88.82 / 1.5 = 59.21 \text{ Kw /h}$$

$$E = 59.21 \text{ Kw/h}$$

**IV.C.3.2.4. Bilan de boues:****1) La quantité des boues en excès :**

La quantité des en excès est déterminée par la relation suivante :

$$\Delta X = X_{\min} + X_{\text{dur}} + \alpha_m L_e - bX_a - X_{\text{eff}}$$

Avec:

- $X_{\min} = 0.3 \times 1337.7 = 401.31 \text{ Kg/j.}$
- $X_{\text{dur}} = 0.3 \times MVS = 0.3 \times (0.7 \times MES) = 0.3 \times (0.7 \times 1337.7) = 280.917 \text{ Kg/j.}$
- $\alpha_m L_e = 0.55 \times 1590.18 = 874.6 \text{ Kg/j.}$
- $bX_a = 0.06 \times 9055.2 = 543.312 \text{ kg/j.}$
- $X_{\text{eff}} = 0.03 \times Q_{\text{moy,j}} = 0.03 \times 7361.94 = 220.86 \text{ Kg/j}$

Soit un total de:

$$\Delta X = 401.31 + 280.91 + 874.6 - 543.15 - 220.86 = 792.65 \text{ Kg/j}$$

$$\Delta X = 792.65 \text{ Kg/j}$$

**2) Concentration de boues en excès :**

$$X_m = \frac{1200}{I_m}$$

On prend  $I_m = 120 \text{ ml/g/}$

$$D'où : X_m = 1200 / 120 = 10 \text{ Kg/m}^3$$

$$X_m = 10 \text{ Kg/m}^3$$

**3) Le débit de boues en excès :**

Ce débit est donné par :

$$Q_{\text{excès}} = \frac{\Delta X}{X_m}$$

$$Q_{\text{excès}} = 792.655 / 10 = 79.26 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$Q_{\text{excès}} = 79.26 \text{ m}^3/\text{j}$$

**4) Le débit spécifique par m<sup>2</sup> du bassin :**

$$q_{sp} = \frac{\Delta X}{V}$$

$$q_{sp} = 792.65 / 3622.08 = 0.21 \text{ Kg/m}^3 \cdot \text{j}$$

$$q_{sp} = 0.21 \text{ Kg/m}^3 \cdot \text{j}$$

**5) Les boues recyclées:****➤ Le taux de recyclage :**

Il est donné par l'expression suivante :

$$R = \frac{100 [X_a]}{\frac{1200}{I_m} - [X_a]}$$

$[X_a]$  : concentration des boues dans le bassin,  $[X_a]= 2.5\text{g/l}$ .

Donc :

$$R = \frac{100 \times 2.5}{\frac{1200}{120} - 2.5} = 33.3\%$$

$$R = 33.3\%$$

**➤ Le débit des boues recyclées :**

$$Q_r = R \times Q_{\text{moy},j} = 0.333 \times 7361.94 = 2451.53 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$Q_r = 2451.53 \text{ m}^3/\text{j}$$

**➤ Age des boues :**

$$A_g = \frac{X_a}{\Delta X}$$

$$A_g = 9055.2 / 792.65 = 12 \text{ j}$$

$$A_g = 12 \text{ j}$$

**IV.C.3.2.5. Dimensionnement de clarificateur :**

Le calcul du décanteur secondaire est identique à celui de la première variante (moyenne charge).

Les résultats de dimensionnement de l'aérateur et le clarificateur de la variante à faible charge pour les deux horizons 2030 et 2050 sont représentés sur le tableau suivant :

**Tableau IV.6 :** Récapitulatif des résultats pour les deux horizons à faible charge.

Désignation	unité	Horizons	
		2030	2050 (extension)
<b>Données de base</b>			
- débit moyen journalier ( $Q_{\text{moy.j}}$ )	$\text{m}^3/\text{j}$	7361.94	4664.54
- débit moyen horaire ( $Q_{\text{moy.h}}$ )	$\text{m}^3/\text{h}$	306.75	194.35
- débit de pointe en temps de pluie ( $Q_{\text{pts}}$ )	$\text{m}^3/\text{h}$	1628.83	941.83
- débit diurne ( $Q_d$ )	$\text{m}^3/\text{h}$	460.12	291.53
- charge polluante à l'entrée du bassin ( $L_0$ )	$\text{Kg}/\text{j}$	1811.04	1147.47
- concentration de l'effluent en $\text{DBO}_5$ ( $S_0$ )	$\text{mg}/\text{l}$	246	246
- la charge polluante à la sortie ( $L_f$ )	$\text{Kg DBO}_5/\text{j}$	220.86	139.9
- la charge polluante éliminée ( $L_e$ )	$\text{Kg DBO}_5/\text{j}$	1590.18	1007.57
- Le rendement de l'épuration $\eta_{\text{eq}}$	%	88	88
<b>Bassin d'aération</b>			
- volume du bassin ( $V'$ )	$\text{m}^3$	1811.04	1147.47
- Nombre de bassin	-	2	1
- Hauteur du bassin (H)	m	4	4
- surface horizontale ( $S_h$ )	$\text{m}^2$	452.76	286.86
- largeur du bassin (B)	m	15	12
- longueur du bassin (L)	m	30	24
- la masse de boues dans le bassin ( $X_a$ )	$\text{Kg}$	9055.2	5737.35
- concentration de boues dans le bassin	$\text{Kg}/\text{m}^3$	2.5	2.5
- temps de séjours ( $T_s$ ) :			
▪ Débit moyen horaire	h	11.8	7.48
▪ Débit de pointe en temps de pluie	h	6.67	4.22
▪ Débit diurne	h	7.87	4.98

Désignation	unité	Horizons	
		2030	2050
<b>Besoins en oxygène</b>			
- la quantité d'oxygène journalière	Kg O <sub>2</sub> /j	1662.62	1053.45
- la quantité d'oxygène horaire	Kg O <sub>2</sub> /h	62.27	43.89
- la quantité d'oxygène pour un m <sup>3</sup> du bassin	Kg O <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> .j	0.46	0.46
- la quantité d'oxygène en cas de pointe	Kg O <sub>2</sub> /h	88.82	56.28
<b>Aérateur de surface</b>			
- la puissance nécessaire de l'aération (W <sub>a</sub> )	kw	100.93	63.95
- Puissance de brassage (W <sub>m</sub> )	kw	67.91	43.03
- nombre d'aération (N <sub>aé</sub> )	-	2	2
- besoin en énergie (E)	Kw/h	59.21	37.52
<b>Bilan de boues</b>			
- la quantité des boues en excès (ΔX)	Kg/j	792.65	261.95
- concentration de boues en excès (X <sub>m</sub> )	Kg/m <sup>3</sup>	10	10
- le débit de boues en excès (Q <sub>excès</sub> )	m <sup>3</sup> /j	79.26	26.19
- le débit spécifique par m <sup>2</sup> du bassin (q <sub>sp</sub> )	Kg/m <sup>3</sup> .j	0.21	0.21
- les boues recyclées :			
▪ Le taux de recyclage (R)	%	33.3	33.3
▪ Le débit des boues recyclées	m <sup>3</sup> /j	2451.53	1553.3
- Age des boues	j	12	12
<b>Clarificateur</b>			
- la forme	circulaire		
- le volume (V)	m <sup>3</sup>	2443.24	1412.74
- la surface horizontale (S <sub>h</sub> )	m <sup>2</sup>	651.53	565.1
- la hauteur (H)	m	3.75	2.5
- diamètre (D)	m	29	27
- temps de séjours (Ts) :			
▪ Débit moyen horaire	j	8	7.3
▪ Débit de pointe par temps sec	j	4.5	4.5
▪ Débit de pointe en temps de pluie	j	1.5	1.5

## IV.D. La désinfection

### Introduction

La désinfection est un traitement visant à éliminer les micro-organismes pathogènes, bactéries, virus et parasites ainsi que la majorité des germes banals moins résistants. C'est le moyen de fournir une eau bactériologiquement potable, tout est maintenir un pouvoir désinfectant suffisamment élevé pour éviter les reviviscences bactériennes dans les réseaux de distribution.

La désinfection est une post-oxydation. Elle est assurée par des oxydants chimiques tels que le chlore  $\text{Cl}_2$ , le dioxyde de chlore  $\text{ClO}_2$ , l'ozone  $\text{O}_3$ , et dans certain nombre de cas, par un procédé physique comme le rayonnement UV.

En Algérie, l'hypochlorite de sodium (eau de javel) est le produit désinfectant le plus utilisé dans les stations d'épuration à cause de sa disponibilité sur le marché et son faible coût.

### IV.D.1. Dose du chlore à injecter :

La dose du chlore nécessaire dans les conditions normales pour un effluent traité est de 5 à 10 mg/l pour un temps de contact de 30 minutes.

On utilise une dose de 10 mg/l pendant un temps de contact de 30 minutes.

