



**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

DEPARTEMENT Hydraulique Urbaine

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

### **OPTION : Assainissement**

#### **THEME :**

**DIMENSIONNEMENT DE LA STATION D'EPURATION  
PAR LAGUNAGE AERE DE LA VILLE DE HASSANI  
ABDELKRIM (W.ELOUED)**

#### **Présenté par :**

**M<sup>r</sup> : MAMECHE OUSSAMA**

#### **DEVANT LES MEMBRES DU JURY**

<b>Nom et Prénom</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
<b>M<sup>r</sup> Y.DERNOUNI</b>	<b>M.A.A</b>	<b>Président</b>
<b>M<sup>me</sup> M.KAHLERAS</b>	<b>M.A.A</b>	<b>Examinatrice</b>
<b>M<sup>me</sup> H.SAIDI</b>	<b>ING/DOCTORANTE</b>	<b>Examinatrice</b>
<b>M<sup>me</sup> CH.SALHI</b>	<b>M.A.B</b>	<b>Examinatrice</b>
<b>M<sup>r</sup> A.HACHEMI</b>	<b>M.A.A</b>	<b>Promoteur</b>

**Septembre 2015**

## REMERCIEMENTS

*Je remercie Allah le tout puissant, pour m'avoir donné la santé, le courage et la volonté d'étudier et pour m'avoir permis de réaliser ce modeste travail dans les meilleures conditions.*

*J'aimerais exprimer ma gratitude pour la patience, le soutien et l'aide qu'a pu m'apporter mon promoteur Mr : Hachemi. Ainsi que sa disponibilité tout le long de l'élaboration de ce travail.*

*Nous tenons à exprimer notre gratitude envers tous ceux qui ont de diverses façons contribué à l'élaboration de ce présent mémoire :*

-  *Mr Abdelsalam sous-directeur a l'O.N.A de la ville de oued souf.*
-  *Mr A.Liman pour son aide a oued souf.*
-  *Mr youcef pour son aide dans la topographie.*
-  *Mr K,labdi pour son aide.*

*Notre gratitude aux gens de la direction des ressources en eau (DRE Oued Souf) et de L'office national d'assainissement de la wilaya d'el oued et l'A.D.E de oued souf.*

*A Les membres de la bibliothèque de l'E.N.S.H sur tant SABRINA, pour leurs précieuses aides.*

*A tout le corps enseignant et personnel de L'ENSH qui ont contribué de près ou de loin à ma formation.*

*A toute les gens de la city 3 sans exception .*

*A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

*Mon respect aux membres du jury qui me feront l'honneur d'apprécier mon travail.*

*Maméche Oussama*

## *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail à tous ceux que j'aime mais surtout :*

*A mes parents qui ont toujours été les étoiles de mon ciel et ont illuminés mon chemin depuis ma naissance, je ne les remercierai jamais assez (maman et papa que Dieu me les garde);*

*Aux âmes nobles de mes deux grandes- mère maternel et paternels que Dieu les préserve ;*

*A ma sœurs bouchera ;*

*A mes tantes et surtout faiza ;*

*A mes oncles ;*

*A toute mes cousins ;*

*A mes amis : Mohamed pipo , Khaled , Hamza , Ahmed , Rabiaa, Bilich ,*

*Cherif, Khalil, Abelghani , Bille ,et surtout Abdeldjalil ;*

*A toute ma promotion 2015 sans exception ;*

*A mon prometteur Mr Hachemi ;*

*A tous les enseignants de l'ENSH qui m'ont accompagné durant mes études ;*

*Au personnel de l'O.N.A de la wilaya de oued souf et surtout le sous-directeur*

*Abdeslam*

*A toute personne utilisant ce document pour un bon usage.*

# **Maméche Oussama**

منطقة وادي سوف تعرف مشكلة صعود المياه وهذا راجع لتشبع الطبقة الجوفية بمياه الأمطار مياه دون تصريفها.

وفي العشرية الأخيرة لوحظ تصاعد في المستوى البيزومتري تدريجيا ضعيفة السيئة لشبكة تسيير المياه وتسرب المياه وتجمع الشبكات في الآبار المهجورة والتي ساهمت في تزويد الطبقة السطحية بالمياه خاصة بالمحيط الحضري والشبه الحضري لولاية .

هذه المشكلة بوضع محطة تصفية للمياه المستعملة الهوائية وتصريفها نحو شط حلوف بسيدي عون.

تهدف الدراسة الى تحديد ابعاد المنشآت الموجودة بهذه المحطة.

## **Résumé :**

La région de Oued Souf connaît un problème de la remontée des eaux, à cause de la saturation de la nappe superficielle des eaux pluviales et les eaux usées non épurées et évacuées.

Au cours de la dernière décennie, le niveau piézométrique de la nappe phréatique s'est élevé progressivement. En effet, l'état défectueux des réseaux de drainage et d'évacuation des eaux usées, les fuites des réseaux de distribution d'eau potable, les exutoires des réseaux de colatures, ainsi que les forages abandonnés, contribuent à l'alimentation de la nappe phréatique et à sa remontée, notamment dans le périmètre urbain et périurbain de la ville d'El-Oued.

Pour y remédier, nous proposons une station d'épuration par lagunage aéré.

Le but de ce travail est le dimensionnement des ouvrages de cette station.

## **Abstract:**

The region of Oued Souf knows a problem of upwelling, because of rainwater saturation and non-purified and discharged wastewater. During the last decade, the piezometric level of the water table has risen gradually. Indeed, the poor condition of drainage and sewage, leaking distribution of drinking water outfalls colatures networks, as well as abandoned wells, contribute to the supply of water table and its rise, particularly in urban and peri-urban area of the city of El-oued drainage. To find the solution to this problem, we propose an aerated lagoon treatment plant. The aim of this work is to put effect a structural design of this station.

## SOMMAIRE

### Introduction général

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

I-1-Introduction .....	1
I-2-Situation Géographique de la ville de HASSANI ABDEL-KRIM : .....	1
I-3-La Topographie de la région : .....	3
I-4-Le relief : .....	3
I-5-la climatologie : .....	3
a)- La température .....	5
b)- Les précipitations .....	5
c)-Le vent : .....	6
d) L'Ensoleillement : .....	7
e) L'Evaporation : .....	8
I - 6 – Population de la région d'étude .....	8
a) - Population actuelle .....	8
b) -Perspective de la population et évolution de la région .....	8
I - 7 - Alimentation en eau potable .....	9
a) - Ressources en eau potable .....	9
b) - Qualité des ressources .....	11
c) - Caractéristiques générales du réseau d'A.E.P .....	11
d) équipements : .....	12
I – 8 - Réseau d'assainissement : .....	13
a) - Commune de Guemar: .....	13
b) - Commune de Hassani Abdelkrim : .....	13
c) - Commune de Taghzout : .....	13
d)- Commune de Debila : .....	13
I – 9 - Conclusion .....	15

### Chapitre II : Caractéristiques des effluents et Procédée d'épuration Biologique

II -1-Introduction .....	16
II -2-Origine et mode de collecte des effluents urbains .....	16
II -2-1- Origine des effluents .....	16
a) Les eaux de ruissellement : .....	16
b) Les eaux usées domestiques .....	16

b) Les eaux usées domestiques .....	16
c) Les eaux usées industrielles .....	17
II-3- Composition des eaux usées : .....	17
II-4-Pollution des eaux usées : .....	17
a/ Pollution organique : .....	17
b/ Pollution microbiologique : .....	18
c/ Produits toxiques : .....	18
II -5- Les paramètres de la pollution : .....	18
1-Parameters physiques : .....	18
A/ La temperature : .....	18
B/ L'odeur : .....	19
C/ La couleur : .....	19
D/ Les matières en suspension (M.E.S) : .....	19
E/ Matières minérales : .....	19
F/ Matières décantables et non décantables : .....	19
2-Paramètres chimiques : .....	19
A/ Le PH : .....	19
B/ l'oxygène dissous : .....	20
C/ La demande biochimique en oxygen (DBO5) : .....	20
D/ La demande chimique en oxygène (DCO): .....	20
E)La notion de biodégradabilité : .....	21
F)Les nutriments: .....	21
3-paramètres microbiologiques : .....	22
4-Les normes de rejets .....	22
II-6-Quantité d'eaux usées à traiter : .....	23
II-7-Finalité du traitement .....	23
a) - Objectif .....	23
b) -Réutilisation des eaux usées .....	24
II-8-Moyens de réduction de la pollution .....	24
II-8-1-Les traitements préliminaires .....	24
a) - Dégrillage .....	24
b) - Dessablage .....	25
II-8-2-Décanteur primaire .....	27
II-8-3-Traitement secondaire .....	27
II-8-3-1- procédés extensifs .....	28

II-8-3-2-Les procédés intensifs.....	30
II-8-4 -Traitement des boues .....	38
II-8-4-1-Réduction du pouvoir fermentescible.....	38
II-8-4-2-Réduction du volume .....	40
II-9-Conclusion : .....	44

### **Chapitre III : Procédée d'épuration Biologique par lagunage**

III-Lagunage aéré : .....	45
III-1-Principe de fonctionnement : .....	45
a) Description générale : .....	45
b) Grands mécanismes en jeu : .....	45
III-2-Bases de dimensionnement : .....	46
a) Choix des terrains : .....	45
b) Lagune d'aération : .....	46
c) Lagunes de décantation : .....	47
d) Mise en œuvre : .....	47
e) Performances : .....	48
f) Avantages techniques : .....	48
g) Inconvénients techniques : .....	49
III-3) Les différent systems d aeration: .....	49
a) les aérateurs mécaniques de surface : .....	49
III-4-aeration des lagunes : .....	51
III-5-Radeau de curage des boues.....	52
III-6- Shéma synbotique d'un systeme d'assainissement : .....	52
III-7- Méthodologie de dimensionnement du système d'aération : .....	53
III-8-Conclusion : .....	54

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

IV-1-Introduction .....	55
IV-2-Détermination du débit des eaux potable.....	55
IV-3-Détermination du débit des eaux usées $Q_{eu}$ .....	56
a)Débit moyen horaire $Q_{eu h}$ .....	56
b)Débit diurne:.....	57

c) Débit de pointe par temps sec $Q_p$ .....	57
IV-4-Calcul des charges polluantes.....	58
a) Charge en $DBO_5$ .....	58
IV-4-1- Calcul des concentrations des charges polluantes.....	59
a) Concentration de la $DBO_5$ (S) : .....	59
b) Concentration de la MES ( $S_0$ ) : .....	59
c) Concentration de la DCO ( $S_1$ ) : .....	59
IV-5- Les ouvrages de prétraitement : .....	60
V -5-1- Le collecte des eaux usées .....	60
IV -5-2 -Canal d'amenée.....	60
a)- Détermination de section optimale:.....	60
b) - Calcul de b et h : .....	61
c) - Calcul de la section du canal: .....	62
d) - Vérification du régime : (fluvial ou subcritique).....	62
e) – Calcul de la pente du canal : .....	63
V-5-3- Dimensionnement de la grille.....	64
a) - Calcul de la surface de conception : .....	64
b)- Calcul de la surface utile des grilles : .....	65
c) - Calcul de tirant d'eau : .....	65
d) - Calcul de la longueur mouillée d'une grille : .....	65
e)- Calcul de la perte de charge à traversé la grille : .....	65
IV – 5 - 4 - Dimensionnement du dessableur : .....	66
a) - Calcul du volume totale d'un canal : .....	67
b) - Calcul de la section transversale humide d'un canal: .....	67
c) - Calcul de la section horizontale humide d'un canal:.....	68
d) - Calcul de la Tirant d'eau : .....	68
e) - Calcul de la longueur du canal : .....	68
f) - Volume du sable retenu : .....	69
g) - Calcul de la matière minérale éliminée : .....	69
h) - Calcul de la quantité de MES entrantes dans les dessableur:.....	70
IV –6- Dimensionnement des lagunes.....	71
IV – 6-1- Les lagunes aérés .....	71
IV-6-1-1-Calcul du volume total des eaux usées à l'entrée de la station : .....	71
IV-6-1-2-Calcul du temps de séjour total de la station .....	72
IV 6 1 3 Calcul de la surface de chaque lagune.....	72
IV-6-1-4-Calcul de la longueur de chaque lagune.....	73

IV-6-1-5-Quantité $DBO_5$ éliminée par jour dans chaque lagune.....	75
IV-6-1-6-calcul de la concentration en boue de chaque lagune.....	75
IV-6-1-7- Les besoins en oxygène dans chaque lagune.....	77
IV-6-1-8 - Puissance de l'aérateur dans chaque lagune.....	78
IV-6-2-Le lagunage de finition( $F_1, F_2, F_3$ ) :.....	79
IV-6-2-1- Calcul du volume total des eaux usées de chaque étage :.....	79
IV-6-2-2- Calcul du volume des eaux usées de chaque lagune :.....	79
IV-6-2-3- Calcul du temps de séjour de chaque étage :.....	80
IV-6-2-4- Calcul de la surface de chaque lagune:.....	80
IV 6 3 Calcul de la longueur de chaque lagune:.....	80
IV- 7 - Dimensionnement du lit de séchage.....	81
IV-7-1-Calcul du volume de boue.....	81
a)- Calcul de la surface totale des lits de séchage :.....	81
b)- Calcul de la surface de chaque bassin :.....	81
c)Volume de chaque bassin :.....	81
IV-8 -Ouvrages hydrauliques :.....	83
IV-8-1- Dispositifs de comptage des débits.....	83
IV-8-2-Répartiteurs de débit.....	83
IV-8-3-Ouvrages d'entrée dans les lagunes.....	83
IV-8-4-Ouvrages de sortie des lagunes.....	84
IV-9-Matériel de curage des lagunes:.....	84
IV-10 - Conclusion :.....	84

## **Chapitre V : Calcul Hydraulique**

V -1-Introduction :.....	85
V-2-Dimensionnement de la conduite By-pass :.....	85
V-3-Profil hydraulique :.....	86
V-3-1 Cotes moyennes du terrain naturel des ouvrages :.....	86
V-3-2- Calcul des pertes de charges, diamètre et la longueur des conduites reliant les ouvrages de la station d'épuration :.....	86
V-3-3-Calcul des longueurs des conduites reliant les ouvrages :.....	87
V-3-4-Calculs des cotes piézométriques des différents ouvrages :.....	88
V-3-5-Calcul des diamètres des conduites reliant les ouvrages et les cotes piézométriques.....	88
a)Conduite dégrilleur -désableur :.....	88

b)Conduite Dessabler–Déshuileur – 1 <sup>er</sup> Etage :	89
c)Conduite 1 <sup>er</sup> Etage – 2 <sup>em</sup> Etage :	90
d)Conduite 2 <sup>em</sup> Etage – Etage de finition :	90
e)Conduite étage de finition – station de relevage:	91
V-4- Conclusion :	91

## **Chapitre VI : Gestion et exploitation de la station d'épuration**

VI-1-Introduction	92
VI-2-base de vie	92
VI-3-Le bâtiment technique de la step :	92
VI-4-Mesures et contrôles effectués au niveau de la station d'épuration :	93
VI-4-1-Contrôle de fonctionnement	93
VI-4-1-1-Contrôle journaliers	94
VI-4-1-2-Contrôles périodiques	94
VI-5-Mesures de paramètres de fonctionnement de la station :	95
VI-5-1-Mesure de la turbidité	95
VI-5-2-Mesure de la teneur en oxygène dissous	95
VI-5-3-Mesure du pH et de la température	96
VI -6- Entretien des ouvrages	96
VI-6-1- Le dégrilleur	96
VI-6-2- Déssableur	96
VI-6-3- Bassin d'aération	96
VI-6-4-Lit de séchage	97
VI -7- Hygiène et sécurité dans le travail	97
VI -7-1- Sur le plan de l'hygiène	97
VI -7-2- sur le plan de la sécurité	98
VI -8- Disposition générale	100
V-9- les norms de rejet	100
V-10- Conclusion	102