### Horizon 2030

#### 1) La dose journalière :

$$D_j = Q_{\text{moy},j} \times [\text{Cl}_2] = 7361.94 \times 0.01 = 73.62 \text{ Kg/j}$$

$$D_j = 73.62 \text{ Kg/j}$$

#### 2) Calcul de la quantité de l'eau de javel :

On prend une solution d'hypochlorite à 20°C.

$$1^\circ \text{ de chlorométrie} \longrightarrow 3.17 \text{ g de Cl}_2/\text{NaClO}$$

$$20^\circ \text{ de chlorométrie} \longrightarrow X$$

$$X = 20 \times 3.17 / 1 = 63.4 \text{ g de Cl}_2/\text{NaClO}$$

$$X = 63.4 \text{ g de Cl}_2/\text{NaClO}$$

#### 3) La quantité d'hypochlorite nécessaire :

$$1 \text{ m}^3(\text{NaClO}) \longrightarrow 63.4 \text{ Kg de Cl}_2$$

$$Q_j \longrightarrow 73.62 \text{ Kg}$$

$$Q_j = 73.62 / 63.4 = 1.16 \text{ m}^3(\text{NaClO})/j = 48.33 \text{ l/h}$$

$$Q_j = 48.33 \text{ l/h}$$

#### 4) La quantité annuelle d'hypochlorite :

$$Q_a = Q_j \times 365 = 1.16 \times 365 = 423.4 \text{ m}^3(\text{NaClO})/\text{an}$$

$$Q_a = 423.4 \text{ m}^3(\text{NaClO})/\text{an}$$

**IV.D.2. Dimensionnement de bassin de désinfection:**

$$Q_{\text{ptp}}=1628.83 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$T_s=30 \text{ min}$$

**1) Le volume du bassin :**

$$V=Q_{\text{ptp}} \times T_s=1628.83 \times (30/60) =814.41 \text{ m}^3$$

$$V=814.41 \text{ m}^3$$

**2) La hauteur du bassin:**

$$\text{On fixe: } H=4\text{m}$$

$$H=4\text{m}$$

**3) La surface horizontale du bassin:**

$$S_h=V/H=814.41/4=203.6 \text{ m}^2$$

$$S_h=203.6 \text{ m}^2$$

**4) Largeur et longueur :**

$$\text{On prend: } L=2.B \quad \text{Donc: } B=\sqrt{\frac{S_h}{2}}=10 \text{ m}$$

$$B=10 \text{ m}$$

$$\text{Alors : } L=2. 10=20 \text{ m}$$

$$L=20 \text{ m}$$

**Horizon 2050 (Extension)**

Pour cet horizon, on dimensionne le bassin de désinfection avec la différence des débits des deux horizons :

**▪ Le débit moyen journalier :**

$$Q_{\text{moy.j}}=Q_{\text{moy.j (2050)}}-Q_{\text{moy.j (2030)}}= 12026.48 - 7361.94=4664.54 \text{ m}^3/\text{j.}$$

**▪ Le débit de pointe en temps de pluie (débit de la station) :**

$$Q_{\text{ptp}}= Q_{\text{ptp (2050)}} - Q_{\text{ptp (2030)}}= 61695.84-39091.9= 22603.94 \text{ m}^3/\text{j}=941.83 \text{ m}^3/\text{h}$$

Les résultats de dimensionnement du bassin de désinfection pour les deux horizons sont représentés sur le tableau suivant :

**Tableau IV.7 :** résultat de calcul du bassin de désinfection pour les deux horizons.

Désignations	unité	Horizons	
		2030	2050 (extesion)
- la dose journalière du chlore (Dj)	Kg/j	73.62	46.64
- la quantité d'hypochlorite nécessaire	l/h	48.33	30.42
- la quantité annuelle d'hypochlorite	m <sup>3</sup> (NaClO)/an	423.4	266.45
<b>Dimensionnement du bassin de désinfection</b>			
- le volume (V)	m <sup>3</sup>	814.41	470.91
- la hauteur (H)	m	4	4
- la surface horizontale (S <sub>h</sub> )	m <sup>2</sup>	203.6	117.73
- la largeur (B)	m	10	8
- la longueur (L)	m	20	16

### IV.E. Traitement des boues

La production de boues d'épuration résultant du traitement biologique des eaux est en croissance. La gestion de ces boues est devenue un enjeu environnemental de premier ordre. Compte tenu de l'interdiction de mettre en décharge des produits dits non ultimes, les deux issues majeures pour les boues sont la valorisation énergétique et la valorisation agricole.

Le traitement des boues consiste donc tout d'abord à diminuer leur teneur en eau et à réduire de manière efficace leur charge polluante et fermentescible. Il s'agit de les préparer à une étape ultime de valorisation ou d'élimination. Les principales techniques qui peuvent être complémentaires : l'épaississement, la stabilisation, la déshydratation et le séchage.

➤ **Epaississement :**

L'épaississement constitue la première étape de la plus part des filières de traitement des boues, cette étape permet l'élimination de l'excédent en eau et d'augmenter la teneur en matière solide de la boue. Elle est réalisée par décantation et flottation.

➤ **Stabilisation :**

La stabilisation est un processus qui limite les fermentations en vue de favoriser la valorisation agricole des boues. On distingue les stabilisations chimiques ou biologiques. Pour ce dernier cas, les phénomènes peuvent être aérobies (présence d'oxygène) ou anaérobies (absence d'oxygène), il s'agit alors de l'étape de digestion des boues.

➤ **Déshydratation :**

Les procédés de déshydratation ont pour objectif de faire passer la boue de l'état liquide à une consistance plus ou moins solide, qui devra évidemment reprendre aux exigences de désinfection choisie.

La filière de traitement des boues choisie pour notre STEP sera comme suit :

- ☞ Un épaisseur des boues circulaire.
- ☞ Une déshydratation sur lit de séchage.



**Figure IV.4 :** Un épaisseur des boues.



**Figure IV.5 :** Un lit de séchage

**IV.E.1. Etude de la variante à moyenne charge :****Horizon 2030****IV.E.1.1. Dimensionnement de l'épaisseur :**

L'épaisseur sera dimensionner on fonction des charges polluantes éliminées dans le décanteur primaire et secondaire.

**1) La production journalière des boues :**

- Boues issues du décanteur primaire :

$$\Delta X_p = \text{DBO}_5 \text{ élim} + \text{MES}_{\text{élim}} = 633.86 + 802.62 = 1436.48 \text{ Kg/j} \quad \Delta X_p = 1436.48 \text{ Kg/j}$$

- Boues issues du décanteur secondaire :

$$\Delta X_s = 324.58 \text{ Kg/j (représente les boues en excès)} \quad \Delta X_s = 324.58 \text{ Kg/j}$$

- La quantité totale journalière des boues :

$$\Delta X_t = \Delta X_p + \Delta X_s = 1436.48 + 324.58 = 1761.33 \text{ Kg/j} \quad \Delta X_t = 1761.33 \text{ Kg/j}$$

**2) Calcul du débit journalier reçu par l'épaisseur :**

- La concentration des boues :

A l'entrée de l'épauississement les boues fraîches ont les concentrations moyennes suivantes :

• boues primaire :  $S_1 = (20 \div 30) \text{ g/l}$ , on prendra  $S_1 = 25 \text{ g/l}$

• boues secondaire :  $S_2 = (10 \div 30) \text{ g/l}$ , on prendra  $S_2 = 10 \text{ g/l}$

- le débit arrivant du décanteur primaire :

$$Q_1 = \Delta X_p / S_1 = 1436.48 / 25 = 57.46 \text{ m}^3/\text{j} \quad Q_1 = 57.46 \text{ m}^3/\text{j}$$

- le débit arrivant du décanteur secondaire:

$$Q_2 = \Delta X_s / S_2 = 324.58 / 10 = 32.46 \text{ m}^3/\text{j} \quad Q_2 = 32.46 \text{ m}^3/\text{j}$$

- le débit total :

$$Q_t = Q_1 + Q_2 = 57.46 + 32.46 = 89.92 \text{ m}^3/\text{j} \quad Q_t = 89.92 \text{ m}^3/\text{j}$$

**3) la concentration du mélange :**

$$[S] = \Delta X_t / Q_t = 1761.33 / 89.92 = 19.59 \text{ kg/m}^3 \quad [S] = 19.59 \text{ kg/m}^3$$

**4) le volume de l'épaisseur:**

$$V = Q_t \times T_s = 89.92 \times 3 = 269.76 \text{ m}^3 \quad V = 269.76 \text{ m}^3$$

$T_s$ : temps de séjours (1 à 15 j), on prendra :  $T_s = 3 \text{ j}$ .

**5) la surface horizontale :**

Pour une de  $H = 4 \text{ m}$  on calcule :

$$S_h = V / H = 269.76 / 4 = 67.5 \text{ m}^2 \quad S_h = 67.5 \text{ m}^2$$

**6) le diamètre :**

$$D = \sqrt{\frac{4 \times V}{\pi \times H}} = \sqrt{\frac{4 \times 269.76}{\pi \times 4}} = 9.3 \text{ m} \quad \mathbf{D= 9.3 \text{ m}}$$

**IV.E.1.2. Dimensionnement des lits de séchage :**

Le dimensionnement de cet ouvrage se fait par la quantité de boues refoulées vers l'épaississeur qui est égale à **1761.33 Kg/j**.

**1) le volume d'un lit :**

- e : l'épaisseur maximale des boues qui est comprise entre (20 à 30) cm, on prend : e = 25 cm
- La longueur L = (20 à 30) m, on prend : L = 30 m.
- Hauteur : H = 1 m.
- Largeur : B = 15 m.

$$V = L \times B \times e = 30 \times 15 \times 0.25 = 112.5 \text{ m}^3 \quad \mathbf{V= 112.5 \text{ m}^3}$$

La concentration de boues activées épaissies est de 20 à 50 g/l [17].

En prenant une concentration de 25 g/l le volume journalier des boues épandues sera :

$$V_{\acute{e}} = \Delta X_t / 25 = 1761.33 / 25 = 70.45 \text{ m}^3/\text{j} \quad \mathbf{V_{\acute{e}}=70.45 \text{ m}^3/\text{j}}$$

**2) Volume des boues épandues par lit et par an :**

On admet que le lit sert 12 fois par an :

$$\text{Donc : } V_a = 12 \times V = 12 \times 112.5 = 1350 \text{ m}^3 \quad \mathbf{V_a=1350 \text{ m}^3}$$

**3) Volume de boues sécher par an :**

$$V_{an} = V_{\acute{e}} \times 365 = 70.45 \times 365 = 25714.25 \text{ m}^3/\text{an} \quad \mathbf{V_{an}=25714.25 \text{ m}^3/\text{an}}$$

**4) Nombre de lits nécessaire :**

$$N = V_{an} / V_a = 25714.25 / 1350 = 19 \text{ lits} \quad \mathbf{N= 19 \text{ lits}}$$

La surface totale des lits de séchage sera :  $S_t = L \times B \times N = 30 \times 15 \times 19 = \mathbf{8550 \text{ m}^2}$ .

Les résultats de dimensionnement des ouvrages de traitement des boues à moyenne charge pour les deux horizons sont représentés sur le tableau suivant :

**Tableau IV.7 :** tableau récapitulatif des résultats à moyenne charge pour les deux horizons.

Désignation	unité	Horizons	
		2030	2050 (extnsion)
<b>Dimensionnement de l'épaisseur</b>			
- boues issues du décanteur primaire ( $\Delta X_p$ )	kg/j	1436.48	910.14
- boues issues du décanteur secondaire ( $\Delta X_s$ )	kg/j	324.58	217.1
- la quantité totale journalière des boues ( $\Delta X_t$ )	kg/j	1761.33	1127.24
- le débit total ( $Q_t$ )	m <sup>3</sup> /j	89.92	58.11
- la concentration du mélange [S]	Kg/m <sup>3</sup>	19.59	19.4
- temps de séjours ( $T_s$ )	j	3	3
- volume (V)	m <sup>3</sup>	269.76	174.33
- hauteur (H)	m	4	4
- la surface horizontale ( $S_h$ )	m <sup>2</sup>	67.5	43.48
- diamètre (D)	m	9.3	7.5
<b>Dimensionnement des lits de séchage</b>			
- longueur	m	30	30
- Hauteur	m	1	1
- largeur	m	15	15
- l'épaisseur des boues	cm	25	25
- volume d'un lit (V)	m <sup>3</sup>	112.5	112.5
- le volume journalier des boues épandues ( $V_é$ )	m <sup>3</sup> /j	70.45	45.1
- volume des boues épandues par lit et par an ( $V_a$ )	m <sup>3</sup>	1350	1350
- volume de boues sécher par an ( $V_{an}$ )	m <sup>3</sup> /an	25714.25	16461.5
- Nombre de lit (N)	-	19	12
- la surface totale des lits de séchage	m <sup>2</sup>	8550	5400

**IV.E.2. Etude de la variante à faible charge :****Horizon 2030****IV.E.2.1. Dimensionnement de l'épaisseur :**

Il reçoit les boues issues du décanteur secondaire.

**1) La production journalière des boues :**

- Boues issues du décanteur secondaire :

$\Delta X_s = 792.65 \text{ Kg/j}$  (représente les boues en excès)

$$\Delta X_s = 792.65 \text{ Kg/j}$$

**2) Calcul du débit journalier reçu par l'épaisseur :**

- La concentration des boues :

A l'entrée de l'épaississement les boues fraîches ont les concentrations moyennes suivantes :

- boues secondaire :  $S_2 = (10 \div 30) \text{ g/l}$ , on prendra  $S_2 = 10 \text{ g/l}$

- le débit arrivant du décanteur secondaire:

$$Q_t = Q_2 = \Delta X_s / S_2 = 792.65 / 10 = 79.26 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$Q_t = 79.26 \text{ m}^3/\text{j}$$

**3) la concentration du mélange :**

$$[S] = \Delta X_t / Q_t = 792.65 / 79.26 = 10 \text{ kg/m}^3$$

$$[S] = 10 \text{ kg/m}^3$$

**4) le volume de l'épaisseur:**

$$V = Q_t \times T_s = 79.26 \times 2 = 158.52 \text{ m}^3$$

$$V = 158.52 \text{ m}^3$$

$T_s$ : temps de séjours (1 à 15 j), on prendra :  $T_s = 2 \text{ j}$ .

**5) la surface horizontale :**

Pour une de  $H = 3 \text{ m}$  on calcule :

$$S_h = V / H = 158.52 / 3 = 52.84 \text{ m}^2$$

$$S_h = 52.84 \text{ m}^2$$

**6) le diamètre :**

$$D = \sqrt{\frac{4 \times V}{\pi \times H}} = \sqrt{\frac{4 \times 158.52}{\pi \times 3}} = 8.2 \text{ m}$$

$$D = 8.2 \text{ m}$$

**IV.E.2.2. Dimensionnement des lits de séchage :**

Nous avons choisi les dimensions suivantes :

$$L= 20 \text{ m, } B=8 \text{ m, } e= 0.4 \text{ m}$$

**1) le volume d'un lit :**

$$V= L \times B \times e = 20 \times 8 \times 0.4 = 64 \text{ m}^3$$

$$V= 64 \text{ m}^3$$

La concentration de boues activées épaissies est de 20 à 50 g/l

En prenant une concentration de 20 g/l le volume journalier des boues épandues sera :

$$V_{\acute{e}} = \Delta X_t / 25 = 792.65 / 25 = 31.7 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$V_{\acute{e}} = 31.7 \text{ m}^3/\text{j}$$

**2) Volume des boues épandues par lit et par an :**

On admet que le lit sert 10 fois par an :

$$\text{Donc : } V_a = 10 \times V = 10 \times 64 = 640 \text{ m}^3$$

$$V_a = 640 \text{ m}^3$$

**3) Volume de boues sécher par an :**

$$V_{an} = V_{\acute{e}} \times 365 = 31.7 \times 365 = 11570.5 \text{ m}^3/\text{an}$$

$$V_{an} = 11570.55 \text{ m}^3/\text{an}$$

**4) Nombre de lits nécessaire :**

$$N = V_{an} / V_a = 11570.5 / 640 = 18 \text{ lits}$$

$$N = 18 \text{ lits}$$

La surface totale des lits de séchage sera :  $S_t = L \times B \times N = 20 \times 8 \times 9 = 2880 \text{ m}^2$ .

**Tableau IV.8 :** Tableau récapitulatif des résultats à faible charge.

Désignation	unité	Horizons	
		2030	2050 (extnsion)
<b>Dimensionnement de l'épaisseur</b>			
- boues issues du décanteur secondaire ( $\Delta X_t$ )	kg/j	792.65	261.95
- le débit total ( $Q_t$ )	m <sup>3</sup> /j	79.26	26.195
- la concentration du mélange [S]	Kg/m <sup>3</sup>	10	10
- temps de séjours ( $T_s$ )	j	2	2
- volume (V)	m <sup>3</sup>	158.52	52.39
- hauteur (H)	m	3	3
- la surface horizontale ( $S_h$ )	m <sup>2</sup>	52.84	17.46
- diamètre (D)	m	8.2	4.71
<b>Dimensionnement des lits de séchage</b>			
- longueur	m	20	20
- Hauteur	m	1	1
- largeur	m	8	8
- l'épaisseur des boues	cm	40	40
- volume d'un lit (V)	m <sup>3</sup>	64	64
- le volume journalier des boues épandues ( $V_e$ )	m <sup>3</sup> /j	31.7	10.478
- volume des boues épandues par lit et par an ( $V_a$ )	m <sup>3</sup>	640	640
- volume de boues sécher par an ( $V_{an}$ )	m <sup>3</sup> /an	11570.5	3824.47
- Nombre de lit (N)	-	18	6
- la surface totale des lits de séchage	m <sup>2</sup>	2880	960

**Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons dimensionné les différents ouvrages de la station d'épuration à boues activées pour les deux filières de traitement à savoir l'eau et la boue pour les deux variantes en l'occurrence la moyenne charge et le faible charge.

Le choix de la variante à adapter pour le traitement de notre effluent se fera après l'étude de l'aspect économique des deux variantes. Par ailleurs, le choix de la variante à retenir dépend des critères suivants :

- ✓ Respect des normes exigées.
- ✓ Simplicité dans l'exploitation.
- ✓ Taille de l'agglomération.
- ✓ Disponibilité du terrain.
- ✓ Coût en investissement et e fonctionnement de chaque variante.
- ✓ Traitement et valorisation des boues produites.

# *Chapitre V*

*Aspect Economique*

## Aspect économique

### Introduction :

Après avoir terminé d'établir les différentes chaînes de traitement d'eau usée, on doit faire une évaluation économique afin d'avoir une décision finale du choix de la variante la plus économique.

Pour qu'on puisse avoir cette décision on doit faire des calculs économiques des deux variantes précédemment étudiées qui sont la moyenne et la faible charge.

Cette dernière doit être sélectionnée après évaluation économique et comparaison entre le coût des variantes sur lesquelles se fait l'étude. De ce fait on pourra dire que cette variante est technico-économiquement optimale.

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.

### V.1. Coût de la variante à moyenne charge :

#### V.1.1. Coût d'investissement :

##### V.1.1.1. Coût de terrassement :

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

Le prix du mètre cube de terrassement sera évalué à 300 DA.

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

$$V = 0.3 \times Sh_i$$

Avec :

V : volume de terrassement de l'ouvrage considéré.

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

Le coût d'un ouvrage sera donc :

$$C = 300 \times V$$

**Tableau V.1** : Le coût de terrassement de chaque ouvrage.

Ouvrages	nombre	Volume (m <sup>3</sup> )	Coût (DA)
- Déssableur-déshuilleur	01	27	8100
- Décanteur primaire	01	244.326	73297.8
- Bassin d'aération	02	98.1	29430
- Décanteur secondaire	02	195.46	58637.7
- Bassin de désinfection	01	61.08	18324
- Epaisseur	01	20.25	6075
- Lit de séchage	19	2565	769500

Donc le coût total du terrassement est  $C_{terr} = 1031839.5$  DA

#### V.1.1.2. Coût du béton armé :

Le coût du béton revient actuellement à  $P_u=20000$  DA/m<sup>3</sup>.

$$C_b = P_u \times V_{tb} \dots \dots \dots (V.1)$$

$C_b$  : le coût du béton.

$V_{tb}$  : le volume total du béton.

Epaisseur des murs de l'ouvrage  $e_m$  : (0.15 à 0.5) m.