## Liste des Tableaux

N° de		Page
<b>Tableau</b>	<b>Chapitre I : Présentation de la zone d'étude.</b>	
Tableau I-1 : évaluation mensuelle des paramètres climatiques pour la région d'étude (1999-2009).....		4
Tableau I-2 : Répartition moyenne mensuelle de vitesse du vent aux stations de Guemar Touggourt (m/s) (1976-2009).....		6
Tableau I-3: Estimation de la population pour différents horizons.....		9
Tableau I-4 : Analyse d'eau d'EL-Oued -Tiksebt.....		11
Tableau I-5: les équipements existants.....		12
 <b>Chapitre II : Caractéristiques des effluents et Procédée d'épuration Biologique</b>		
Tableau II-1 : le mode de traitement en fonction du rapport (DCO/DBO).....		21
Tableau II-2: Normes de rejets en Algeria niveau 4 (OMS).....		22
Tableau II-3. Le dimensionnement des lits bactériens.....		33
 <b>Chapitre III : Procédée d'épuration Biologique par lagunage</b>		
Tableau III-1 :Base de dimensionnement pour les lagunes aérées.....		46
Tableau III-2: Base de dimensionnement pour la lagune de décantation.....		46
Tableau III-3: Exploitation des lagunes aérées.....		48
 <b>Chapitre IV : Dimensionnement de la station d'épuration</b>		
Tableau IV-1 : Calcul de débit d'eau usée pour l'horizon 2030.....		60
Tableau IV-2: Caractéristiques du canal d'amenée.....		64
Tableau IV-3 : Caractéristiques du dégrillage.....		66
Tableau IV-4: Caractéristiques du dessableur.....		70
Tableau IV-5: Caractéristiques des lagunes aérés.....		74
Tableau IV-6: Caractéristiques de quantité de DBO <sub>5</sub> éliminé et puissance d'aérateur des lagunes.....		79
Tableau IV-7: Caractéristiques du lagunage de finition.....		81

Tableau IV-8: Caractéristiques du lits de séchage .....	82
---	----

### **Chapitre V : Calcul Hydraulique**

Tableau V-1 : Cotes moyenne radier des différents ouvrages de la station .....	86
--	----

Tableau V-2: Les valeurs de $K$ , $m$ et $\beta$ : .....	87
--	----

Tableau V-3 : Longueurs des conduites entre les ouvrages de la STEP .....	88
---	----

### **Chapitre VI : Gestion et exploitation de la station d'épuration**

Tableau VI-1:Norme de rejet .....	101
-----------------------------------	-----

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

Figure I-3 : Moyennes mensuelles des températures moyennes en (°C) (1999-2009). ....	5
Figure I-4 : Moyennes mensuelles des pluies en (mm) (1999-2009).....	6
Figure I-5 : Moyennes mensuelles des vitesses des vents (m/s). (1999- 2009). ....	7
Figure I-6 : Moyennes mensuelles des Ensoleillement en (h) (1999-2009). ....	7
Figure I-7 : Moyennes mensuelles des Evaporation en (mm) (1999-2009).....	8
Figure I-8 : les forages existant dans la wilaya de oued souf.....	10
Figure I-9 : Situation générale des ouvrages d'assainissement (O.N.A, 2015). ....	15

## Chapitre II : Caractéristiques des effluents et Procédée d'épuration Biologique

Tableau II.1 : le mode de traitement en fonction du rapport (DCO/DBO) . ....	21
Tableau II.2 : Normes de rejets en Algérie niveau 4 (OMS). ....	22
Figure II-1 : Dégriilleur .....	25
Figure II-2 :Déssableur.....	26
Figure II-3 : Schéma de principe d'un décanteur primaire. ....	27
Figure II-4-: Mécanisme de l'épuration par lagunage naturel.....	29
Figure II-5 : Synoptique d'une station d'épuration comportant un lit bactérien .....	31
Figure II-6: Lit bactérien à remplissage traditionnel.....	32
Figure II-7 : Alimentation du lit bactérien (garnissage plastique) .....	33
Figure II-8: Schéma général du procédé de traitement des eaux par boues activées (Thévenot , 2005) .....	35
Figure II-9 : Bassin d'aération à boues activées .....	36
Figure II-10 : Principe des disques biologiques .....	37
Figure II-11 : Synoptique d'une station d'épuration comporte un disque biologique(Rubrique guide des services, 2001) . ....	37
Figure II-12 : Disques biologiques (Joseph. P et Al, 2002). ....	38
Figure II-13 : Schéma de principe d'un épaisseur gravitaire .....	41
Figure II-14 : Epaisseur gravitaire .....	41
Figure II-15 : Coupe d'un lit de séchage. ....	43
Figure II-16 : Lit de séchage .....	43

### **Chapitre III : Procédée d'épuration Biologique par lagunage**

Figure III-1: Schéma de principe d'un lagunage aéré Source : Agences de l'Eau, CTGREF.....	46
Figure III-2: aérateur Fuchs.....	50
Figure III-3 : Aérateur brasseur.....	50
Figure III-4: aqua système.....	51
Figure III-5 : Radeau de curage des boues.....	52

# *Liste des abréviations*

## **Symboles**

## **Désignations**

A.D.E	Algérienne Des Eaux Oued souf.
A.E.P	Alimentation en Eau Potable.
A.N.R.H	Agence Nationale des Ressources Hydraulique Ouargla.
D.B.O	Demande Biochimique en Oxygène.
D.C.O	Demande chimique en Oxygène.
D.R.E	Direction des ressources en eu d'El-Oued.
D.U.C	Direction Urbaine et Construire.
M.M	Matières Minérales.
M.E.S	Matière En suspension
M.V.S	Matières Volatiles en Suspension.
O.N.A	Office Nationale d'Assainissement El oued.
O.N.M	Office Nationale de Métrologique de la Wilaya d'El-Oued (Guemar).
P.H	Potentiel Hydrique.
STEP	Station d'épuration

L'activité humaine, même la plus élémentaire comme le fait de s'alimenter génère des déchets solides ou liquides, si on les laissait s'accumuler, ils finiraient par rendre notre cadre de vie inhabitable c'est pour cela que depuis l'antique, l'homme a mis en place, dans les villes ; des systèmes d'assainissement tels que de simples égouts pour conduire les eaux usées et les eaux de pluies, vers la rivière.

Avec le développement de l'urbanisation et de l'industrialisation, ainsi que l'évolution des modes de consommation, les rejets d'eaux usées ont considérablement évolué en quantité et en qualité. Lorsque les eaux usées ne sont pas traitées, les cours d'eau sont dépassées dans leur capacité naturelle d'épuration et se retrouvent pollués.

En Algérie, les ressources en eau limitées, vulnérables et inégalement réparties, subissent les effets néfastes de sécheresse et de la pollution. Aussi, la croissance démographique rapide engendré un accroissement brutal des besoins en eau potable estimé à 2.5 milliards m<sup>3</sup>/an.

Cette situation a généré un déficit chronique en eau qui s'est répercuté de façon négative sur le développement socio-économique de notre pays. Face à cette situation, et afin de relever les défis que posent les problèmes de l'eau en Algérie. L'épuration des eaux usées peut être l'une des solutions à envisager pour d'une part préserver les ressources en eau et d'autre part protéger l'environnement aquatique contre toute perturbation qui peut limiter son usage.

En effet, le rejet des eaux usées chargées en substances polluantes, dans le milieu récepteur sans aucun traitement préalable est un motif de préoccupation croissant compte tenu des effets indésirables qu'elles peuvent causer sur l'environnement et sur la santé publique.

Dans notre cas les eaux usées de la ville de Oued souf provient des eaux usée domestique et des eaux de la remonté de la nappe sont directement rejetées vers le milieu naturel, c'est pourquoi une installation d'une station d'épuration s'avère plus que nécessaire. L'objectif de ce travail est donc le dimensionnement d'une station d'épuration par lagunage naturel pour épurer les eaux usées de la ville.

Notre mémoire est constituée de six chapitres ainsi qu'une introduction et une conclusion.

Le premier chapitre de ce mémoire intitulé : présentation de la zone d'étude où nous présentons les caractéristiques de cette zone du point de vue géographique, climatique, démographique.

Le deuxième chapitre présente Caractéristiques des effluents et Procédée d'épuration Biologique où il était indispensable de donner une définition du terme « eau usée » ainsi que les procédés des épurations des eaux usées à partir duquel nous avons donné un aperçu sur les différents systèmes d'épuration qui devraient exister ; au moins un des ces systèmes ; dans cette zone afin de protéger l'être humain et l'environnement.

Le troisième chapitre intitulé : Procédée d'épuration Biologique par lagunage à partir duquel nous avons donné une définition du lagunage aéré et un aperçu sur le systèmes d'épuration qui devraient exister le lagunage aéré.

Le quatrième chapitre intitulé : le dimensionnement de la station qui doit être conçu selon des critères permettant de traiter les flux des matières polluantes correspondantes à leur débit et leurs charges de référence et qui est considéré comme l'élément noyau de notre projet.

Le cinquième chapitre présente le calcul hydraulique des conduites existantes dans la station d'épuration.

Le sixième chapitre est consacré à : la gestion et l'exploitation de la station d'épuration Enfin le mémoire se termine par la conclusion générale.

## **LISTE DES PLANCHES**

**PLANCHE N° 01** : Vue en plan De la STEP.

**PLANCHE N° 02** : Schémas détaillé de lagune.

**PLANCHE N° 03** : Schémas des Ouvrages de La STEP.

**PLANCHE N° 04** : Profil hydraulique.

# **CHAPITRE I :**

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

## I-1-INTRODUCTION

Avant toute élaboration d'un projet la collecte des données concernant le site est la première chose à faire.

Dans ce chapitre, nous allons présenter la ville de HASSANI ABDEL-KRIM, en indiquant sa situation géographique, sa topographie, son climat, ainsi que son relief.

Puis, nous allons déterminer les besoins en eaux potables, le débit des eaux usées dans les quatre communes (GUEMMAR, TAGHZOUT, HASSANI ABDEL-KRIM ET DÉBILA).

## I-2-Situation Géographique de la ville de HASSANI ABDEL-KRIM :

Hassani Abdel-krim est l'une des municipalités de la wilaya d'EL-Oued situé au Nord de la vallée du Souf. elle occupe une superficie de 58 Km<sup>2</sup>, elle est située sur entre 55 et 70 m au-dessus du niveau de la mer,

Elle est limité par :

- ✓ la commune de Sidi Aoun et Mograne au Nord.
- ✓ la commune Kouinine et Eloued au Sud.
- ✓ la commune de Debila à l'Est.
- ✓ Guemmar a l'Ouest.

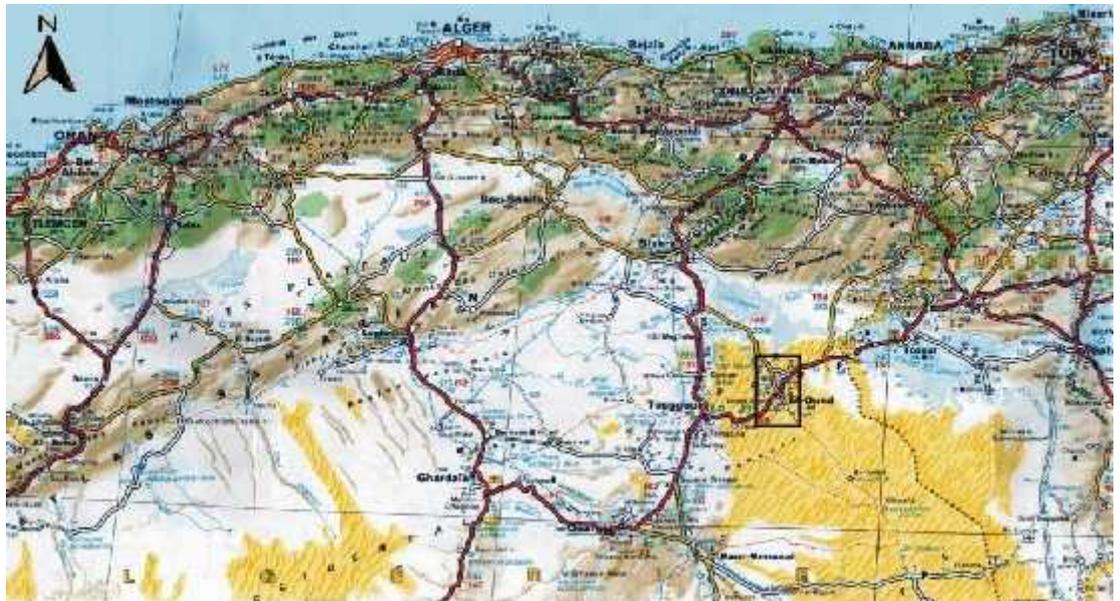


FIGURE I-1 : situation géographique de la zone d'étude (source D.U.C).



**I-4-Le relief :**

Le relief est très accidenté et couvert des chaînes de dunes surtout la partie Sud-Ouest, atteignant 100 m de hauteur , et reposant sur une formation quaternaire de plusieurs dizaines de mètres de sable fin éolien , compact , homogène et uniforme avec l'existence d'un nombre important de cratères creusés par l'homme (ghouts) et des acquêtes "vide entre les dunes (hourds)".

**I-5-la climatologie :**

La région d'étude à un climat de type saharien, caractérisé par un été chaud et sec dont la température peut atteindre 54 ° C et un hiver doux jusqu'à 3 ° C.

Les principales contraintes climatiques restent la fréquence régulière des vents et leur violence, connus sous le nom de "Chehili" ou le sirocco ainsi que des vents de sables durant le printemps.

Les données relatives aux différents paramètres climatiques (pluie, précipitations, température, humidité et évaporation...etc.,) ont été recueillies auprès de l'Office National de la Météorologie (O.N.M), enregistrées par la station climatologique de l'aérodrome de Guemar- EL- OUED.

Pour une meilleure caractérisation du climat de la région d'étude nous avons utilisé les données de la station météorologique de Guemar à El-Oued en se rapportant à une période de dix ans (1999-2009).

Le tableau suivant (tableau N°01) montre les résultats moyens de mesure de la température, humidité, précipitation, insolation, évaporation et la vitesse de vent.

**Tableau I-1** : évaluation mensuelle des paramètres climatiques pour la région d'étude (1999-2009).

<b>Parameters</b>						
	<b>Humidité H. (%)</b>	<b>Temperature T. (°C.)</b>	<b>Precipitation P. (mm)</b>	<b>Ensoleillement I. (h)</b>	<b>Vitesse de vent V. (m/s)</b>	<b>Evaporation E. (mm)</b>
<b>Mois</b>						
<b>Janvier</b>	72,7	11,2	18,79	261,73	2,43	85,02
<b>Février</b>	61,2	14,4	1,98	272,65	2,87	115,4
<b>Mars</b>	52,1	19	2,8	309,64	3,68	168
<b>Avril</b>	48	24,3	8,09	312	4,69	225
<b>Mai</b>	43	29,7	4,6	344	4,85	283
<b>Juin</b>	36	34	1,53	375,35	4,39	316,5
<b>Juillet</b>	34	34,9	0,3	387,63	4,01	349,9
<b>Août</b>	35,3	35,5	3,77	362	3,57	307,3
<b>Septembre</b>	51	31,8	8,12	302,45	3,46	225,42
<b>October</b>	57,4	26,4	10,2	287,29	2,58	166,9
<b>November</b>	64,8	19,4	13	261	2,46	112,18
<b>December</b>	73,7	12,5	11,49	247	2,69	90
<b>Moyenne annuelle</b>	52,7	29,31	7,01	310,2	3,5	203,76

Source : O.N.M 2015.