Epaisseur en radiers de l'ouvrage  $e_r$  : (0.3 à 0.4) m.

#### ☞ Calcul du volume de béton armé :

Le volume total du béton pour chaque ouvrage sera la somme des deux volumes :

$$V_{tb} = V_r + V_m \dots \dots \dots (V.2)$$

Tel que :

$$V_r = S_h \times e_r$$

$$V_m = P \times H \times e_m$$

On prend :

L'épaisseur du mur  $e_m = 0.5$  m

L'épaisseur du radier  $e_r = 0.4$  m

$V_r$  : volume du radier.

$V_m$  : volume du mur.

$P$  : périmètre de l'ouvrage.

$H$  : Hauteur de l'ouvrage.

**Tableau V.2** : Le coût du béton armé de chaque ouvrage.

Ouvrages	nombre	Volume (m <sup>3</sup> )		V <sub>tb</sub>	Coût (DA)
		V <sub>m</sub>	V <sub>r</sub>		
- Dessableur-déshuilleur	01	31.5	36	67.5	1350000
- Décanteur primaire	01	110.937	325.768	436.705	8734100
- Bassin d'aération	02	81	130.8	211.8	4236000
- Décanteur secondaire	02	170.824	260.61	431.434	8628680
- Bassin de désinfection	01	120	81.44	201.44	4028800
- Epaisseur	01	58.433	27	85.433	1708660
- Lit de séchage	19	45	3420	3465	69300000

Coût total du béton armé est  $C_{ba} = 97986240$  DA

#### V.1.1.3. Coût total du génie civil :

Le total du génie civil est la somme des deux coûts calculé précédemment :

$$C_{gc} = C_{terr} + C_{ba} = 1031839.5 + 97986240 = 99018079.5 \text{ DA}$$

#### V.1.1.4. Coût des VRD :

Le coût des VRD est estimé à 25% du coût du génie civil donc :

$$C_{VRD} = 0.25 \times 99018079.5 = 24754519.63 \text{ DA}$$

#### V.1.1.5. Coût des équipements électromécaniques et électriques et des installations hydromécaniques :

Il est estimé à 40% du ( $C_{gc} + C_{VRD}$ )

$$C_{eq} = 0.4 \times (99018079.5 + 24754519.63) = 49509137.25 \text{ DA}$$

#### V.1.1.6. Coût total des investissements de la station :

$$C_{Ti} = C_{gc} + C_{VRD} + C_{eq} = 99018079.5 + 24754519.63 + 49509137.25 = 173281980.4 \text{ DA}$$

#### V.1.2. Coût de fonctionnement :

##### V.1.2.1. Le coût de main d'œuvre :

Le coût de main d'œuvre est estimé à 5% du coût d'investissement :

$$C_{m.o} = 0.05 \times C_{Ti} = 0.05 \times 173281980.4 = 8664099.02 \text{ DA}$$

**V.1.2.2. Le coût de l'énergie (consommation électrique) :**

Les frais d'énergie sont calculés par l'expression suivante :

$$C_e = P_u \times E_c \dots \dots \dots (V.3)$$

**P<sub>u</sub>** : prix unitaire du kwh, P<sub>u</sub>= 4.18 DA.

**E<sub>c</sub>** : énergie totale consommée (kwh), E<sub>c</sub>=1.5 kwh/m<sup>3</sup>

$$C_{ea} = Q \times C_e = Q_a \times (P_u \times E_c)$$

**Q<sub>a</sub>** : le débit annuel qui sera traité en 2030 est égal à 7361.94 m<sup>3</sup>/j

$$C_{ea} = 7361.94 \times 365 \times 4.18 \times 1.5 = \mathbf{16848167.79 \text{ DA}}$$

**V.1.2.3. Le coût des réactifs chimiques :**

La consommation en hypochlorite de sodium est égale à 73.62 Kg/j.

Le prix du Kg d'hypochlorite de sodium est estimé à 14 DA

Donc :

C<sub>rc</sub> = P<sub>u</sub> x consommation annuelle en hypochlorite de sodium.

$$C_{rc} = 73.62 \times 365 \times 14 = \mathbf{376198.2 \text{ DA}}$$

**V.1.2.4. Le coût de renouvellement du matériel électromécanique :**

Il est estimé à 5% du coût d'investissement total

$$C_{rm} = 0,05 \times 173281980.4 = \mathbf{8664099.02 \text{ DA}}$$

**V.1.2.5. Le coût des frais financiers :**

Il est estimé à 5% du coût d'investissement total

$$C_{ff} = 0,05 \times 173281980.4 = \mathbf{8664099.02 \text{ DA}}$$

**V.1.2.6. Le coût de fonctionnement total :**

$$C_{Ft} = C_{mo} + C_e + C_{rc} + C_{rm} + C_{ff} = 8664099.02 + 16848167.79 + 376198.2 + (8664099.02 \times 2)$$

$$C_{Ft} = \mathbf{43216663.05 \text{ DA}}$$

**V.1.3. Calcul du prix du m<sup>3</sup> d'eau traitée :**

Le coût d'amortissement annuel :

$$C_{aa} = C_{Ti} / t \dots \dots \dots (V.4)$$

Avec :

t : durée d'amortissement t= 30 ans.

Donc :

$$C_{aa} = 173281980.4 / 30 = \mathbf{5776066.013 \text{ DA}}$$

☞ **Coût annuel de la station :**

$$C_{TS} = C_{aa} + C_{ft} = 5776066.013 + 43216663.05 = \mathbf{40992720.06 \text{ DA}}$$

☞ **Calcul du prix du m<sup>3</sup> d'eau épurée :**

Le volume total annuel d'eau épurée en l'an 2030 est :

$$V_{an} = 7361.94 \times 365 = \mathbf{2687108.1 \text{ m}^3}$$

Le coût du m<sup>3</sup> épurée  $C_e$  se calcul alors :

$$C_e = C_{TS} / V_{an} = 40992720.06 / 2687108.1$$

$$\mathbf{C_e = 15.25 \text{ DA}}$$

**V.2. Coût de la variante à faible charge :**

**Tableau V.3 :** résultats de la variante à faible charge.

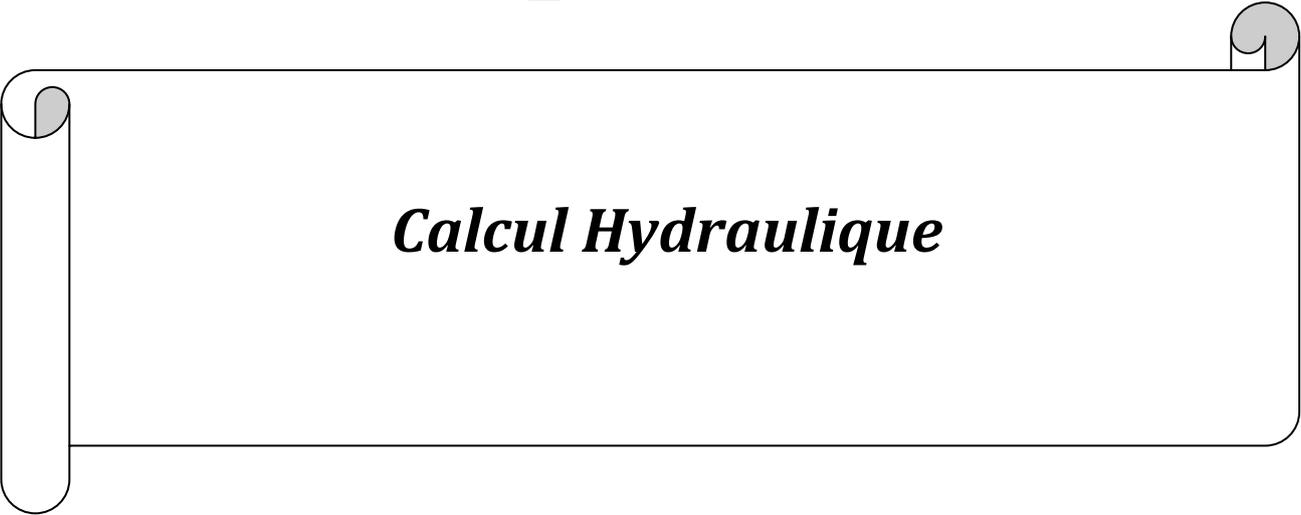
Désignation	unité	coûts
<b>1. Coût d'investissement</b>		
1.1. Coût de terrassement	DA	298458
1.2. Coût total du béton armé	DA	36989997.94
1.3. Coût total de génie civil	DA	37288455.94
1.4. Coût des VRD	DA	9322113.985
1.5. Coût des équipements électromécaniques et électriques et des installations hydromécaniques	DA	18644227.97
<b>Coût total des investissements de la station</b>	<b>DA</b>	<b>65254797.9</b>
<b>2. Coût de fonctionnement</b>		
2.1. Coût de main d'œuvre	DA	3262739.9
2.2. Coût de l'énergie	DA	16848167.79
2.3. Coût des réactifs chimiques	DA	376198.2
2.4. Coût de renouvellement du matériel électromécanique	DA	3262739.9
2.5. Coût des frais financiers	DA	3262739.9
<b>Coût de fonctionnement total</b>	<b>DA</b>	<b>27012585.68</b>
<b>3. Coût d'amortissement</b>	<b>DA</b>	<b>2175159.93</b>
<b>4. Coût total de la station</b>	<b>DA</b>	<b>29187745.61</b>
<b>5. Coût de m<sup>3</sup> d'eau épurée</b>	<b>DA</b>	<b>10.86</b>

**Conclusion**

D'après l'étude économique, on remarque que le coût de la station ainsi que le mètre cube d'eau dans la moyenne charge revient plus cher que la faible charge, de ce fait nous opterons donc pour cette dernière variante qui est la faible charge.

Son rendement d'épuration étant suffisant nous l'adoptons comme choix définitif.