#### a) – La température

La région du Souf est caractérisée par une température moyenne annuelle qui atteint 29,31 °C. Les mois les plus froids sont Janvier et Décembre avec 11, 2 et 12,5 °C.

Les températures les plus élevées varient entre 34,9 et 35,5 °C, et correspondent aux mois de Juillet et Août.

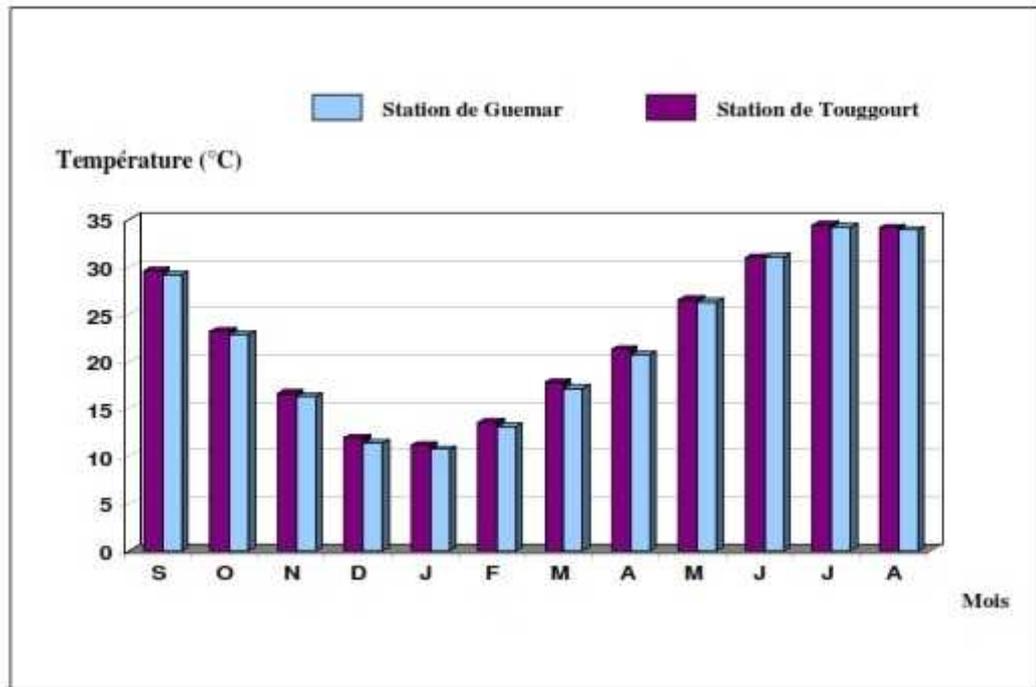


FIGURE I-3 : Moyennes mensuelles des températures moyennes en (°C) (1999-2009).

**b) – Les précipitations**

Les précipitations sont très rares et irrégulières (irrégularité mensuelle et annuelle), leur répartition est marquée par une sécheresse quasi absolue du mois de Mai jusqu'au mois d'Août, et un maximum au mois de Janvier avec 18,79 mm.

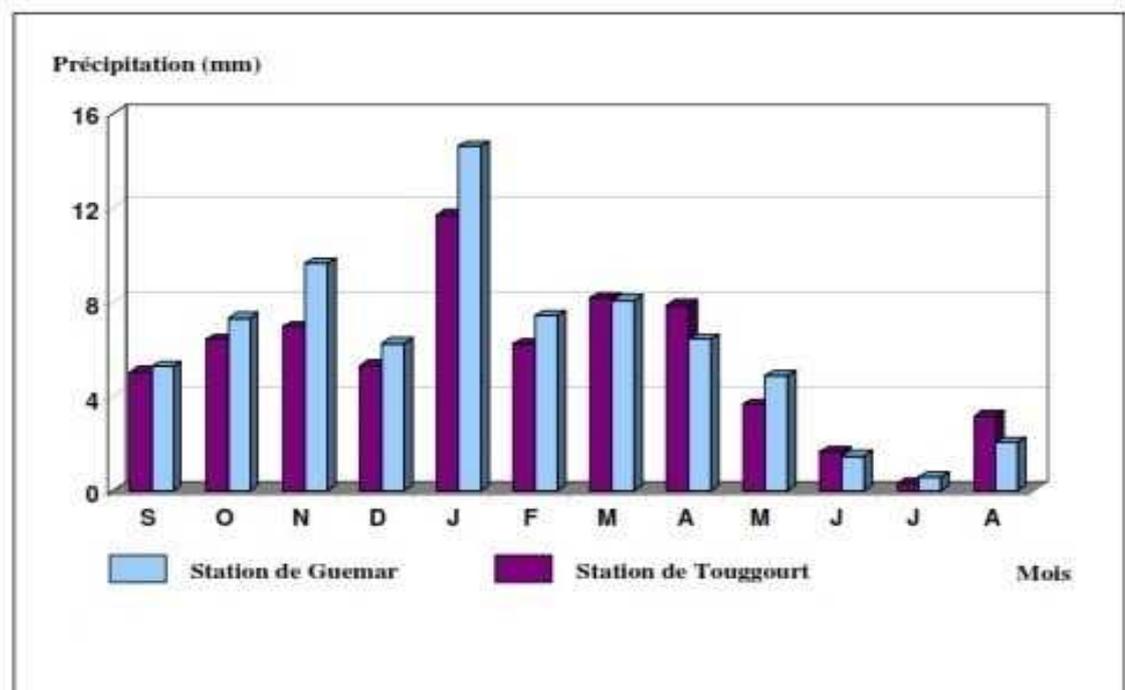


FIGURE I-4 : Moyennes mensuelles des pluies en (mm) (1999-2009).

**c)-Le vent :**

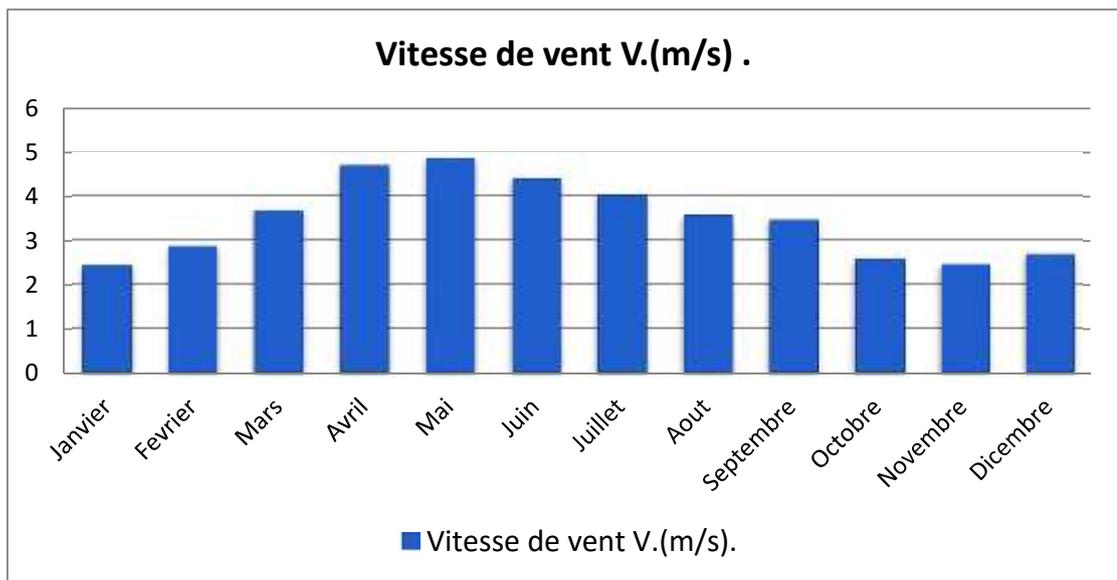
Les vents sont fréquents, les plus violents se situent au printemps. La direction dominante Est Nord-Est, à l'exception des mois d'hivers dont la direction est Sud-Ouest.

Le sirocco (Chihili) présente le vent caractérisant la saison d'été souffle fréquemment dans la région, prenant un sens Sud-Nord et jeter des courants d'air chaud parfois avoisiner des vagues de sables. Il faut aussi parler des vents de sables qui ont leurs saisons de prédilection entre février et avril (durant le printemps). Mais heureusement, les véritables tempêtes restent très rares.

La vitesse moyenne des vents enregistrée pour la période de (1976-2009) est reportée. On remarque qu'au printemps les vents sont les plus forts dominés par le vent D'Est communément appelé "El-Bahri". Ce dernier souffle principalement pendant la période qui s'étale d'Avril à Juillet. En été, il apporte de la fraîcheur, mais il est peu appréciée au printemps car il donne naissance au vent de sable et retarde la floraison des cultures locales tel que le tabac et le palmier. Ces vents de sable donnent au ciel une couleur jaune et peuvent durer jusqu'à trois jours consécutifs avec une vitesse moyenne de 30 à 40 km/h.

Mois													
Station	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Moy
<b>Guemar</b>	3,26	2,40	2,46	2,61	2,33	2,69	3,38	4,12	4,34	3,79	3,63	3,20	<b>3.18</b>
<b>Touggourt</b>	3,19	2,36	2,28	2,47	2,24	2,71	3,35	4,08	4,24	3,67	3,58	3,12	<b>3.11</b>

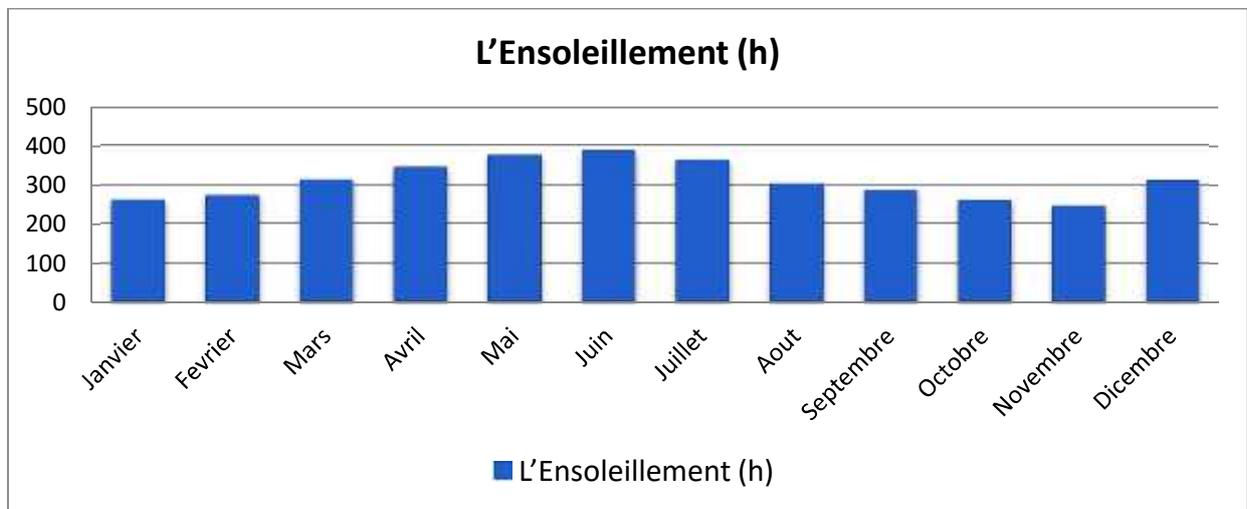
**Tableau I-2 :** Répartition moyenne mensuelle de vitesse du vent aux stations de Guemar et de Touggourt (m/s) (1976-2009)



**FIGURE I-5** : Moyennes mensuelles des vitesses des vents (m/s). (1999- 2009).

**d) L'Ensoleillement :**

On peut remarquer que les valeurs les plus importantes sont enregistrées en période allant du mois de Mars ou de Mai, la valeur la plus elevee est celle du mois de Juillet soit : 387,63 h



**FIGURE I-6** : Moyennes mensuelles des Ensoleillement en (h) (1999-2009).

### e) L'Evaporation :

Le tableau ci-après fait ressortir que l'évaporation est importante en été. Elle atteint son maximum au mois de Juillet avec une valeur de 349.9 Et un minimum au mois de Janvier avec une valeur de 85.02 mm

le moyenne annuelle de l'évaporation est de 2444.62 mm.

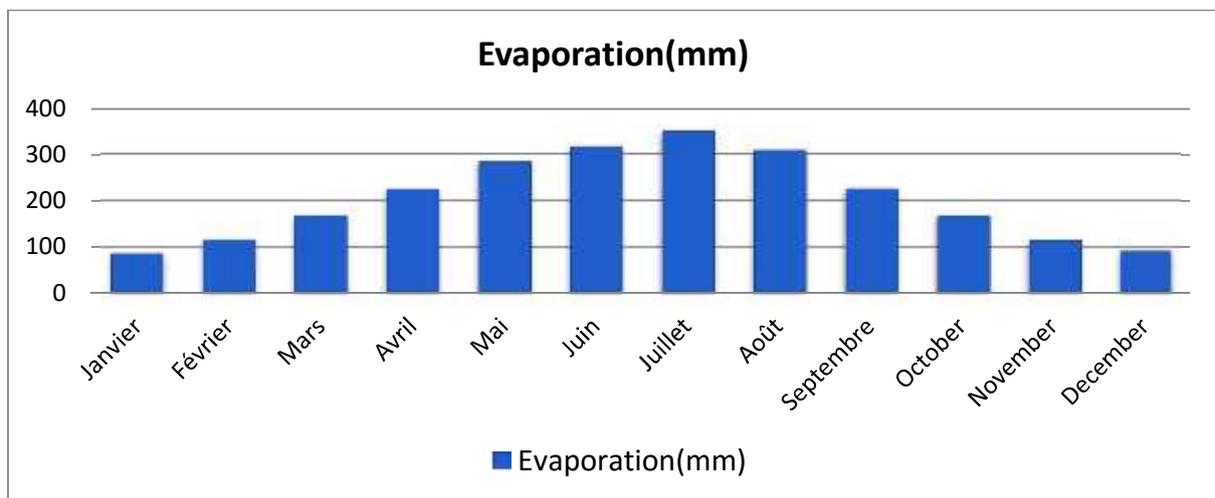


FIGURE I-7 : Moyennes mensuelles des Evaporation en (mm) (1999-2009).

### I-6–Population de la région d'étude

#### a) - Population actuelle

L'évaluation du nombre d'habitants est nécessaire pour la réalisation de n'importe quel projet. La population enregistrée était de 101014 habitants avec un taux d'accroissement de 2,64%. la densité est :

$$d = \text{nombre d'habitants} / \text{superficiel hab /km}^2$$

$$d = 101014 / 1939.6 = 53 \text{ hab/km}^2$$

C'est la densité considérée comme petite, en le comparant à celle des grandes villes. L'annuaire statistique (Avril 2008) montre que la forte densité est localisée au centre-ville.

#### b) -Perspective de la population et évolution de la région

La détermination du développement perspectif d'une agglomération donnée a pour but d'évaluer ses besoins complexes en eau potable.