# *Chapitre VI*

A decorative graphic of a scroll, consisting of a horizontal rectangular frame with rounded corners and a vertical strip on the left side, all with a thin black outline. The scroll is partially unrolled, with the top and bottom edges curving inward. The text is centered within the main rectangular area.

*Calcul Hydraulique*

## Calcul Hydraulique

### Introduction :

Dans ce chapitre, nous allons procéder au calcul des ouvrages qui assurent la circulation de l'eau d'un bassin à un autre, ces calculs auront pour but le dimensionnement des différentes conduites de rejet, conduite de by-pass, conduite de fuite, conduites reliant les ouvrages ainsi que le déversoir d'orage et les cotes de radier des différents ouvrages pour assurer le bon fonctionnement de la station de point de vue hydraulique.

### VI.1. Emplacement des ouvrages dans le site de la station :

L'arrivée des eaux à la station d'épuration est comme suit :

Les eaux usées et pluviales sont collectées dans un seul collecteur vers un déversoir d'orage qui sert à séparer les eaux pluviales des eaux usées tel que :

- Les eaux pluviales sont déversées directement dans l'oued et les eaux usées sont dirigées vers les différents ouvrages de la station.
- A l'amont de la station, on place un autre déversoir qui est le by-pass pour éviter l'écoulement vers la station d'épuration, en cas de panne, ainsi l'emplacement des différents ouvrages va suivre le sens de la pente naturelle du terrain pour qu'on ait un écoulement gravitaire le long de la station d'épuration.

### VI.2. Déversoir d'orage :

Le principe de fonctionnement de cet ouvrage en système unitaire est d'effectuer le déversement dans le milieu naturel des débits d'orage et de ne dériver vers la station que les débits des eaux usées, appelées « débit en temps sec ».

La partie déversant est acheminée vers l'oued, dans notre cas on optera pour un déversoir à seuil latéral.

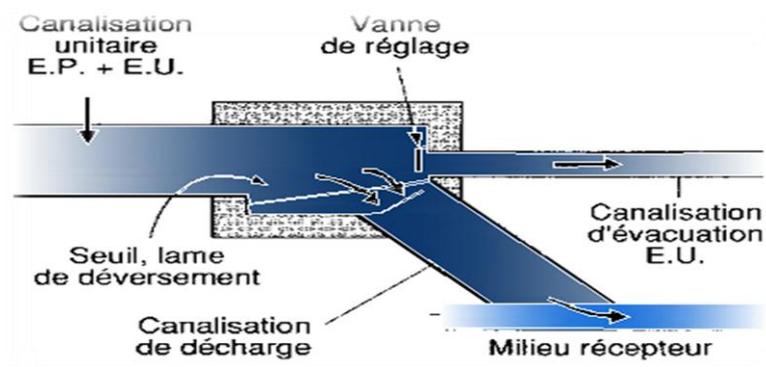


Figure VI : Déversoir classique à seuil latéral

- Le débit de pointe par temps sec :  $Q_{pts} = 0.238 \text{ m}^3/\text{s}$ .
- Le débit pluvial a été estimé par D.R.E de Relizane à  $Q_{pl} = 1.45 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Donc le collecteur principale véhiculera un débit de :

$$Q_c = Q_{pts} + Q_{pl} = 0.238 + 1.45 = 1.688 \text{ m}^3/\text{s}$$

#### ✚ A l'amont du déversoir :

On calcule le diamètre du collecteur qui véhiculera le débit d'eau total en 2050 :

$$Q_c = 1.688 \text{ m}^3/\text{s} \quad I = 0.33\%$$

Et d'après de Bazin (01) :

- ✓  $D_e = 1200 \text{ mm}$  (diamètre à l'entrer du déversoir).
- ✓  $Q_{ps} = 2 \text{ m}^3/\text{s}$  (débit à pleine section).
- ✓  $V_{ps} = 1.4 \text{ m/s}$  (vitesse à pleine section).

Et d'après l'abaque de Bazin (02) :

- ✓  $rQ = Q_v/Q_{ps} = 1.688/2 = 0.844$  (rapport des débits).
- ✓  $rH = H_e/D_e = 0.7 \implies H_e = 0.7 \times 1200 = 840 \text{ mm}$  (hauteur de remplissage).
- ✓  $rV = V/V_{ps} = 1.11 \implies V = 1.11 \times 1.4 = 1.554 \text{ m/s}$  (rapport des vitesses).

#### ✚ A l'aval de déversoir :

$$Q_{ptp} = 0.45 \text{ m}^3/\text{s}, \quad I = 0.33\%$$

D'après l'abaque de Bazin (01) :

- ✓  $D_s = 800 \text{ mm}$
- ✓  $Q_{ps} = 0.5 \text{ m}^3/\text{s}$
- ✓  $V_{ps} = 1 \text{ m/s}$

Et d'après l'autre abaque (02) :

- ✓  $rQ = Q_v/Q_{ps} = 0.9$  (rapport des débits).
- ✓  $rH = H_e/D_e = 0.74 \implies H_e = 0.74 \times 800 = 592 \text{ mm}$  (hauteur de remplissage).
- ✓  $rV = V/V_{ps} = 1.12 \implies V = 1.12 \times 1 = 1.12 \text{ m/s}$  (rapport des vitesses).

Le débit déversé par le déversoir d'orage vers le milieu naturel ( $Q_d$ ) est :

$$Q_d = Q_v - Q_{ptp} = 1.688 - 0.45 = 1.238 \text{ m}^3/\text{s}$$

#### VI.2.1. Dimensionnement d'un déversoir d'orage:

- La hauteur d'entrée :  $H_e = 840 \text{ mm}$
- La hauteur de sortie :  $H_s = 594 \text{ mm}$
- La lame d'eau déversé :  $H_d = (H_e - H_s) = 254 \text{ mm}$

Donc la largeur du seuil déversant sera :

$$b = (3 \times Qd) / (2m \times (2g)^{1/2} \times Hd^{3/2})$$

avec :

**m** : coefficient de débit dépend de la forme du seuil et varie également suivant la hauteur de la lame d'eau déversée pour les crêtes minces  $m = 0,6$ .

**g** : L'accélération de la pesanteur ( $m^2/s$ ).

$$b = 5.45 \text{ m}$$

### VI.2.2. Dimensionnement de la conduite de fuite :

C'est une conduite qui sert à évacuer l'eau de pluie rejetée par le déversoir d'orage vers l'oued ainsi pour avoir un bon écoulement, cette conduite doit être en béton.

On impose une pente de 0.71%

$$Qd = 1.238 \text{ m}^3/s.$$

D'après l'abaque de Bazin (01) on aura :

$$Dd = 1000 \text{ mm}$$

$$Q_{ps} = 1.4 \text{ m}^3/s$$

$$V_{ps} = 1.7 \text{ m/s}.$$

Donc  $rQ = 0.88$  d'après l'abaque de Bazin (02) on aura:  $rH = 0.73$  ,  $rV = 1.12$

### VI.2.3. Dimensionnement de la conduite By-pass :

Cette conduite est appelée à véhiculer un débit de  $Q_{ptp} = 0.45 \text{ m}^3/s$  sous une pente de 0.71% et elle devrait intervenir lors d'un danger sur la station, et l'eau est dirigée vers la station de relevage vers le milieu récepteur. Comme on doit avoir une grille de même dimension que le dégrilleur.

$$Q_{ptp} = 0.45 \text{ m}^3/s, \quad I = 0.71\%$$

D'après l'abaque de Bazin (01) :

$$Ds = 800 \text{ mm}, \quad Q_{ps} = 0.7 \text{ m}^3/s, \quad V_{ps} = 1.27 \text{ m/s}$$

Et d'après l'autre abaque (02) :

$$rQ = 0.64, \quad rH = 0.58, \quad rV = 1.05$$

**VI.3. Profil hydraulique :**

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

**VI.3.1. Côtes du terrain des zones d'implantation des ouvrages :**

Les côtes sont représentées dans le tableau suivant :

ouvrages	Côte terrain naturel (TN)
Dégrilleur	360.72
Dessableur-déshuilleur	358.47
Bassin d'aération	356.51
Décanteur secondaire	354.66
Bassin de désinfection	353.59

**VI.3.2. Calcul des pertes de charges, diamètres et des longueurs des conduites reliant les ouvrages de la station d'épuration :**

Pour calculer les pertes de charge dans les conduites on utilisera la formule de Darcy définie par :

$$\Delta H = \lambda \frac{LV^2}{2gD} \dots\dots\dots(\text{VI.1})$$

Pour cela on doit connaître les paramètres suivants :

- Les longueurs des conduites (qui peuvent être déduites du schéma d'implantation donc peuvent être calculées).
- Les diamètres des conduites.
- Le débit qui est connu.
- La nature du matériau : on utilisera le PEHD, comme matériau qui présente aussi une bonne caractéristique de point de vue dureté, étanchéité et résistance à la corrosion et faible rugosité.

**VI.3.3. Calcul des longueurs des conduites reliant les ouvrages :**

Pour tous nos calculs on utilisera les longueurs équivalentes pour tenir compte des pertes de charges singulières.

$$L_{\text{éq}} = 1.15 \times L_{\text{réelle}} \dots\dots\dots(\text{VI.2})$$

Toutes les canalisations seront dimensionnées de façon qu'on leur impose une pente de 1.5% pour permettre un bon écoulement de l'eau et de assurer l'autocurage avec une vitesse minimale de 0.6 m/s et éviter l'abrasion pour les vitesses supérieure à 5m/s.