La population future se détermine par la formule suivante :

$$P = P_0 (1+T)^n$$

**P<sub>0</sub>** : population de l'année de référence.

**P** : population future à l'horizon considéré.

**n** : le nombre d'année séparant les deux horizons.

**T** : taux d'accroissement de la population.

Le tableau ci-dessous montre l'évaluation de la population dans les années pour différents horizons :

**Tableau I-3:** Estimation de la population pour différents horizons.

Année	2008	2012	2015	2020	2025	2030
<b>Population</b>	<b>101014</b>	<b>112110</b>	<b>121227</b>	<b>138097</b>	<b>157313</b>	<b>179205</b>
<b>Taux d'accroissement</b>	<b>2.068</b>					

## **I - 7 - Alimentation en eau potable**

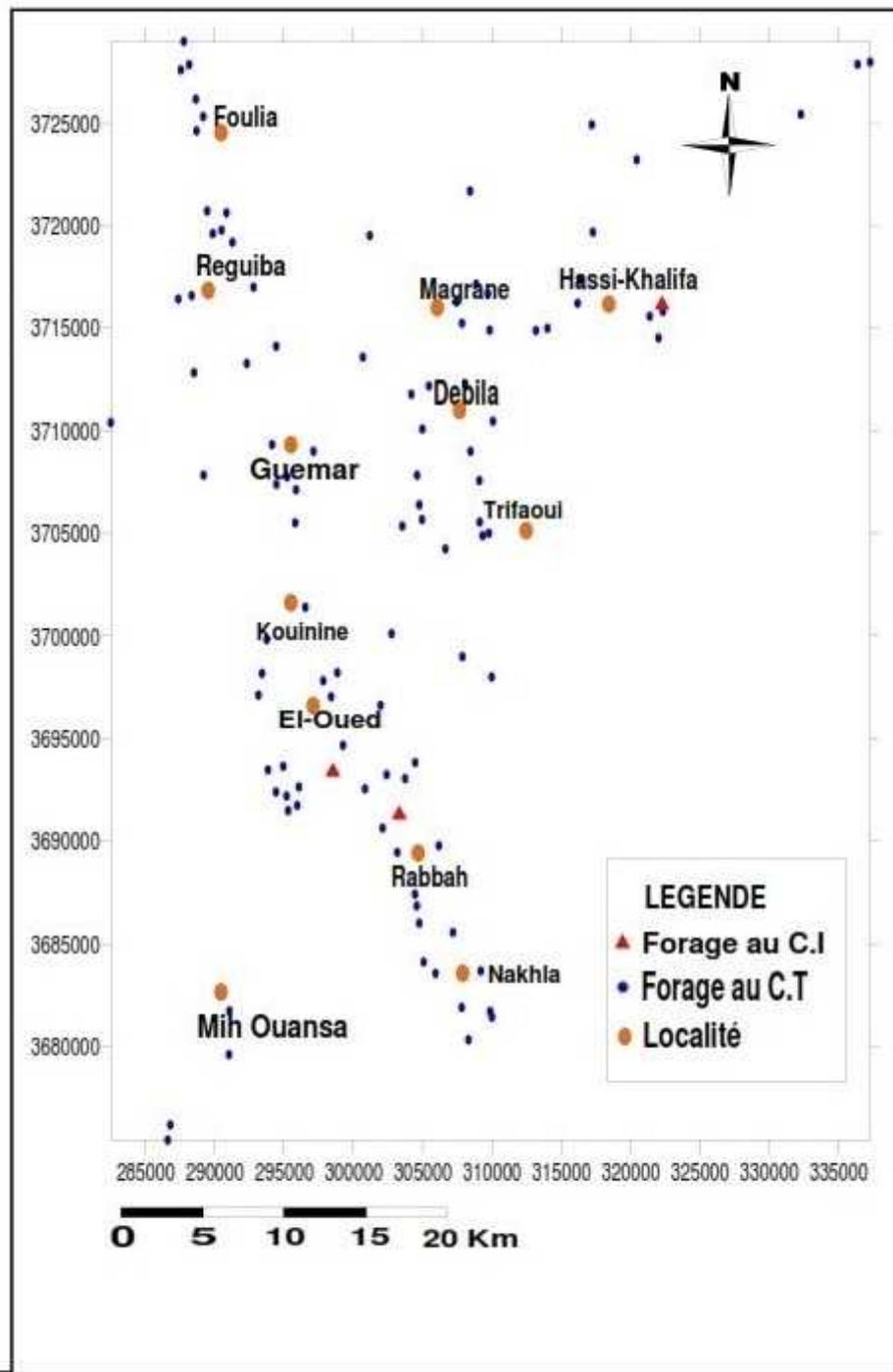
### **a) - Ressources en eau potable**

La région d'étude repose sur trois importantes nappes :

- ❖ Nappe phréatique ;
- ❖ Nappe du complexe terminal (CT);
- ❖ Nappe du continental Intercalaire (CI).

Les réserves en eau pour ces deux dernières sont estimées par une totale de 10094 l/s; 3200 l/s pour les Continentale Intercalaire et 6894 l/s pour le Complexe Terminale.

.



**FIGURE I-8** : les forages existant dans la wilaya de oued souf Source : D.R.E, 2015

Il existe 15 forage sure notre zone d'étude sur l'axe GEUMMAR HASSANI ABDELKRIM TAGHZOURT DEBILA.

Il existe 16 châteaux d'eau pour l'alimentation en eau potable de capacité totale 12500 m<sup>3</sup> au niveau de la zone d'étude.

**b) - Qualité des ressources**

L'eau de Oued Souf est généralement comme les eaux sahariennes, chargée des différents types de sels, qui sont essentiellement le chlorure de sodium et chlorure de potassium (Na Cl et K Cl), le magnésium et les sulfates ( $Mg^{2+}$  et  $SO_4^{2-}$ ) et le calcium ( $CaCO_3$ ). Parmi les cations  $Na^+$  est dominant, parmi les anions les chlorures  $Cl^-$  et les sulfates  $SO_4^{2-}$  sont les plus abondants. Pour les éléments les plus importantes, pour les plantes : " les nitrates et le phosphore, l'eau est très pauvre de ces éléments.

Le tableau ci-dessous (tableau N° 04) explique ces caractéristiques.

**Tableau I-4 : Analyse d'eau d'EL-Oued -Tiksebt**

Origine	Teneurs en milligrammes par litre					
	$Ca^{++}$	$Mg^{++}$	$Na^+$	$Cl^-$	$SO_4^{--}$	$CO_3^-$
forage Tiksebt	64,6	87	129	319	179,6	50

Source : A.D.E .2015

L'aquifère superficielle d'eau est de mauvaise qualité est caractérisé par un niveau piézométrique élevé sensible à la surexploitation, souvent alimenté par les eaux de drainage ou par percolation des nappes sous-jacentes à faible débit fournissant environ  $02 \text{ m}^3/\text{s}$  à l'irrigation largement exploitée autour des agglomérations à cause de leur faible profondeur et en fin nappe très sensible.

### c) - Caractéristiques générales du réseau d'A.E.P

Selon les renseignements (D.R.E), la dotation en eau potable actuelle est de 200 l/j/hab. Les conduites du réseau d'alimentation sont fabriquées en : acier, amiante, béton, PVC. Il faut aussi tenir compte d'éventuels accidents qui provoquent des pertes considérables en eau potable, et le plus souvent des robinets mal ou non fermés, ainsi que des fuites de canalisations.

Généralement, dans un réseau d'A.E.P on peut estimer les fuites :

- \* 20% pour un réseau en bon état.
- \* 25 à 35 % pour un réseau en état moyen.
- \* 52% pour un réseau en mauvais état.

En tenant compte des facteurs ci-dessus, on majore les besoins moyens en eau de 20% (pertes et fuites d'eau).

### d) équipements :

**Tableau I-5 : les équipements existants**

Commune équipements	<b>GUEMMAR</b>	<b>TAGHZOUT,</b>	<b>HASSANI ABDEL- KRIM</b>	<b>DÉBILA</b>
<b>scolaires</b>	31 Ecole. 03 Lycées Tech et Gêner. 02 E.F.P	10 Ecole. 01 Lycées Tech et Gêner. 01 E.F.P	18 Ecole. 02 Lycées Tech et Gêner.	21 Ecole. 03 Lycées Tech et Gêner. 01 E.F.P
<b>sanitaires</b>	02 Polyclinique 02 Maternité 14 Centre et salle de soient 39 Pharmacie	01 Maternité 01 Centre et salle de soient 02 Pharmacie	01 Maternité 06 Centre et salle de soient 09 Pharmacie	01 Maternité 03 Centre et salle de soient 07 Pharmacie
<b>socioculturels</b>	30 Mosquée 01 Maison de jaune 01 Hôtels	07 Mosquée 01 Maison de jaune	28 Mosquée 01 Maison de jaune	07 Mosquée 01 Maison de jaune
<b>sportifs</b>	02 Stade	01 Stade	01 Stade	01Stade
<b>administratifs</b>	01 APC 04 Entreprises	01 APC 01 Entreprises	01 APC 01 Entreprises	01 APC 01 Entreprises
<b>commerçant et activités</b>	18 Café 02 Restaurant 11 Boulanger 04 Station de lavage	02 Café 03 Boulanger 01 Station de lavage 04 Café	13Boulangier 01 Station de lavage 09 Café	06 Boulanger 01 Station de lavage 06 Café

**Source :** livre annuaire statique de la wilaya d'el oued 2010

**I-8-Réseau d'assainissement :**

Le réseau d'assainissement existant est un réseau unitaire, ancien située dans les cites Guemar Hassani Abdelkrim – Debila qui va vers la station d'épuration de la ville de Hassani Abdelkrim

Il existe un autre nouveau réseau en cours de réalisation par l'O.N.A, caractérisé par un système séparatif. Qui va directement à la station d'épuration de la ville de Hassani Abdelkrim, Le raccordement du réseau d'assainissement dans la région d'étude est atteignent les 75%.

**a)- Commune de Guemar:**

\* Réseau gravitaire : 17 km de réseau structurant (principal et secondaire) et 25 Km réseau de desserte.

\* Refoulement : 1 stations de transfert sont débit est 190 l/s et de Puissance est de 175 KW, et 7 km de refoulement de diamètre 200 (mm) qui refoules vers la station d'épuration 02 de la ville de hassani Abdelkrim

**b) - Commune de Hassani Abdelkrim :**

\* Réseau gravitaire : environ 7 Km de réseau structurant (principal et secondaire), 17 Km de réseau de desserte, et 3 500 branchements.

Refoulement : 1 stations de transfert stations le débit est 190 l/s et de Puissance variant entre et 175 KW, et 5 km de refoulement de diamètre 200 (mm) qui refoule vers la station d'épuration 02 de la ville de hassani Abdelkrim

**c) - Commune de Taghzout :**

\* Réseau gravitaire : environ 10 Km de réseau structurant (principal et secondaire) et 45 Km de réseau de desserte avec 2200 branchements.

\* Refoulement : 01 stations de refoulement est de 4 Km de canalisation sont diamètre entre (80, 200, 250, 300) mm Qui refoules vers la station de relevage de la ville de guemar .

**d) - Commune de Debila :**

\* Réseau gravitaire : environ 8 Km de réseau structurant (principal et secondaire), 50 Km de réseau de desserte, et 1800 branchements.

\* Refoulement : 02 stations, 1,55 Km de canalisation, de diamètre compris entre (125,150, 200 mm)

Qui refoules vers la station de relevage de la ville de hassani Abdelkrim.

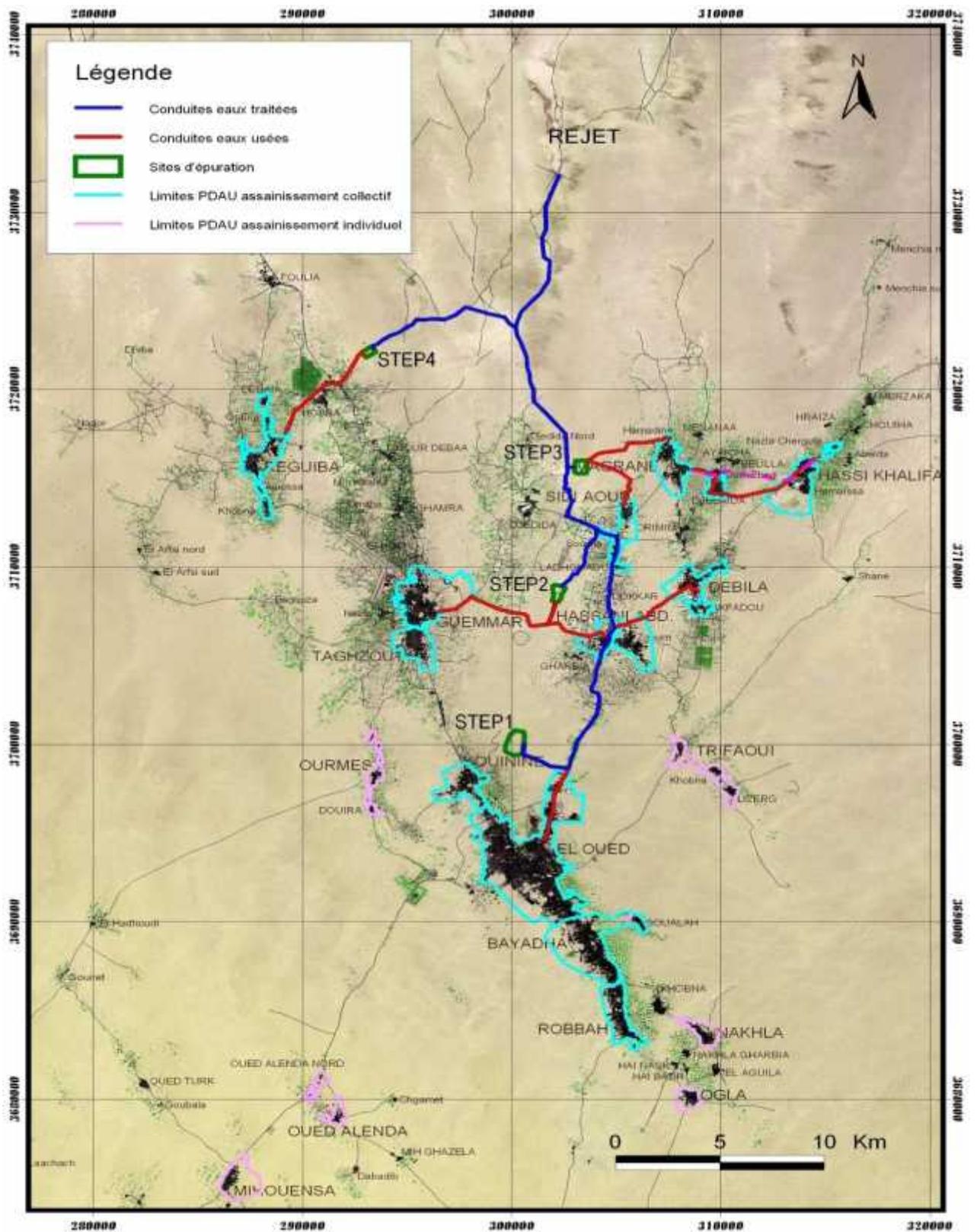


FIGURE I-9 : Situation générale des ouvrages d'assainissement (O.N.A, 2015).

## **I-9-Conclusion**

Au cours de ce chapitre, nous avons vu que la région d'étude est caractérisée par un climat saharien chaud, et elle repose sur trois nappes aquifères qui forment 16 forages Alimentent la région.

Notre région d'étude est caractérisée principalement par une irrégularité des précipitations, ainsi qu'une humidité remarquable qui caractérise l'Automne et l'hiver.

Les vents sont généralement forts, mais au printemps ils deviennent violent et donnent naissance aux vents de sable.

Notre région nécessite une station d'épuration pour les quatre communes guemar hassani abdelkrim et debila et taghzout.