**Tableau VI.2** : longueurs des conduites entre les ouvrages de la station.

Ouvrages	$L_{réelle}$ (m)	$L_{éq} = 1.15 \times L_{réelle}$
Dégrilleur-Déssableur	8	9.2
Déssableur-Bassin d'aération	65	74.75
Bassin d'aération-Décanteur II	10.6	12.19
Décanteur II-Bassin de désinfection	26	30

### VI.3.4. calcul des diamètres des conduites reliant les ouvrages ainsi que les pertes de charges :

#### ☞ Conduite dégrilleur- déssableur :

$$Q_{pte} = 0,714 \text{ m}^3/\text{s} \quad \text{et d'après l'abaque de Bazin (01) on aura : } \mathbf{D = 800 \text{ mm}}$$

$$L_{eq} = 9.2 \text{ m} \quad \lambda = (1,14 - 0,86 \ln \frac{\varepsilon}{D})^{-2}$$

Puisque le PEHD à une rugosité de 0.1 mm donc :  $\lambda = 0,0095$

$$\Delta H = 8 \times 0,0095 \frac{9.2 \times 0,714^2}{\pi^2 \times 10 \times 0,8^5} = 0,011 \text{ m} \quad \mathbf{\Delta H=0.011 \text{ m}}$$

#### ☞ Conduite déssableur- bassin d'aération :

$$Q_{pte} = 0,714 \text{ m}^3/\text{s} \quad \text{et d'après l'abaque de Bazin (01) on aura : } \mathbf{D = 800 \text{ mm}}$$

$$L_{eq} = 65 \text{ m} \quad \lambda = 0,0095$$

$$\Delta H = 8 \times 0,0095 \frac{65 \times 0,714^2}{\pi^2 \times 10 \times 0,8^5} = 0,078 \text{ m} \quad \mathbf{\Delta H=0.078 \text{ m}}$$

#### ☞ Conduite bassin d'aération – décanteur II :

$$Q_{pte} = 0,714 \text{ m}^3/\text{s} \quad \text{et d'après l'abaque de Bazin (01) on aura : } \mathbf{D = 800 \text{ mm}}$$

$$L_{eq} = 12.19 \text{ m} \quad \lambda = 0,0095$$

$$\Delta H = 8 \times 0,0095 \frac{12.19 \times 0,714^2}{\pi^2 \times 10 \times 0,8^5} = 0,014 \text{ m} \quad \mathbf{\Delta H=0.014 \text{ m}}$$

#### ☞ Conduite décanteur II – bassin de désinfection :

$$Q_{pte} = 0,714 \text{ m}^3/\text{s} \quad \text{et d'après l'abaque de Bazin (01) on aura : } \mathbf{D = 800 \text{ mm}}$$

$$L_{eq} = 30 \text{ m} \quad \lambda = 0,095$$

$$\Delta H = 8 \times 0,0095 \frac{30 \times 0,714^2}{\pi^2 \times 10 \times 0,8^5} = 0,036 \text{ m} \quad \mathbf{\Delta H= 0.036 \text{ m}}$$

**VI.3.5. calcul des cotes piézométriques et cotes de radier des différents ouvrages :**

On calcule les cotes piézométriques d'après l'équation de Bernoulli donnée par :

$$P_1/W + V_1^2/2g + Z_1 = P_2/W + V_2^2/2g + Z_2 + H_{1-2}$$

$P_1/W$  et  $P_2/W$  : énergies de pression dans les sections (1) et (2).

$V_1^2/2g$  et  $V_2^2/2g$  : énergies cinétiques en (1) et (2).

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

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

La variation de vitesse est très faible, donc les énergies cinétiques peuvent être éliminées il vient :

$$P_1/W + Z_1 = P_2/W + Z_2 + H_{1-2}$$

Posons:  $P_1/W = H_1$  et  $P_2/W = H_2$  donc :

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

$$C_{p1} = H_1 + Z_1 \quad \text{cote piézométrique au point (1).}$$

$$C_{p2} = H_2 + Z_2 \quad \text{cote piézométrique au point (2).}$$

$$C_{p2} = C_{p1} + H_{1-2}$$

☞ **Cote piézométrique du dégrilleur :**

On a  $Z_d =$  cote terrain du radier = 360.72 m

et la hauteur d'eau dans le dégrilleur est de  $H_d = 1$  m

$$\text{D'où } C_{pd} = Z_d + H_d = 360.72 + 1$$

$$C_{pd} = 361.72 \text{ m}$$

☞ **Cote piézométrique du déssableur-déshuileur :**

La hauteur d'eau dans le déssableur-déshuileur est de  $H_{dd} = 2$  m

$$H_d + Z_d = H_{dd} + Z_{dd} + H_{d-dd}$$

$$Z_{dd} = H_d + Z_d - H_{dd} - \Delta H$$

$$Z_{dd} = 1 + 360.72 - 2 - 0.011$$

$$Z_{dd} = 359.7 \text{ m}$$

$$C_{p dd} = Z_{dd} + H_{dd} = 359.7 + 2$$

$$C_{p dd} = 361.7 \text{ m}$$

☞ **Cote piézométrique du bassin d'aération :**

La hauteur d'eau dans le bassin d'aération est de  $H_{BA} = 4$  m

$$H_{dd} + Z_{dd} = H_{BA} + Z_{BA} + H_{dd-BA}$$

$$Z_{BA} = H_{dd} + Z_{dd} - H_{BA} - \Delta H$$

$$Z_{BA} = 2 + 359.7 - 4 - 0.078$$

$$Z_{BA} = 357.5 \text{ m}$$

$$C_{p BA} = Z_{BA} + H_{BA} = 357.5 + 4$$

$$C_{p BA} = 361.5 \text{ m}$$

☞ **Cote piézométrique du décanteur secondaire :**

La hauteur d'eau dans le décanteur secondaire est de  $H_{dII} = 4$  m

$$H_{BA} + Z_{BA} = H_{dII} + Z_{dII} + H_{BA-dII}$$

$$Z_{dII} = H_{BA} + Z_{BA} - H_{dII} - \Delta H$$

$$Z_{dII} = 4 + 361.5 - 4 - 0,014$$

$$Z_{dII} = 361.468 \text{ m}$$

$$Cp_{dII} = Z_{dII} + H_{dII} = 361.468 + 4$$

$$Cp_{dII} = 365.468 \text{ m}$$

☞ **Cote piézométrique du bassin de désinfection :**

La hauteur d'eau dans le bassin de désinfection est de  $H_{Bd} = 3$  m

$$H_{dII} + Z_{dII} = H_{Bd} + Z_{Bd} + H_{dII-Bd}$$

$$Z_{Bd} = H_{dII} + Z_{dII} - H_{Bd} - \Delta H$$

$$Z_{Bd} = 4 + 361.468 - 3 - 0,036$$

$$Z_{Bd} = 362.388 \text{ m}$$

$$Cp_{Bd} = Z_{Bd} + H_{Bd} = 362.388 + 3$$

$$Cp_{Bd} = 365.388 \text{ m}$$

**Tableau VI.3 :** récapitulatif des différentes cotes des ouvrages de la STEP.

Désignations	Cote terrain (m)	Cote radier (m)	Plan d'eau (m)	$\Delta H$ (m)	Cote piézométrique (m)
- Dégrilleur	360.72	360.72	1	0.011	361.72
- Dessableur-Déshuileur	358.47	359.7	2		0.078
- Bassin d'aération	356.51	357.5	4	0.014	361.5
- Décanteur secondaire	354.66	361.468	4	0.036	365.468
- Bassin de désinfection	353.59	362.388	3		365.388

**VI.4. Station de relevage :**

Nous avons projeté une station de relevage à la rentrée de la station, qui va permettre de refouler les eaux usées arrivant au rejet vers la tête de la STEP.

La station de relevage projetée sera composée par deux pompes fonctionnant en alternance et d'un réservoir (puisard).

**VI.4.1. Dimensionnement du bassin d'aspiration :**

Pour le dimensionnement du bassin d'aspiration (bâche à eau) on utilise le débit de pointe en temps sec de l'horizon 2050, qui est de  $0.714 \text{ m}^3/\text{s}$ . Donc il faut calculer le volume de la bâche d'aspiration, on appliquant la relation suivante :

**1. le volume du bassin :**

$$V = t \cdot Q_{\text{pts}} / 2 \cdot n \dots \dots \dots (\text{VI.3})$$

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

$t$  : l'intervalle entre deux démarrages successifs de la pompe qui varie (6-15) min.

On prend  $t=15$  min

$n$  : Nombre de démarrage par heure.

On Prend  $n=6$  démar/heure.

Donc

$$V = (15 \times 60 \times 0.714) / (2 \times 6) = 53.55 \text{ m}^3 \qquad \qquad \qquad V = 53.55 \text{ m}^3$$

**2. la surface du bassin :**

$$S = V/H$$

$$\text{On prend une hauteur de 3m, donc } S = 53.55/3 = 17.85 \text{ m}^2 \qquad \qquad \qquad S = 17.85 \text{ m}^2$$

**3. largeur :**

$$B = 3 \text{ m}$$

**4. longueur :**

$$L = 5.95 \text{ m}$$

**VI.4.2. Calcul du diamètre de la conduite de refoulement:**

Pour le calcul du diamètre de la conduite de refoulement vers l'ouvrage d'entrée le dégrilleur sera calculé par la formule suivante :

$$D = K \times (Q)^{1/2}; \quad K = 1 \text{ BONIN}$$

$$Q_{\text{pt}} = 0.714 \text{ m}^3/\text{s} \quad \implies \quad D = (0.714)^{1/2} = 0.844 \text{ m}$$

Donc le diamètre normalisé est **D = 850 mm**

La vitesse d'écoulement est :  $V = 4 \times Q / \pi \times D^2$

$$V = (4 \times 0.714) / (\pi \times 0.850^2) = 1.26 \text{ m/s} \qquad \qquad \qquad V = 1,26 \text{ m/s}$$

**VI.4.3. Calcul de la hauteur manométrique de la pompe :**

$$\text{HMT} = \text{Hg} + \Delta\text{H}_{\text{total}} \dots \dots \dots (\text{VI.4})$$

Avec :