## **CHAPITRE II :**

# **Caractéristiques des effluents et Procédée d'épuration**

## II -1-Introduction

Les eaux usées sont des eaux domestiques et industrielles véhiculant des déchets. La question de l'élimination des eaux usées a revêtu une importance croissante au début des années soixante-dix, compte tenu de la préoccupation générale exprimée partout dans le monde face au problème de plus en plus important de la pollution de l'environnement humain, de l'atmosphère, des rivières, des lacs, des océans et des eaux souterraines par les déchets ménagers, urbains, agricoles et industriels.

## II-2-Origine et mode de collecte des effluents urbains

### II-2-1-Origine des effluents

Le système de canalisation, quel que soit sa nature, projeté au niveau d'une zone rurale, urbaine,

Industrielle, en assainissement permet d'évacuer :

- Les eaux pluviales, en quantité importante qui englobent toutes les eaux du ruissellement.
- les eaux usées domestiques provenant des habitations.
- les eaux usées provenant des industries.

#### a) Les eaux de ruissellement :

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.

#### b) Les eaux usées domestiques

Les eaux usées domestiques peuvent être divisées selon leur lieu d'origine en :

- Eaux de vannes (les eaux de W-C).
- Eaux de vaisselle, de lavage, de bain et douche.
- Eaux usées des cours

**c) Les eaux usées industrielles**

Ces eaux proviennent de diverses usines de fabrication ce qui indique leurs différences.

en général ces eaux contiennent des substances chimiques, souvent toxiques, suivant leurs origines, ces eaux peuvent contenir des substances acides, alcalines, corrosives, ou entartrantes à température élevée souvent odorantes et colorées. Ce qui rend plus difficile leur traitement dans la station d'épuration.

Donc il est nécessaire de faire un prétraitement au niveau des usines avant d'évacuer ces eaux dans le réseau.

**II-3- Composition des eaux usées :**

Les impuretés contenues dans les eaux usées urbaines contiennent des matières minérales et des matières organiques (qui sont entraînées par le courant liquide) sous forme de matière en suspension (decantables, flottantes, et colloïdales).

A ces matières s'ajoutent les micro-organismes susceptibles de dégrader les matières organiques et de provoquer de formation putride.

**II-4-Pollution des eaux usées :**

La pollution se manifeste généralement sous quatre formes principales :

- a/ D'origine organique.
- b/D'origine microbiologique.
- c/ D'origine toxique (minérale et organique)

A chacune de ces formes de pollutions correspond nécessairement une modification du milieu récepteur qui se traduit indirectement et à plus ou moins long terme, par des conséquences néfastes sur l'individu.

**a/ Pollution organique :**

La pollution organique constitue souvent la fraction la plus importante d'autant plus que dans son acceptation la plus large. Cette forme de pollution peut être considérée comme résultante

de diverses activités (urbaines, industrielles, artisanales, et rurales) chaque activité rejette des composés spécifiques biodégradables.

On distingue pour les eaux usées urbaines les matières organiques banales (protides, lipides, glucides), les détergents (anioniques, cationiques, non ioniques) et les huiles et goudrons.

**b/ 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. Ces bactéries jouent le rôle de témoins de pollution. La pollution microbiologique devient très dangereuse lorsque les eaux usées sont rejetées dans un milieu récepteur pouvant être utilisé comme lieu de loisir (eau de mer, lac, rivière etc...) et pouvant provoquer des maladies dangereuses pour l'individu.

**c/ Produits toxiques :**

La toxicité présente dans les eaux usées peut être organique ou minérale, les substances organiques toxiques sont entre les pesticides, les hydrocarbures et les produits organique de synthèse industriels (aldéhydes, phénols, produits azotes etc...).

Les substances minérales toxiques sont : les sels à fortes concentration, les ions métalliques rejetés par les effluents industriels.

**II-5- Les paramètres de la pollution :****II -5-1-/Parameters physiques :****A/ La temperature :**

Il est indispensable de connaître la température exacte de l'eau, car c'est un facteur important dans la vie d'une cour d'eau. Un changement de température affecte les diverses propriétés de l'eau. La température joue un rôle dans la solubilité sels et des gaz en particulier la conductivité électrique et dans les variations du PH.

La température optimale pour l'activité des micro-organismes, épurateurs est comprise entre 20°- 30°c, au-delà, la vitesse de réaction décroît rapidement et le floc bactérien se trouve rapidement épuisé en oxygène.

**B/ L'odeur :**

L'eau d'égout fraîche a une odeur fade qui n'est pas désagréable, par contre en état de fermentation, elle dégage une odeur nauséabonde.

**C/ La couleur :**

La couleur de l'eau d'égout d'origine domestique est normalement grisâtre ; une couleur noire indique une décomposition partielle ; les autres teintes indiquent un apport d'eau résiduaire industrielle.

**D/ Les matières en suspension (M.E.S) :**

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

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

**E/ 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...

**F/ 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.

**II -5-2-Paramètres chimiques :****A/ 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 anhydrique 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.

### **B/ l'oxygène dissous :**

L'oxygène toujours présent dans l'eau, n'en est pas un élément constitutif. Sa solubilité est fonction de la température, de la pression partielle dans l'atmosphère et de la salinité. L'oxygène dissous conserve ses propriétés oxydantes, soit par une réaction purement chimique, soit par des phénomènes électrochimiques d'où son importance dans le phénomène de corrosion. La teneur de l'oxygène dans l'eau dépasse rarement 10mg/l. Elle est fonction de l'origine de l'eau : les eaux superficielles contiennent des quantités relativement importantes proches de la saturation ; par contre, les eaux profondes n'en contiennent le plus souvent que quelques milligrammes par litre.

### **C/ La demande biochimique en oxygène (DBO5) :**

La demande biochimique en oxygène est la quantité d'oxygène exprimée en mg/l et consommée dans les conditions de l'essai d'incubation à 20°C et à l'obscurité, pendant 5 jours pour assurer par voie biologique l'oxydation des matières organiques biodégradables présentes dans l'eau usée. Pour être complète, l'oxydation des matières organiques biodégradables présentes dans l'eau usée. Pour être complète l'oxydation biologique demande un temps de 21 à 28 jours. On obtient alors la DBO ultime.

Par convention, la DBO ultime, trop longue à aboutir, est remplacée par la DBO5, c'est-à-dire par la quantité d'oxygène consommée après 5 jours d'incubation. La DBO5 ne représente normalement que la pollution carbonée biodégradable.

### **D/ 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  $K_2Cr_2O_7$  et en présence d'un catalyseur ( $AgSO_4$ ). Ce test est particulièrement important pour apprécier le fonctionnement d'une station d'épuration. Il permet l'oxydation de 95% environ des matières organiques.

**E) 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 s'est indiqué dans le tableau suivant :

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

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

**F) 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.

- Naturelle : atmosphérique

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

### II-5-3- 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.

### II-5-4- Les normes de rejets

En principe chaque pays a ces propres normes de rejets. Les normes appliquées en Algérie préconisent une épuration correspondant au niveau 4 (OMS).

**Tableau II.2** : Normes de rejets en Algérie niveau 4 (OMS).

Paramètres	Valeurs	Unités
DBO <sub>5</sub>	30-40	mg/l
DCO	90-120	mg/l
MES	30	mg/l
PH	5.5-8.5	
Azote total	50	mg/l
Huiles et graisses	20	mg/l
Température	30	°C
Phosphates	2	mg/l
Détergents	1	mg/l

**II -6- Quantité d'eaux usées à traiter :**

Le volume des eaux usées rejeté par habitant et par jour va généralement augmenter avec la taille de l'agglomération par suite de certaines différences d'habitudes de vie et d'une plus grande activité des secteurs économiques.

Il varie aussi suivant les régions du globe et leur niveau de développement. Il peut être aussi influencé par le mode de tarification de la consommation d'eau potable.

Sauf dans le cas particulier, on adopte les volumes journaliers suivants (par habitant).

Le débit varie au cours de la journée et l'on observe une ou plusieurs pointes.

- On peut définir :
- $Q_j$  : débit journalier.
- Débit moyen horaire journalier :  $Q_m = \frac{Q_j}{24}$  .....(01)
- Débit moyen horaire diurne :  $Q_d = \frac{Q_j}{14}$  .....(02)
- Débit de pointe à temps sec peut être approché par la formule:

$$Q_p = C_p Q_m = Q_m \left(1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{Q_m}}\right) \quad Q_p \text{ et } Q_m \text{ en } \frac{\ell}{s} \quad \dots\dots (03)$$

$$C_p = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{Q_m}} \quad \text{pour } Q_m > 2,8 \frac{\ell}{s}$$

$$C_p = 3 \text{ si } Q_m < 2,8 \frac{\ell}{s}$$

**II -6 -Finalité du traitement****a) - Objectif**

L'épuration des eaux usées a pour but de les rendre sans danger et tel que le rejet ne crée aucune nuisance à la faune ni à la flore du milieu naturel dans lequel elles sont renvoyées.

Son principe consiste en une reproduction accélérée du processus naturel de l'épuration biologique, phénomène qui élimine les déchets organiques.

La réglementation sanitaire fixe dans chaque pays la limite de pollution tolérée pour le rejet en rivière.

**b) -Réutilisation des eaux usées**

L'utilisation des eaux usées en agriculture est intéressante pour l'apport d'eau supplémentaire en zones arides et l'apport d'éléments nutritifs.

Mais les inconvénients sont principalement un risque sanitaire pour la population (germes pathogènes ou contamination des nappes) et un accroissement de la salinité des sols.

L'eau résiduaire épurée peut être aussi adaptée aux besoins industriels (refroidissement, lavages).

**II -8 - Moyens de réduction de la pollution****II-8-1-Les traitements préliminaires**

Ce sont des prétraitements physiques ou mécaniques, qui constituent une série d'opérations susceptibles d'alléger les eaux brutes des matières pouvant gêner le travail dans les traitements majeurs subséquents.

Le prétraitement comporte les opérations suivantes :

- Dégrillage.
- Dessablage.

**a) - Dégrillage**

Il assure la séparation des éléments grossiers en fonction de la maille ou de l'espacement entre les barreaux, afin de prévenir les risques de colmatage des équipements. Selon la taille de la collectivité, l'évacuation des refus peut être entièrement automatisée (ce qui est préférable) ou uniquement manuelle. Ce dernier cas est réservé aux très petites collectivités ou au canal de by-pass d'un système automatisé. L'efficacité d'un dégrillage ou tamisage est essentiellement dépendante de l'espace entre les barreaux, on parlera :

- ❖ d'un pré dégrillage lorsque l'écartement est supérieur à 50 mm ;
- ❖ d'un dégrillage quand il est compris entre 10 et 40 mm ;
- ❖ d'un dégrillage fin avec un écartement compris entre 3 et 10 mm ;
- ❖ d'un tamisage pour un écartement inférieur à 3 mm (étude prétraitement compact basé uniquement sur le tamisage fin.).

On adopte pour les eaux usées un espacement entre les barreaux de 25 mm

Selon la conception des fabricants et la nature d'effluent traité, il existe différents types de grilles.

Pour les petites installations, on utilise les grilles à nettoyage manuel composées de barreaux droits en acier .Ces grilles sont le plus souvent inclinés de  $60^\circ$  à  $80^\circ$  sur l'horizontale.

Pour les grands débits, on utilise les grilles à nettoyage mécanique .Ces grilles sont équipées à un système de raclage. Les racleurs sont montés soit à une chaîne sans fin, soit sur une chaîne mobile .Le champ de grille est généralement incliné à environ  $80^\circ$ .

La vitesse de passage de l'eau à travers les barreaux doit être suffisante pour la rétention des matières sur la grille, sans pour autant provoquer de pertes de charges trop importantes.

On adopte en général une vitesse de passage entre 0,6 et 1 m/s. Les grilles créent des pertes de charges comprises entre 0,1 et 0,4 m en eau résiduaire .



**Figure II-1 : Dégrileur**

### **b) - Dessablage**

Le dessablage a pour but l'élimination des sables afin de protéger les conduites et les pompes contre la corrosion, et d'éviter les dépôts dans les différents ouvrages (bassin de décantation, digesteur, etc....) .

Les grains de sable sont retenus au fond, tandis que les matières solides fines et plus légères en poids spécifique sont entraînées vers la sortie. Généralement ce sont les grains de diamètre supérieur à 0,2 mm qui sont éliminés. Il y'a trois types de déssableurs qui sont :

- **Déssableur à couloir**

C'est un canal à section élargie et rectangulaire. La vitesse d'écoulement est maintenue constante de l'ordre de 0,3 m/s, le temps de séjour est de 1 à 2 minutes. Pour maintenir la vitesse constante, les canaux sont équipés de déversoirs de sortie à équation linéaire. Les déssableurs sont généralement prévus avec des cunettes de stockage à nettoyage manuel grâce à une pompe suceuse baladée par pont mobile.

- **Déssableur circulaire**

Il est encore nommé centrifugeur ou cyclone o l'effluent est animé d'un mouvement circulaire. Les sables redescendent au fond sous l'effet de leur poids. Ils ne peuvent plus remonter.

La vitesse est de 0,8 m/s et le temps de séjour est environ une minute.

L'inconvénient principal est qu'il impose des pertes de charge importantes .

- **Déssableur rectangulaire aéré**

C'est un bassin muni d'un dispositif d'agitation fonctionnant de l'air insoufflé qui crée une rotation des liquides. Ce qui permet la décantation du sable et le rafraîchissement des eaux par l'apport d'oxygène. Le temps de séjour est de 3 à 5 minutes .

On doit prévoir des terrains de séchage de sable en cas d'eaux usées domestiques, on peut avantageusement y combiner un déshuileur. Le bassin devra alors être calculé pour un temps de rétention de 10 à 15 minutes sur le débit moyen .



**Figure II-2 :Déssableur.**

### II-8 -2-Décanteur primaire

La décantation vise à extraire de l'eau les matières séparables par sédimentation, sous les forces de gravitation, ce qui permet d'alléger les traitements biologiques. La décantation primaire est destinée à tenir les matières en suspension et flottantes des eaux usées qui forment des boues fraîches ou flottantes.

Pour les eaux usées qui sont d'origine domestique, on attend de la décantation primaire qu'elle diminue de 30 à 35 % de la DBO<sub>5</sub> et de 40 à 60 % environ des matières en suspension (10)

La figure si dessue représente un exemple de séparation des matières en suspension dans un décanteur circulaire

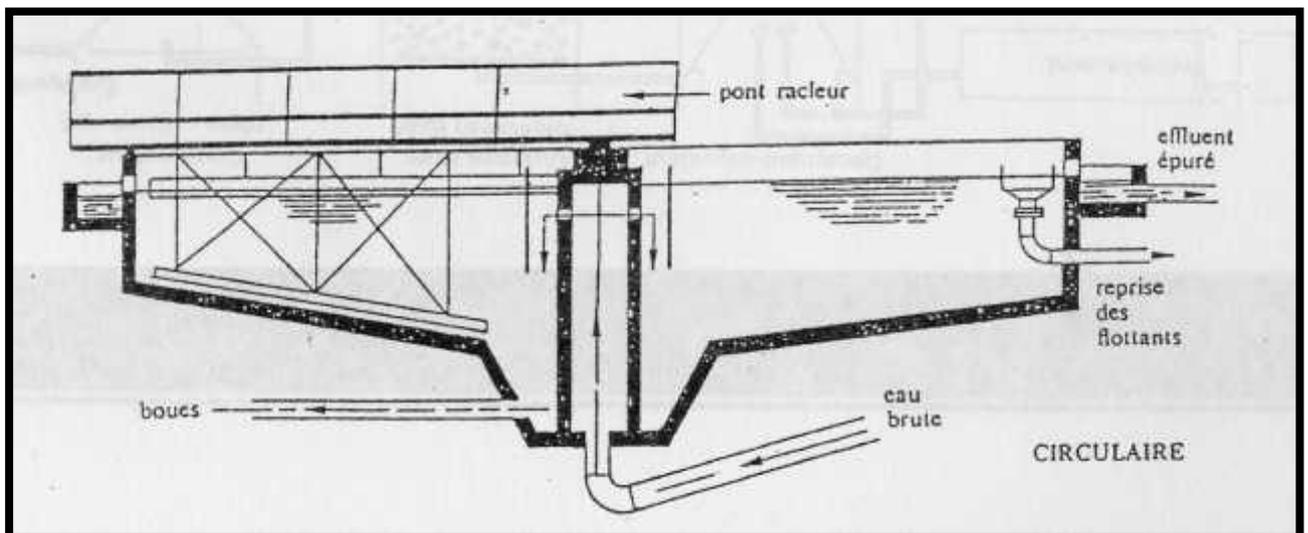


Figure II-3 : Schéma de principe d'un décanteur primaire.

### II-8-3-Traitement secondaire

C'est la phase d'épuration biologique qui comporte soit les procédée extensifs soit intensifs :

- ✓ Procédés extensifs tel que: lagunage et épandage.
- ✓ Procédés intensifs tel que: boues activées et lits bactériens.

**II-8-3-1- procédés extensifs****a) - Lagunage**

On appelle lagunage le procédé qui consiste à concevoir une dépression ou une excavation naturelle ou artificielle où s'écoulent les eaux usées brutes ou décantées.

C'est un procédé de stabilisation ou d'oxydation très intéressant du point de vue des performances pour l'élimination des matières organiques (80 à 90 % DBO<sub>5</sub>).

L'inconvénient de cet étang qu'il demande une superficie plus grande et un temps de séjour important. La nature de la famille microbienne qui se développe dans un étang de stabilisation est fonction de deux paramètres importants : l'oxygène dissous et l'intensité de la lumière qui pénètre dans le bassin.

**b) -Etang Aérobie**

L'étang aérobie est conçu de façon à assurer un milieu bien oxygéné en tout temps. L'oxygène provient du transfert d'oxygène atmosphérique aidé par le vent et flux du milieu liquide et de la photosynthèse qu'assurent les algues : celle-ci, en effet, y jouent un rôle de premier plan. Le courant doit être tel qu'il ne permet pas la formation de dépôt ni de zones anaérobies. L'étang aérobie doit être évidemment de faible profondeur de 0,8 m à 1,2 m .

On ne trouve ces étangs que dans les régions méridionales bien ensoleillés et libres de gel, mêmes alors l'aérobie intégral est probablement rare.

**c) - Etang Aérobie/Anaérobie (facultatif)**

Il y a formation de dépôt qui évolue en milieu anaérobie.

Le premier cas est très peu utilisé car il est grand consommateur d'énergie.

La seconde solution est rencontrée plus fréquemment : elle s'apparente au lagunage naturel par l'épuration des eaux usées par échange eau/sédiment .

**d) -Etang Anaérobie**

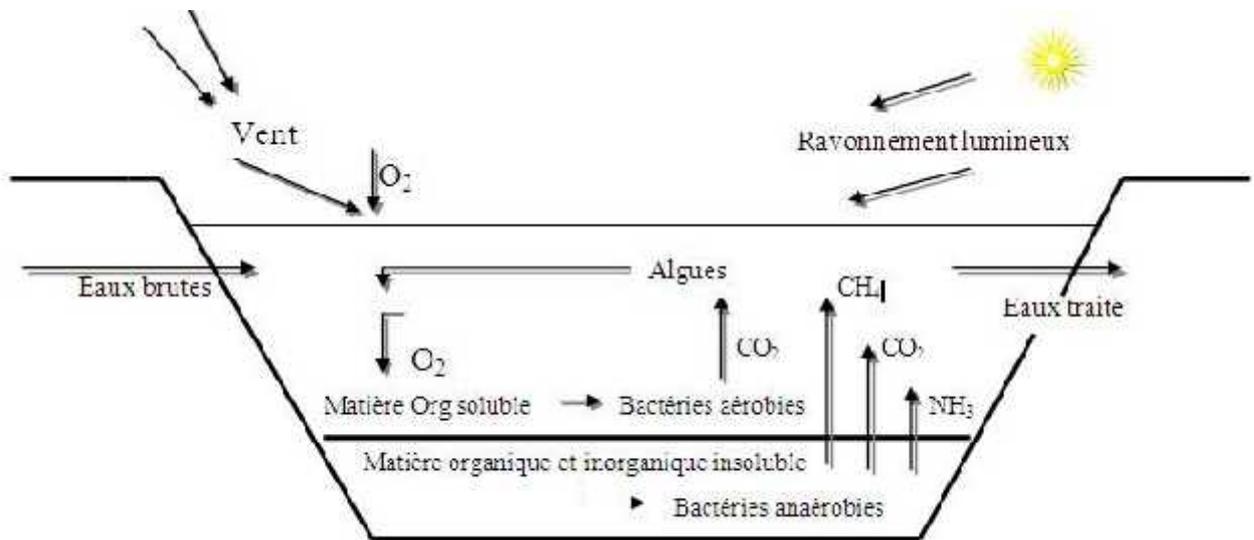
Il s'effectue dans de grandes fosses profondes de 3 à 4 m où l'oxygène atmosphérique a peine à pénétrer un milieu liquide profond et stagnant, dans ces circonstances, alors les matières en suspension qui décantant subissent l'ensemble des processus anaérobies .

L'étang anaérobie est sensible à la température. Et peut créer des nuisances.

### e) -Etang Aérée

Il permet d'épurer les rejets peu chargés en matières en suspension dans de très vastes bassins profonds de 2 à 3 m. L'eau séjourne une vingtaine de jours, il est aéré artificiellement par des agitateurs mécaniques ou des diffuseurs d'air comprimé assurant un milieu presque homogène et oxygéné.

Sous l'action de la forte agitation, le milieu liquide devient turbide et les algues ne peuvent proliférer.



**Figure II-4-: Mécanisme de l'épuration par lagunage naturel**

(Rubrique guide des services ,2002).

- **Avantage :**

1. Généralement pour des petites stations de taille inférieure à 2000 EH .
2. Bien adapté au réseau unitaire (charge hydraulique - dilution) .
3. Faibles coûts d'exploitation .
4. Bonne intégration dans l'environnement.
5. Bonne élimination des pathogènes.
6. Boues peu fermentescibles.
7. Raccordement électrique inutile.

Bonne élimination de l'azote (70 %) et du phosphore (60 %).

- **Inconvénients :**

1. Emprise au sol importante.
2. Contraintes de nature de sol et d'étanchéité.
3. Variation saisonnière de la qualité de l'eau traitée.
4. Nuisances en cas de défaut de conception et/ou d'exploitation (rongeurs, odeurs, moustiques).
5. Élimination de l'azote et du phosphore incomplète.
6. Difficultés d'extraction des boues.
7. Pas de réglage possible en exploitation.
8. Sensibilité aux effluents septiques et concentrés.

#### **f) - Epandage**

Depuis longtemps, on s'accorde à penser que le sol est l'épurateur des eaux usées le plus parfait, les effluents sont amenés vers les terrains de culture ; dans le but d'épurer les eaux par le sol (**O.P.U, 1980**). Cette épuration s'effectue dans les terrains filtrants (qualité physique du sol granulométrie, perméabilité, capacité de rétention) .Le milieu récepteur mérite aussi une étude minutieuse pour ne pas polluer la nappe phréatique et les points d'eaux utilisés comme captage ou eau potable.

Pour réduire la surface d'épandage, il faut néanmoins séparer les eaux polluées et non polluées.

#### **II-8-3-2 -Les procédés intensifs**

Les techniques les plus développées au niveau des stations d'épuration urbaines sont des procédés biologiques intensifs.

Le principe de ces procédés est de localiser sur des surfaces réduites et d'intensifier les phénomènes de transformation et de destruction des matières organiques que l'on peut observer dans le milieu naturel.

Deux grands types de procédés sont utilisés :

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

### a) - Lit bactérien

Le principe de fonctionnement d'un lit bactérien consiste à faire ruisseler les eaux usées, préalablement décantées sur une masse de matériaux poreux ou caverneux qui sert de support aux micro-organismes (bactéries) épurateurs. (cf. schéma ci-dessous).

Une aération est pratiquée soit par tirage naturel soit par ventilation forcée. Il s'agit d'apporter l'oxygène nécessaire au maintien des bactéries aérobies en bon état de fonctionnement. Les matières polluantes contenues dans l'eau et l'oxygène de l'air diffusent, à contre courant, à travers le film biologique jusqu'aux micro-organismes assimilateurs. Le film biologique comporte des bactéries aérobies à la surface et des bactéries anaérobies près du fond. Les sous-produits et le Gaz carbonique produits par l'épuration s'évacuent dans les fluides liquides et gazeux (20) .

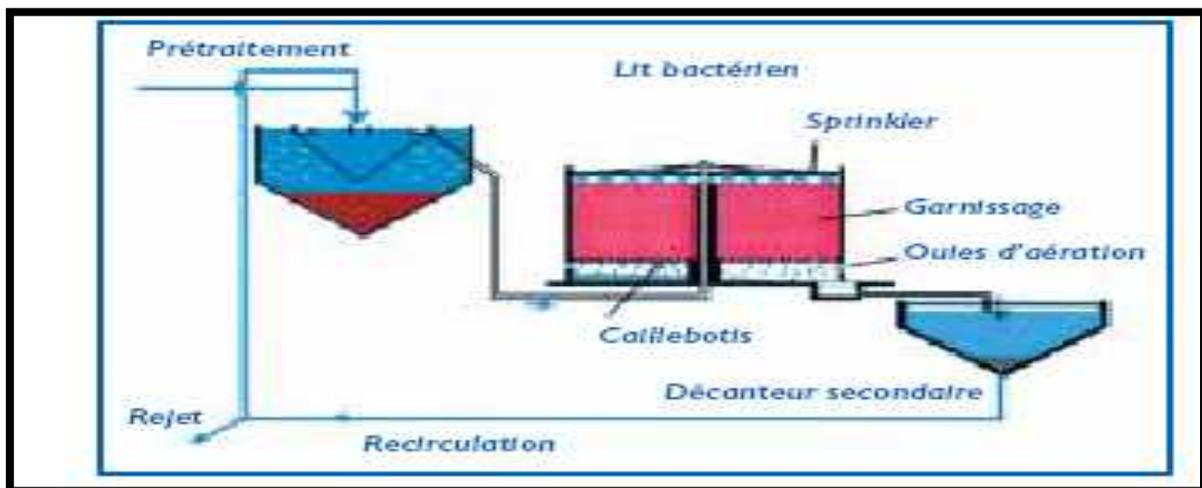


Figure II-5 : Synoptique d'une station d'épuration comportant un lit bactérien

(Rubrique guide des services, 2002) .

Suivant la nature du matériau utilisé, on peut distinguer :

- ❖ Les lits à remplissage traditionnel.
- ❖ Les lits à remplissage plastique.

#### 1) - Le lit bactérien à remplissage traditionnel

Il existe deux technologies pouvant être développées, les lits à faible charge où la culture microbienne est limitée du fait de la rareté de l'aliment, et les lits à forte charge où le film se développe abondamment, mais où le débit admis tel que l'excès de zooglyée est éliminé par le courant.

Pour éviter le colmatage, on utilise un lit cailloux concassés où des pouzzolanes de diamètre variant entre 5 et 8 cm. Cette couche de matériaux atteint plusieurs mètres de diamètre, entre 1,5 et 4 m de hauteur.



**Figure II-6: Lit bactérien à remplissage traditionnel**

(Joseph. P et Al, 2002).

## **2) - Les lits bactériens à remplissage plastique**

Un lit bactérien plastique est généralement constitué d'un empilement de modules contenus dans un bardage périphérique de forme cylindrique ou parallélépipédique.

Les lits à remplissage plastique étant généralement utilisés pour traiter des rejets concentrés, il est toujours nécessaire de prévoir un recyclage d'une partie du débit en tête du lit, afin de maintenir une charge hydraulique minimale au dessous de laquelle on risquerait de ne pas obtenir l'auto curage nécessaire .



**Figure II-7 : Alimentation du lit bactérien (garnissage plastique)**

(Joseph. P et Al, 2002).

**Tableau II-3 : Le dimensionnement des lits bactériens.**

Objectif de rejet	Type de garnissage	Charge organique maximum (kg DBO <sub>5</sub> /m <sup>2</sup> .j)	Hauteur de matériau minimum (m)	Charge hydraulique minimum (m/h)	Taux de recirculation minimum
≤ 35 mg DBO <sub>5</sub> /l	Tredit ornel	0,7	2,5		2
	Plastique	0,7	4	1,2	2
≤ 25 mg DBO <sub>5</sub> /l	Tredit ornel	0,4	2,5	0,7	2,5
	Plastique	0,4	5	0,8	2,5

**Source :** (Rubrique guide des services, 2002).

### b) -Boues activées

Les procédés à boues activées consistent en un réacteur biologique aérobie où les micro-organismes flottent librement dans un liquide aéré, sous forme de petit amas appelés Bioflocs .

Les bactéries sont dispersées sous forme de boues activées dans un bassin brassé et aéré. Le brassage a pour but d'éviter les dépôts et d'homogénéiser le mélange des floccs bactériens et de

L'aération peut se faire naturellement à partir de l'oxygène de l'air ou de l'oxygène injecté dans le mélange permettant de fournir aux bactéries leurs besoins respiratoires (bactéries épuratrices aérobies) avec un temps de contact des effluents biologiques floкулés suffisamment long .

La séparation des deux phases liquide et solide se fait dans un décanteur secondaire.

Les boues sont recyclées dans le bassin d'aération pour y maintenir une concentration suffisante en bactéries épuratrices. L'excédent est extrait du système et évacué vers le traitement des boues.

Le développement des amas biologiques renouvelé par une circulation continue en présence d'oxygène).