**Hg** : Hauteur géométrique,  $\text{Hg} = h_1 - h_2$

**h1** : cote au niveau de la bêche de réception

**h2** : cote au niveau de l'ouvrage d'entrée

**$\Delta\text{H}$**  : Perte de charge totale,  $\Delta\text{H} = 8\lambda.L.Q^2 / \pi^2.g.D^5$

**Q** : débit refouler m<sup>3</sup>/s.

**D** : Diamètre de la conduite de refoulement m.

**L** : Longueur de la conduite de refoulement m.

**$\lambda$**  : Coefficient de perte de charge.

Donc :

$$\text{Hg} = 361.6 - 348.98 = 12.62 \text{ m.}$$

$$\Delta\text{H} = (8 \times 0.0095 \times 228 \times 0.714^2) / (\pi^2 \times 10 \times 0.85^2) = 0.27 \text{ m}$$

$$\text{Donc HMT} = 12.6 + 0.27 = \mathbf{12.87 \text{ m}}$$

**VI.4.4. choix de la pompe :**

Les pompes qui conviennent alors sont des pompes d'assainissement dont:  $Q = 714 \text{ l/s}$  et  $\text{HMT} = 13 \text{ m.}$  d'après logiciel FLYPS on a trouvé les valeurs suivantes :

Nombre de pompes :	3 (2 + 1)
Débit Unitaire :	2570.4 m <sup>3</sup> /h
HMT :	13 m
Puissance unitaire :	14.3 KW
Rendement :	75 %

**Conclusion :**

Dans ce chapitre nous avons arrivé à dimensionné le déversoir d'orage et calculé les cotes piézométriques des différents ouvrages de la station d'épuration pour mieux dessiner le profil hydraulique, et nous avons aussi dimensionné les conduites qui relient les ouvrages de la STEP, et enfin nous avons pu choisir le type de pompe adéquate pour relever les eaux usées de la bêche d'eau au premier ouvrage d'entrée qui est la grille.

# ***Chapitre VII***

***Gestion et Exploitation de la station***

## Gestion et Exploitation de la station

### Introduction :

Dans ce chapitre on va expliquer la gestion d'exploitation de la station, ses techniques et identifié les impacts sur l'environnement ainsi que les mesures adéquates ;

### VII.A. 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 rejets ou réutiliser, cette opération est très difficile et compliqué nécessite une gestion précis 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 taches d'entretien et de maintenance.

### VII.A.1. Etablissement 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.

#### VII.A.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 a y effectuer avec mention de leur fréquence.

#### VII.A.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.

## VII.A.2. Moyens et techniques d'exploitation de la station :

### VII.A.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 VII.1 : Les rôles des personnes dans la STEP.**

Personnels	Rôles
- Le chef de la station	- Tache administrative (organisation du personnel).
- Technicien de laboratoire	- Responsable sur les analyses et l'échantillonnage.
- Electromécanicien	- Dépannage de toutes les filières (eau et boues) peut devenir chef d'exploitation d'une filière sophistiquée.
- Des ouvriers	- Entretien 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.

### VII.A.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.

#### **VII.A.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 [17].

##### **VII.A.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 à exiger 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 mn 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 [17].

### **VII.A.5. Entretien des ouvrages :**

#### **VII.A.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 râtaux.
- Noter les quantités des refus journalier.
- Vérifier le niveau d'huile et de graisse des chaînes d'entraînement.
- Vérifier et assurer quotidiennement le bon fonctionnement électromécanique des râtaux automatisé.

#### **VII.A.5.2. Désableur-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.

#### **VII.A.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).

- Mesure et noter quotidiennement la charge en DBO<sub>5</sub> entrante et la concentration des boues dans le bassin.

#### **VII.A.5.4. Clarificateur :**

- Maintenir le clarificateur en état de propreté.

- Vérifier tous le six mois le bon fonctionnement des dispositifs de pompages 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.

#### **VII.A.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.

#### **VII.A.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 2m.

- Contrôler et noter chaque jour le PH des eaux surversées e et des boues épaisies.

- Relever les volumes des boues soutirées des épaisseur.

- Vidanger tous les 5 ans les ouvrages pour contrôler les structures immergées.

**VII.A.5.7. Lits de séchage :**

- Préalablement à l'épandage des boues liquides, les lits de sable devront être soigneusement désherbé et ratissé 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.

**VII.B. 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 suivantes :

**VII.B.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.

**VII.B.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.

**VII.B.3. Risques mécaniques :**

Les risques mécaniques résultant d'organes en mouvement, sont susceptibles d'entraîner des chocs, des cisaillements et des coupures.

**VII.B.4. Risques dus aux réactifs :**

Un certains 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.

**VII.B.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.

**VII.C. Etude 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 [17].

**VII.C.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.

**VII.C.2. Impact 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.

**VII.C.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 terrassement seront minimes. Elles n'auront aucun effet sur la sante des ouvriers du chantier.

**VII.C.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.

**VII.C.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.

**VII.C.6. Impacts sur la ressource hydrique :**

Le traitement des eaux usées urbaines par le projet permettra d'assurer la sauvegarde de la qualité des milieux récepteurs et protéger les eaux souterraines pour la consommation et l'irrigation.

**VII.C.7. Impacts sur la santé publique :**

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.

**VII.C.8. 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 dépendent 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 des 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.

#### **VII.C.9. 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 due :

- Au mauvais fonctionnement du procédé ou à des pannes l'appareillage.
- A une pollution accidentelle : rejet industriel sans aucun traitement préalable.
- A des erreurs humaines dans le control de la station.
- A 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.

#### **VII.D. 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 :

##### **VII.D.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 300m. 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.

##### **VII.D.2. Mesures à prendre en cas de pollution accidentelle :**

Bien que la future station d'épuration soit prévue pour les eaux usées urbains 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.

**VII.D.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.

**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 est un paramètre important car il y va de la santé et même de la vie de l'ensemble du personnel de la station.

### **CONCLUSION GENERALE**

L'objectif du traitement des eaux résiduaires est l'obtention d'une eau épurée qui satisfait aux normes de rejets édictées par la législation et pouvant par suite être évacuée sans danger dans le milieu naturel ou bien être utilisée dans le cadre de mesures nécessaires à une bonne gestion de l'eau (recyclage).

A l'instar de ces dires, le but de notre travail est la conception de la station d'épuration des eaux usées domestiques de la ville de MADIOUNA (W.Relizane). Cette station ainsi conçue traitera les eaux résiduaires d'une pollution qui passera de 61350 à 100221 équivalents habitants aux horizons 2030 et 2050.

En effet, la technique de traitement est choisie à bases des charges à traiter, milieu récepteur et la disponibilité du site d'implantation.

Le traitement des eaux usées pour cette future station commence par une épuration physique de toutes les eaux admises à la station suivi d'une épuration biologique (boues activées) à faible charge et qui s'achève par une désinfection.

Nous recommandons que les eaux épurées 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.

En fin, il reste à signaler que le rendement d'une station d'épuration et même sa durée de vie sont étroitement liées à l'entretien et à la gestion de celle-ci.

# REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

**A.Gaid**, 1984: " Epuration biologique des eaux usées urbaines", Tome 1, O.P.U Alger.

**A.LENCASTRE** : Hydraulique générale. Edition EYROLLES 2002, 633p.

**Alain Damen**, guide de traitement des déchets, 2ème édition, Paris année 2002-2003.

EMILIAM Koller, Traitement des pollutions industrielles, édition DUNOD, 2005.

**Bechac. P, Pierre. Boutin, B. Mercier, P. Nuer.** Traitement des eaux usées. EYROLLES Paris 1987.

**Baumont S, Camard J P, Lefranc A, Franconie A**, «Réutilisation des eaux usées: risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France» (2004). Rapport ORS, pp 220.

**Dia Prosiun**, Technique et économie de l'épuration des eaux résiduaires Publication de bulletin sein. Normandie. Octobre 71

**Dia Prosiun** : Épuration des eaux résiduaires Edition EYROLLES 1975, 439 p.

**Duguet J-P, Bernazeau F, Cleret D, Gaid A, Laplanche A, Moles J, Monteil A, RiouG ; Simon P**, Réglementation et traitement des eaux destinées à la consommation humaine, 1 ère édition. ASTEE (Association Scientifique et Technique pour L'environnement), (2006).

**F. MEKHALIF**, « Réutilisation des eaux résiduaires industrielles épurées comme eau d'appoint dans un circuit de refroidissement», mémoire de Magister (2009).

**F. MEKHALIF**, « Réutilisation des eaux résiduaires industrielles épurées comme eau d'appoint dans un circuit de refroidissement», mémoire de Magister (2009).