### ❖ Charge d'une installation

#### 1) - Charge massique

On définit la charge massique comme étant le rapport de la pollution entrante par unité de masse de population bactérienne chargée de son élimination, la masse bactérienne étant évaluée par le poids de MVS.

$$C_M = \frac{DBO_5 \text{ entré (kg / j)}}{M_{boue}} \quad \text{Kg/ j/Kg} \quad \dots(04)$$

On distingue les systèmes :

- A oxydation totale (aération prolongée) ..... $0,05 < C_m < 0,1$
- à faible charge (Kg DBO<sub>5</sub> / Kg boue .j)..... $0,1 < C_m < 0,2$
- à moyenne charge (Kg DBO<sub>2</sub> / Kg boue .j)..... $0,2 < C_m < 0,5$
- à forte charge (Kg DBO<sub>2</sub> / Kg boue .j)....  $0,5 < C_m < 1$
- à très forte charge (Kg DBO<sub>2</sub> / Kg boue .j)..... $1 < C_m < 5$

2) - Charge volumique :

Elle correspond au quotient du poids journalier DBO5 appliqué rapporté au volume unitaire du bassin d'aération.

$$C_v = \frac{DBQ_5 l'entré (Kg / j)}{V_{bassin} (m^3)} \quad \text{Kg / j / m}^3 \quad \dots\dots\dots(05)$$

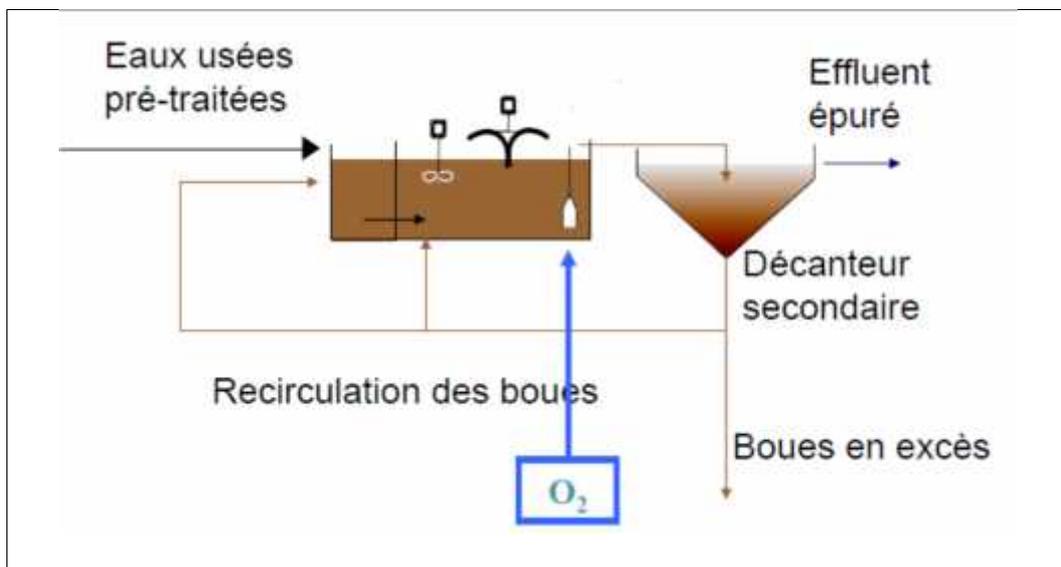


Figure II-8: Schéma général du procédé de traitement des eaux par boues activées (Thévenot , 2005) .



**Figure II-9 : Bassin d'aération à boues activées**

(Thévenot ,2005).

### c) -Disques biologiques

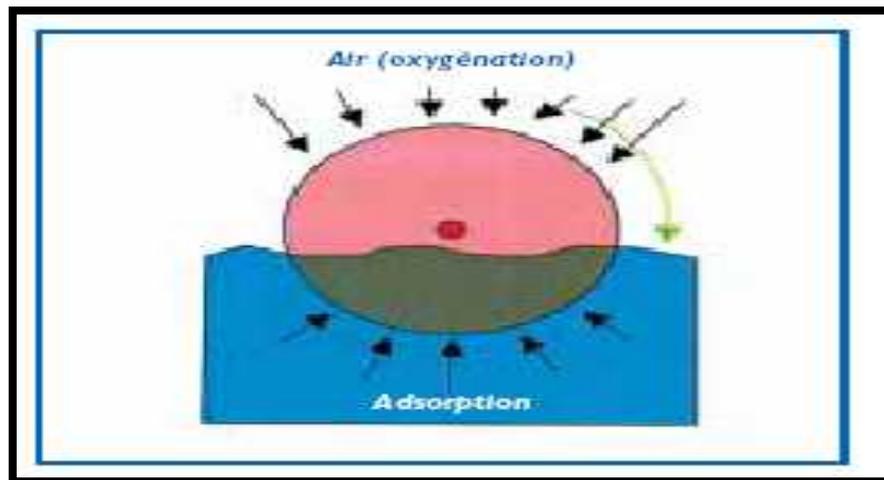
Ce procédé qui consiste à ensemercer des disques généralement en polystyrène de diamètre assez élevé ( $\varnothing = 3.7$  m) est rarement ou presque pas utilisée du fait que :

- Le procédé est non seulement réservé aux petites stations, mais exige également un personnel qualifié pour son exploitation.
- La sensibilité aux surcharges atmosphériques (gel) qui risquent d'influencer la formation du film biologique est grande.

Aussi, les décantations primaires et secondaires sont nécessaires tandis que le procédé est :

D'une faible demande énergétique.

D'un entretien réduit.



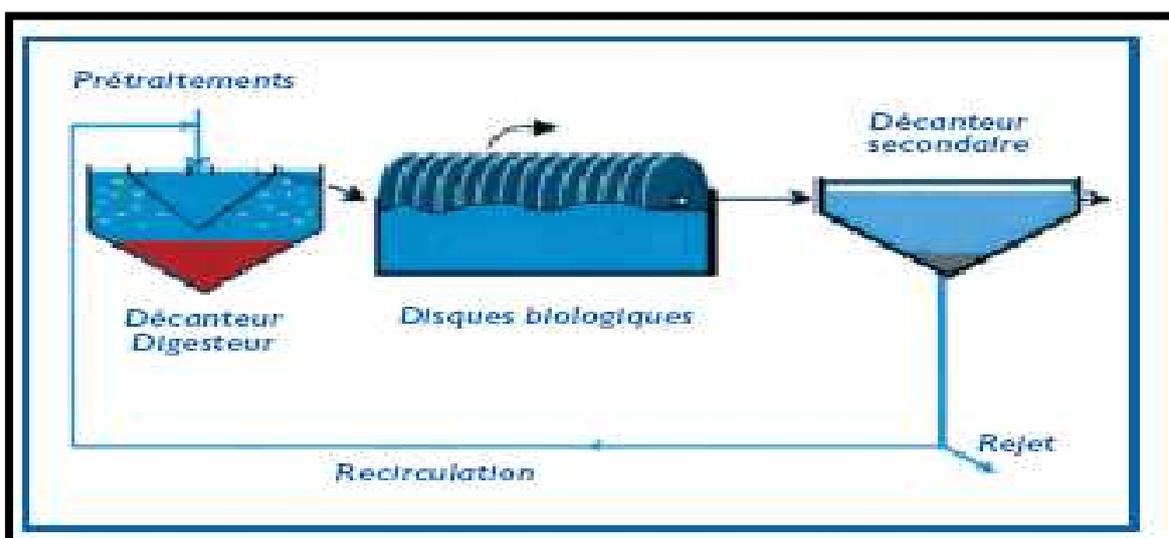
**Figure II-10 : Principe des disques biologiques**

(Rubrique guide des services, 2001).

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.

Il convient, sur ce type d'installation, de s'assurer à :

la fiabilité mécanique de l'armature (entraînement à démarrage progressif, bonne fixation. dimensionnement de la surface des disques (celui-ci doit être réalisé avec des marges de sécurité importantes).



**Figure II-11 : Synoptique d'une station d'épuration comporte un disque biologique(Rubrique guide des services, 2001) .**



**Figure II-12 : Disques biologiques (Joseph. P et Al, 2002).**

#### **II-8-4-Traitement des boues**

La qualité des ateliers de traitement des boues dépend souvent de la nature de la pollution initiale de l'eau et la disponibilité, la nature plus ou moins fermentescible des boues, leur aptitude à la déshydratation et les facteurs économiques.

Mais de façon générale, les eaux résiduaires urbaines sont organiques hydrophiles, la teneur en matières volatiles en suspension peut atteindre 90 % des matières sèches contenues dans les boues.

Les objectifs finaux du traitement des boues sont :

- ✓ Réduction du pouvoir fermentescible
- ✓ Réduction du volume.

##### **II-8- 4-1-Réduction du pouvoir fermentescible**

Lorsque les boues contiennent encore une quantité importante de matières organiques, elles sont fermentescibles et il est difficile d'utiliser sans inconvénient. La stabilisation des boues s'effectue par :

- la stabilisation aérobie.
- La digestion anaérobie.
- la stabilisation chimique.
- Pasteurisation.

**a) - La stabilisation Aérobie**

Le procédé de stabilisation aérobie s'effectue par une aération prolongée de boues.

La biomasse évolue alors en décroissant, la nourriture essentielle des germes suivants provenant de la lyse des bactéries mortes .L'ensemble se minéralise, la chute de la masse active peut être appréciée comme la endogène.

**b) - Digestion anaérobie**

La digestion anaérobie est une fermentation en l'absence d'oxygène qui permet de stabiliser les matières en transformant le plus complètement possible en gaz méthane ( $\text{CH}_4$ ) et gaz carbonique.

La digestion anaérobie comprend deux phases : phase de liquéfaction, phase de gazéification.

- ✓ **La phase de liquéfaction** : conduit essentiellement à la production d'acides volatiles.
- ✓ **La phase de gazéification** : les bactéries méthaniques strictement anaérobies produisent du gaz méthane à partir des acides volatiles ou d'alcools formés dans la première Phase.

**c) - La stabilisation chimique des boues**

Elle a pour but de réduire le pouvoir fermentescible par l'adjonction d'agents chimiques.

Cet apport de réactifs ne modifie pas la quantité de matières organiques biodégradables, mais agit essentiellement par action bactéricide .Cette opération s'effectue par l'utilisation de la chaux du fait de son alcalinité et de son coût réduit .Dans le cas de boues liquides, l'ajout de chaux permet par une remontée de pH, le blocage temporaire de fermentation acides nauséabondes.

Dans les cas de boues déshydratées, la stabilisation par la chaux est beaucoup plus durable, et l'est d'autant plus que la teneur en eau est plus faible, car la fermentation acide se développe alors très difficilement.

**d) -Pasteurisation :**

Elle a pour but unique d'assurer l'aseptisation de la boue de façon à rendre sans risque sons emploi à l'état liquide à fins agricoles .même en cultures légumières ,les boues fraîches d'eaux

résiduaire urbaine au préalable congelée sont très rapidement le siège de fermentation un fois rendue à l'état liquide .

#### **II-8-4-2-Réduction du volume**

##### **a) -Épaississement**

L'épaississement consiste à séparer par gravité ou flottation l'eau interstitielle des particules de boues.

Ce procédé permet de réduire le volume des boues sans dépense d'énergie notable, avec simplicité d'utilisation du système.

##### **❖ Épaississement par décantation**

L'épaississement gravitaire consiste à introduire la suspension boueuse dans une capacité (épaississeur) où le temps de séjour est élevé .Il permet le tassement des boues, dont l'extraction se fait par le fond et l'évacuation de liquide interstitiel par le haut.

Le temps de séjour des boues dans les épaississeurs statiques, de forme cylindro-coniques ne doit pas excéder 24H00 (raisons évoquées précédemment).

Ils doivent être équipés de trop-plein et d'un dispositif à niveau variable (importance d'un point très bas) d'évacuation du surnageant (à faible débit).

Après chaque bûchée (extraction épaississement- évacuation du surnageant puis des boues épaissies), l'épaississeur est à vidanger entièrement.

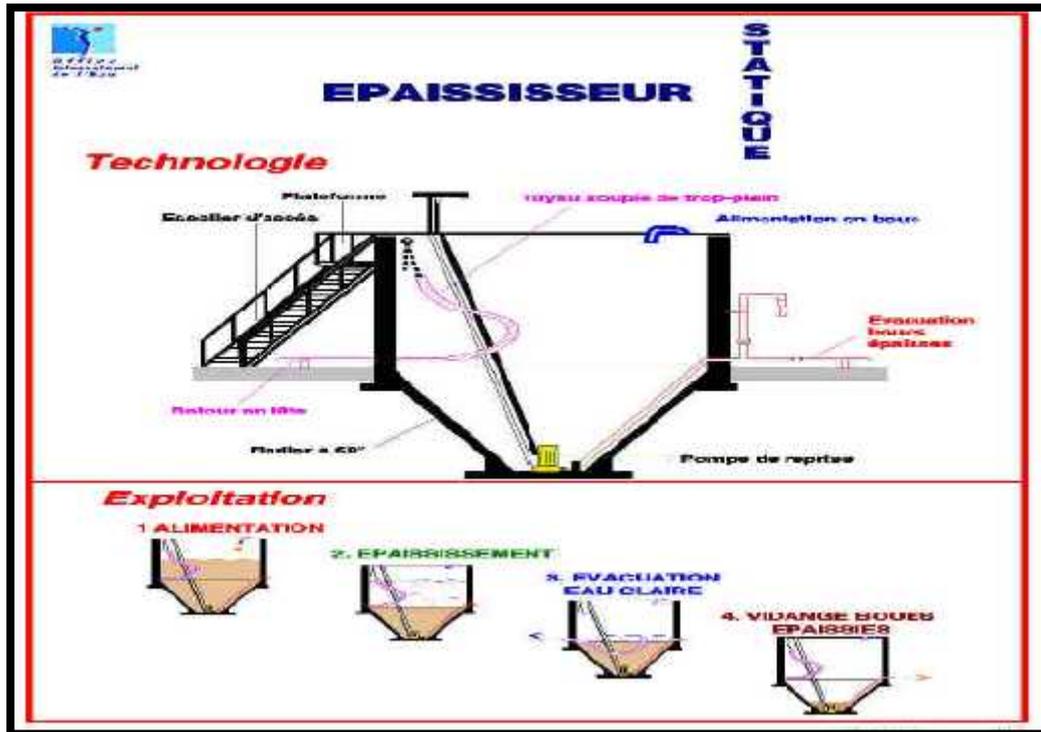


Figure II-13 : Schéma de principe d'un épaisseur gravitaire

(Joseph. P et Al, 2002) .



Figure II-14 : Epaisseur gravitaire

(Joseph. P et Al, 2002).

**❖ Épaississement par flottation**

Ce procédé présente un avantage sur l'épaississement par gravité, en ce sens que la différence de densité entre l'eau et la boue entraînée par le débit d'air est plus importante qu'entre l'eau et le floc de boue décantée.

La pression sur le mélange se relâche brutalement, facilitant la formation de très fines bulles d'air qui se fixent sur les particules de boues et les amènent en surface en formant un matelas de mousse.

L'écume est raclée en surface, s'écoule sur une rampe et est ensuite pompée vers le digesteur ou directement vers un procédé de déshydratation. Pour améliorer la formation d'une mousse tenace et aussi la qualité de l'eau on ajoute des produits chimiques.

**b) -Déshydratation**

La déshydratation représente généralement le stade de la séparation, solide-liquide. Le but de l'épuration est de produire un gâteau dont la densité et la consistance sont telles que cela permet de transporter les boues vers le lieu de séchage finale sous forme de rejet solide (22) .

De nombreux procédés et appareillages sont mis en œuvre pour déshydrater les boues :

**❖ lits de séchage**

Ils sont souvent utilisés pour déshydrater les boues résiduelles où le terrain est disponible et où les conditions climatiques favorables.

On utilise le sable comme milieu filtrant. La figure N°15 et Photo N°07 représente cette technique .

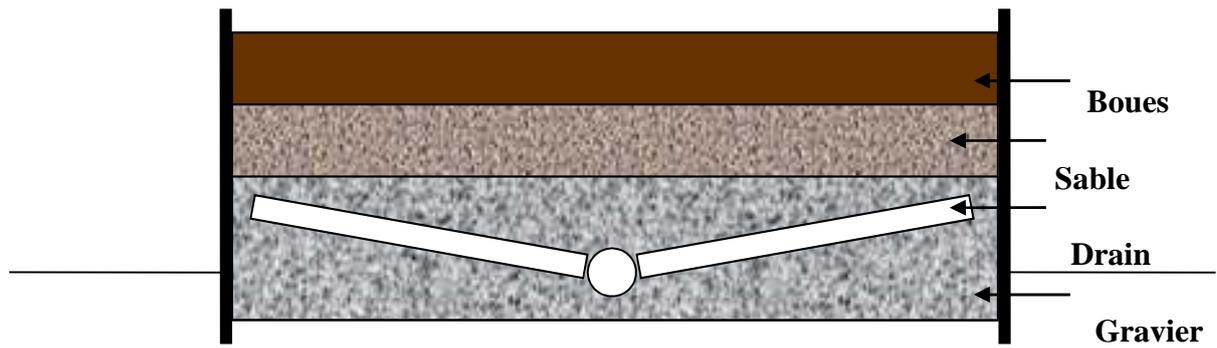


Figure II-15 : Coupe d'un lit de séchage.