**Jaques Bernard, Colette Caerels, Genevière Dieblot, Alain Dupouy.** Le Memento technique de l'eau. Tome 2. Degrément.

**JEAN RODIER**, «L'analyse de l'eau, eaux naturelles, l'eau résiduaire, eau de mer, DUNO» 8 ème édition, Paris (1996).

**M .Bouziani**, (2000) la pénurie aux maladies; édition Ibn-khaldoun, P 260.

[www.cite-sciences.fr/francais/ala\\_cite/.../eau.../type\\_pollution.php?html](http://www.cite-sciences.fr/francais/ala_cite/.../eau.../type_pollution.php?html) « les type de pollutions-pollution de l'eau ». Consulté le : 18/03/2013

**MIRA Yasmin**, contribution a la conception de la station d'épuration d'ISOLA 2000, ENP, promotion 2007-2008.

**S. KAIBOU**, «Etude de la station d'épuration De la ville de Laghouat w. Laghouat». Mem. Ing, ENSH (2010).

**Site Web :**

Internet [www.google.com](http://www.google.com)

[http://www.oieau.fr/Re\\_FEA/module\\_2d.htm/](http://www.oieau.fr/Re_FEA/module_2d.htm/)



# ***NOMENCLATURE***

- 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.
- C : Conductivité.
- C<sub>aa</sub> : Coût d'amortissement annuel.
- C<sub>b</sub> : Coût du béton.
- C<sub>e</sub> : Coût du 1 m<sup>3</sup> cube d'eau épurée.
- C<sub>éq</sub> : Coût des équipements.
- C<sub>ff</sub> : Coût financier.
- C<sub>ft</sub> : Le coût de fonctionnement total
- C<sub>GC</sub> : Coût de génie civil.
- C<sub>m</sub> : Charge massique.
- C<sub>mo</sub> : Coût de main d'œuvre.
- COT : Carbone organique total.
- C<sub>tb</sub> : Coût total du béton armé
- C<sub>p</sub> : Coefficient de pointe.
- C<sub>rc</sub> : Coût des réactifs chimiques.
- C<sub>rm</sub> : Le coût de renouvellement des matériels électromécaniques
- C<sub>s</sub> : Concentration de saturation.
- C<sub>T</sub> : Coût total de la STEP.
- C<sub>ter</sub> : Coût de terrassement.
- C<sub>ti</sub> : Coût des investissements.
- C<sub>ts</sub> : Le coût total de la station.
- C<sub>v</sub> : Charge volumique.
- C<sub>VRD</sub> : Coût de VRD.
- D<sub>b</sub> : Diamètre du bassin.
- DBO : Demande biochimique en oxygène.
- D<sub>c</sub> : Diamètre de la conduite.
- DCO : Demande chimique en oxygène.

$D_d$  : Diamètre de décanteur.  
 $D_\epsilon$  : Diamètre de l'épaisseur.  
 $D_x$  : Masse des boues à extraire.  
 $D_j$  : Dose journalière de chlore.  
 $d$  : Largeur d'un barreau.  
 $e$  : Espacement entre les barreaux.  
 $e_m$  : Epaisseur des murs des ouvrages.  
 $e_r$  : Epaisseur du radier.  
 $H$  : Profondeur du dessableur-déshuileur.  
 $H_b$  : Hauteur du bassin.  
 $H_d$  : Hauteur du décanteur.  
 $H_\epsilon$  : Hauteur de l'épaisseur.  
 $H_{\text{géo}}$  : Hauteur géométrique.  
 $h_{\text{max}}$  : Hauteur d'eau admissible sur une grille  
HMT : Hauteur manométrique totale.  
 $H_{\text{sr}}$  : Profondeur de la station de relevage.  
 $I_M$  : Indice de MOHALMAN  
 $K_a$  : Constante caractérisant le dispositif d'aération.  
 $k$  : Taux de croissance.  
 $K$  : Coefficient de colmatage de la grille.  
 $L$  : Largeur du dessableur-déshuileur.  
 $L_b$  : Longueur du bassin.  
 $L_g$  : Largeur de la grille.  
 $L_e$  : Charge polluante éliminé.  
 $l_1$  : Largeur du lit.  
 $L_f$  : Charge polluant à la sortie.  
 $L_0$  : Charge polluante à l'entrée.  
 $l$  : Largeur du dessableur-déshuileur.  
 $L_{\text{sr}}$  : Longueur de la station de relevage.  
 $l_{\text{sr}}$  : largeur de la station de relevage.  
MES : Matière en suspension.  
MM : Matières minérales.  
 $MM_e$  : Matières minérales éliminées.  
 $MM_r$  : Matières minérales restantes.  
MVS : Matières volatiles en suspension.

$N_{\text{éq/hab}}$  : Nombre d'équivalent habitant.

$N_{\text{aé}}$  : Nombre d'aérateurs.

$N_0$  : Quantité totale d'oxygène transférée.

$N_s$  : Oxygène transféré dans le liquide.

$N_{\text{lit}}$  : Nombre des lits.

$n$  : Pourcentage d'encrassement.

$P_a$  : Puissance absolue.

$P_u$  : Prix unitaire du  $\text{m}^3$  de béton armé.

$P_{\text{ue}}$  : Prix unitaire d'énergie électrique.

$P_{\text{ur}}$  : Prix unitaire du réactif chimique.

$Q_{\text{air}}$  : Débit d'air.

$Q_a$  : Quantité annuelle d'hypochlorite.

$Q_\epsilon$  : Débit entrant dans l'épaississeur.

$Q_j$  : Débit d'hypochlorite nécessaire.

$Q_{\text{moyj}}$  : Débit moyen journalier.

$Q_{\text{moyh}}$  : Débit moyen horaire.

$Q_p$  : Débit de pointe.

$Q_r$  : Débit de refoulement.

$q_{(O_2)}$  : Quantité d'oxygène nécessaire dans le bassin.

$q_{(O_2)h}$  : Quantité d'oxygène horaire.

$q_{(O_2)j}$  : Quantité d'oxygène journalière.

$Q_l$  : Débit entrant dans le lit de séchage.

$q_{(O_2)p}$  : Quantité d'oxygène en cas de pointe.

$R$  : Coefficient global de réduction.

$R_c$  : Taux de recirculation des boues.

$S$  : Surface de passage de l'effluent.

$S_h$  : Surface horizontale.

$S_u$  : Surface unitaire du lit de séchage.

$S_0$  : Concentration en  $\text{DBO}_5$  à l'entrée du bassin d'aération.

$S_1$  : La concentration des boues à l'entrée de l'épaississeur.

$S_2$  : La concentration des boues à la sortie de l'épaississeur

$S_f$  : La concentration en  $\text{DBO}_5$  à la sortie du bassin d'aération.

$T$  : Température.

$T_c$  : Taux de retour à l'égout.

$T_d$  : Période diurne.

$T_R$  : Taux de raccordement au réseau.

$T_s$  : Temps de séjour.

$t$  : Durée d'amortissement.

$V$  : Vitesse de l'écoulement.

$V_a$  : Vitesse ascensionnelle des particules.

$V_{an}$  : Le volume total annuel d'eau épurée.

$V_B$  : Volume des boues.

$V_b$  : Volume du bassin.

$V_c$  : Vitesse de chute.

$V_{ct}$  : Volume de la couche terrassée.

$V_d$  : Volume du décanteur.

$V_e$  : Vitesse du passage des particules.

$V_\epsilon$  : Volume de l'épaississeur.

$V_r$  : Volume du radier.

$V_{sr}$  : Volume de la station de relevage.

$V_{tb}$  : Volume total du béton.

$W_a$  : Puissance de brassage.

$W_{ab}$  : Puissance absolue.

$W_m$  : Puissance de brassage et de maintien des solides en suspension.

$X$  : Masse bactérienne.

$X_a$  : Concentration des boues dans le bassin.

$X_{dur}$  : Quantité des matières sèches non dégradables.

$X_{eff}$  : Fuite des MES avec l'effluent.

$X_{min}$  : Quantité des matières minérales éliminées.

$X_r$  : Concentration des boues recyclées.

$X_t$  : Masse des boues dans le bassin.

$\alpha$  : Angle d'inclinaison de la grille.

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

$\beta_0$  : Coefficient de forme.

$\eta_{ép}$  : Rendement de l'épuration.

$\lambda$  : Coefficient de perte de charge.

$\Delta H$  : Perte de charge.

***De même, il a été utilisé:***

ADE : Algérienne Des Eaux.

ANRH : Agence Nationale des Ressources Hydrauliques.

DHW : Direction d'Hydraulique de la Wilaya.

OMS : Organisation Mondiale de la Santé.

ONA : Office National de l'Assainissement.

RGPH : Recensement Général de la Population et d'Habitat.

SEAAL : Société des Eaux et d'Assainissement d'Alger.

STEP : STation d'EPuration.

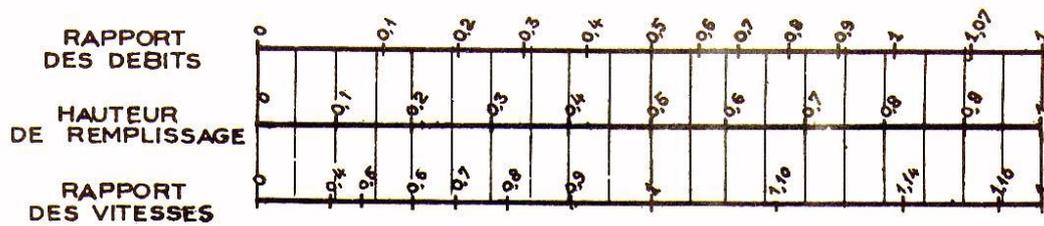
# **ANNEXES**

## ANNEXE I

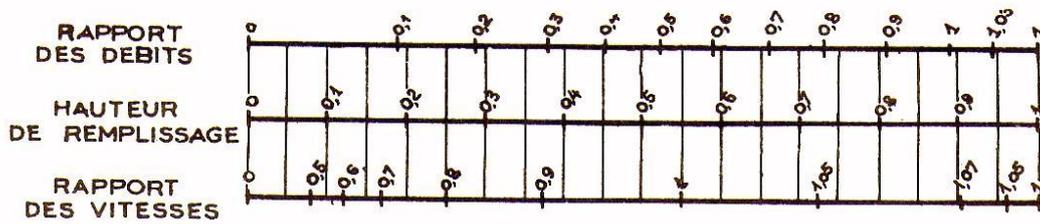
### VARIATIONS DES DÉBITS ET DES VITESSES EN FONCTION DE LA HAUTEUR DE REMPLISSAGE

(d'après la formule de Bazin)

#### a) Ouvrages circulaires



#### b) Ouvrages ovoïdes normalisés



Exemple - Pour un ouvrage circulaire rempli aux  $\frac{3}{10}$ , le débit est les  $\frac{2}{10}$  du débit à pleine section et la vitesse de l'eau est les  $\frac{78}{100}$  de la vitesse correspondant au débit à pleine section

## ANNEXE II

### RÉSEAUX PLUVIAUX EN SYSTÈME UNITAIRE OU SÉPARATIF (Canalisations circulaires – Formule de Bazin)