Figure II-16 : Lit de séchage

(Thévenot ,2005).

#### ❖ filtration sous vide

C'est le procédé le plus ancien de déshydratation mécanique à fonctionnement continu.

Les filtres sous vides les plus utilisés pour l'essorage des boues résiduaires de traitement d'eaux sont de type tambour rotatif et à auge ouverte.

La teneur en produit solide du gâteau filtré peut varier de façon importante selon la boue que l'on doit déshydrater

**II-9-Conclusion :**

Pour éviter tous les risques sanitaires et pour bien protéger l'environnement et les ressources hydriques contre la pollution, il existe un moyen qui consiste à épurer ces eaux usées; c'est-à-dire implanté une station d'épuration, afin de sauvegarder l'équilibre écologique du milieu aquatique naturel et pour une éventuelle réutilisation des eaux épurées dans divers domaines surtout en agriculture en utilisant ces eaux en irrigation .il est recommandé de séparer les eaux urbaines et les matières organiques, les détergents, les huiles, goudrons afin de traiter convenablement ces eaux usées dans une station d'épuration urbaines.

## **CHAPITRE III :**

# **Procédée d'épuration Biologique par lagunage**

**III) Lagunage aéré :**

Le langage aère c'est le langage naturelle a aeration artificial pour favorisé l'aglomeration des bacterie pour qu'elle se nourisse des algues

**III-1-Principe de fonctionnement :****a) Description générale :**

L'oxygénation est, dans le cas du lagunage aéré, apportée mécaniquement par un aérateur de surface ou une insufflation d'air. Ce principe ne se différencie des boues activées que par l'absence de système de recyclage des boues ou d'extraction des boues en continu. La consommation en énergie des deux filières est, à capacité équivalente, comparable (1,8 à 2 kW/kg DBO5 éliminée).

**b) Grands mécanismes en jeu :**

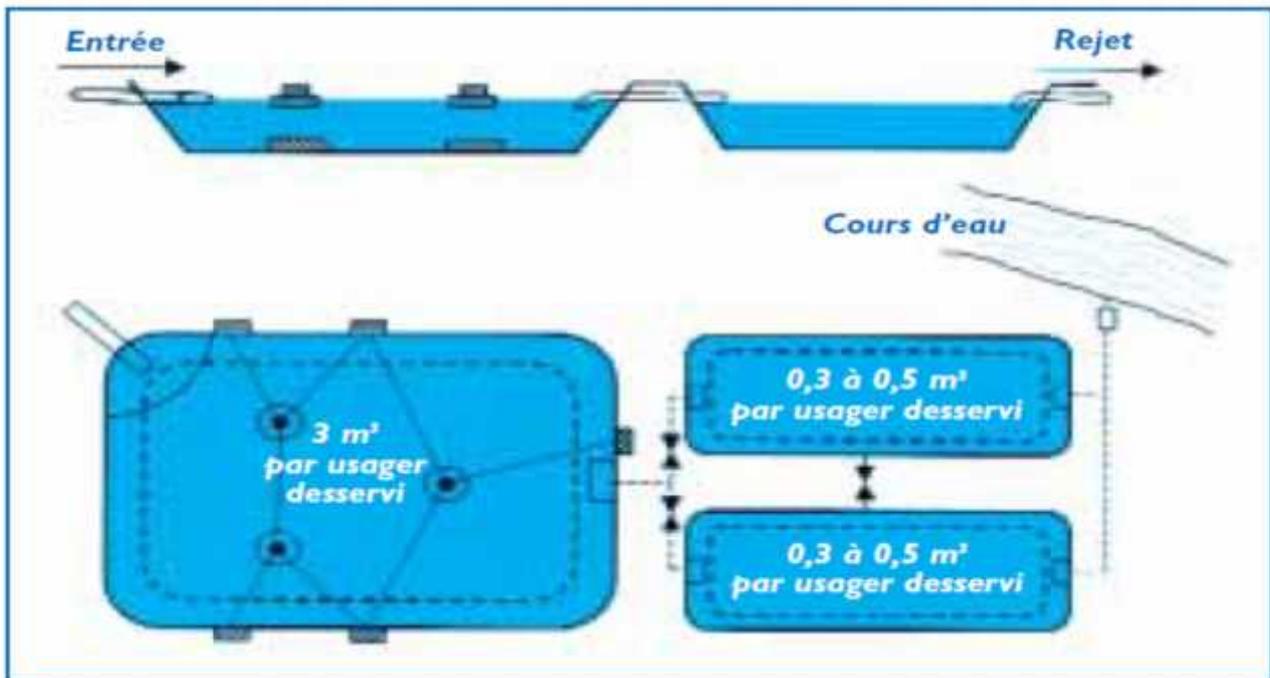
Dans l'étage d'aération, les eaux à traiter sont en présence de micro-organismes qui vont consommer et assimiler les nutriments constitués par la pollution à éliminer. Ces micro-organismes sont essentiellement des bactéries et des champignons (comparables à ceux présents dans les stations à boues activées).

Dans l'étage de décantation, les matières en suspension que sont les amas de micro-organismes et de particules piégées, décantent pour former les boues. Ces boues sont pompées régulièrement ou enlevées du bassin lorsqu'elles constituent un volume trop important. Cet étage de décantation est constitué d'une simple lagune de décantation, voire, ce qui est préférable, de deux bassins qu'il est possible de by-passer séparément pour procéder à leur curage.

En lagunage aéré, la population bactérienne sans recirculation conduit :

- à une densité de bactéries faible et à un temps de traitement important pour obtenir le niveau de qualité requis ;
- à une floculation peu importante des bactéries, ce qui contraint à la mise en place d'une lagune de décantation largement dimensionnée.

Figure III-1: Schéma de principe d'un lagunage aéré Source : Agences de l'Eau, CTGREF



### III -2-Bases de dimensionnement :

#### a) Choix des terrains :

Il faut prévoir une surface comprise entre 1,5 à 3 m<sup>2</sup> par usager.

#### b) Lagune d'aération :

Paramètre	Base de dimensionnement
Temps de séjour	20 jours (temps de séjours réduit, en fait, à une quinzaine de jours après quelques années de fonctionnement suite au volume occupé par les dépôts de matières en suspension => il ne faut donc pas chercher à réduire ce temps de séjour lors de la conception).
Volume	3 m <sup>3</sup> par usager desservi.
Profondeur	2 à 3,50 m avec des aérateurs de surface (les turbines rapides de 4 kW correspondent à des profondeurs de l'ordre de 2,5 m, celles de 5,5 kW sont utilisées avec des profondeurs comprises entre 2,5 et 3) > 4,00 m possible avec insufflation d'air
Forme du bassin	Un carré autour de chaque aérateur
Puissance spécifique d'aération	Les besoins en oxygène sont de l'ordre de 2 kg O <sub>2</sub> / kg DBO <sub>5</sub> . Pour limiter les dépôts à un volume ne perturbant pas le traitement et, par ailleurs, prévenir la formation d'algues microscopiques, il est nécessaire de surdimensionner les aérateurs et d'utiliser une puissance comprise entre 5 et 6 W/m <sup>3</sup> . En fonctionnement, il est toujours possible de réduire le temps de marche de ces aérateurs par rapport aux temps de marche des aérateurs de puissance moindre, ce qui permet de limiter les surcoûts de fonctionnement.

**Tableau III-1** : Base de dimensionnement pour les lagunes aérées

source : Rubrique guide des services, 2002.

## c) Lagunes de décantation :

**Tableau III-2:** Base de dimensionnement pour la lagune de décantation

Source : Rubrique guide des services, 2002)

Paramètre	Base de dimensionnement
volume	0,6 à 1 m <sup>3</sup> par usager desservi (2 bassins de 0,3 à 0,5 m <sup>3</sup> /EH )
Forme du bassin	rectangulaire avec un rapport largeur / longueur égal à 2/1 ou 3/1
Profondeur	2 m afin de laisser un mètre d'eau libre avant soutirage des boues.

L'emploi de deux lagunes de décantation et fonctionnant en alternance facilite l'extraction des boues, qui doit avoir lieu tous les deux ans.

## d) Mise en œuvre :

A l'inverse du lagunage naturel, l'étanchéité par une géo membrane sera privilégiée afin de limiter les risques de dégradation des berges par le fort batillage de l'eau en mouvement. En cas de réalisation d'une étanchéifiassions naturelle, il convient d'installer sur les berges des matériaux assurant une protection contre le batillage (béton projeté, grillage + enherbage en joncs). La durée de vie de l'ouvrage est en jeu. Quel que soit le mode de construction retenu, des dalles bétonnées complètent la protection contre les affouillements au droit de la turbine. Les différentes tâches d'entretien et de maintenance sont répertoriées dans le tableau ci-après :

Tableau III-3: Exploitation des lagunes aérées

Tâche	Fréquence	Observations
Nettoyage des installations de prétraitements (dégrillage + cloison siphonée)	1/semaine	
Inspection générale des bassins	1/semaine	
Extraction des boues des lagunes de décantation	1 fois tous les deux ans en charge nominale	La 1 <sup>re</sup> vidange n'est nécessaire qu'après 3 ou 4 ans de fonctionnement.
Régulation, programmation de l'aération	2/an	Opération la plus complexe qui nécessite, plusieurs semaines après chaque programmation, une vérification du nouvel équilibre biologique dans le bassin.
Faucardage, fauchage	2 à 5/an	
Vérification et relevé des compteurs	1/semaine	
Tenue du cahier de bord	1/semaine	

source Rubrique guide des services,2002

#### e) Performances :

Le niveau de qualité de l'effluent est bon pour la matière organique : plus de 80 % d'abattement.

Pour les nutriments,

L'élimination reste limitée à l'assimilation bactérienne et reste de l'ordre de 25-30 %.

La filière se prête aisément à l'apport complémentaire d'adjuvants physico-chimiques en vue d'éliminer les orthophosphates.

#### f) Avantages techniques :

Ce procédé est particulièrement tolérant à de très nombreux facteurs qui engendrent, en général, de très sérieux

Dysfonctionnements dans les procédés d'épuration classiques :

- 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.

**g) Inconvénients techniques :**

- 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.

**III-3- Les différents systèmes d'aération:**

Les principaux appareils utilisés de nos jours sur les stations d'épuration peuvent être classés en trois catégories :

- les aérateurs mécaniques de surface,
- les systèmes à injection d'air,
- les systèmes à base de pompes.

**a) les aérateurs mécaniques de surface :**

Ils sont dominants sur les petites et moyennes installations à boues activées et sur les lagunes, rares sur les très grosses stations d'épuration.

On distingue deux types d'aérateurs de surface :

- les turbines à axe vertical (turbines rapides et lentes),
- les brosses à axe horizontal.

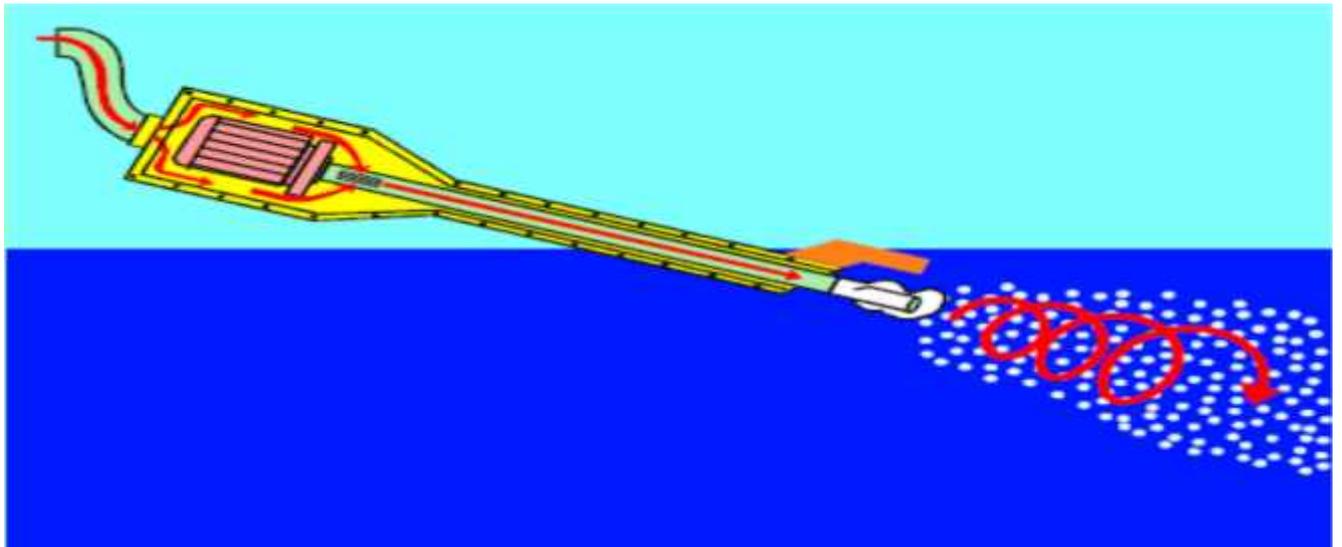


Figure III-2: aérateur Fuchs



Figure III-3 : Aérateur brasseur

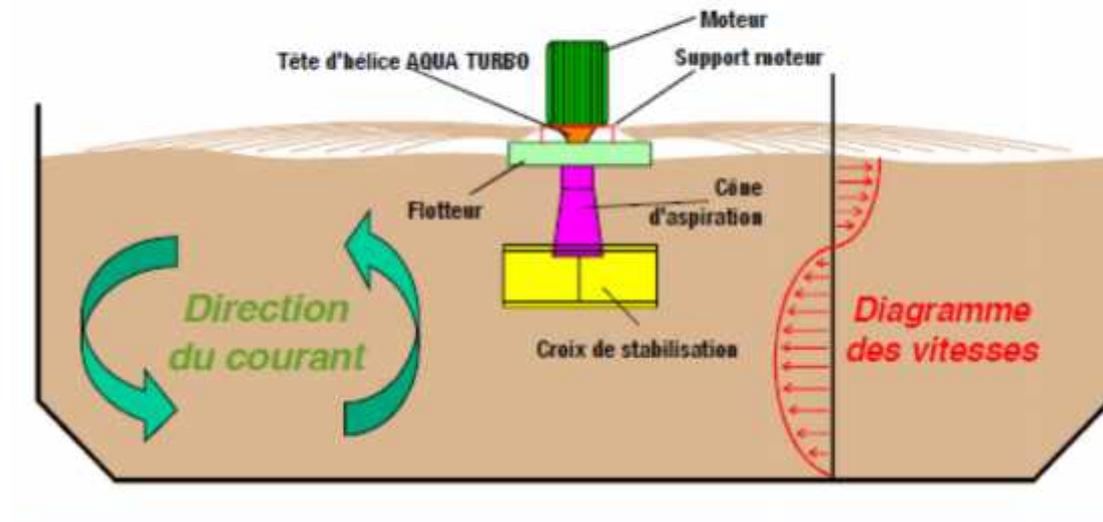


Figure III-4: aqua système

#### III-4- aération des lagunes :

En ce qui concerne les méthodes employées pour l'aération des lagunes, les différences se situent au niveau du mode d'introduction de l'oxygène et du schéma de circulation. Avec les turbines flottantes, l'eau est projetée en l'air et s'oxygène au contact de l'air.

Ces appareils ne sont pas très silencieux et génèrent des émanations olfactives ainsi que des phénomènes "aérosol". D'autre part, en période hivernale ils aident au refroidissement de l'effluent et en cas de gel doivent être arrêtés.

Les turbines flottantes ne conviennent donc qu'à un degré limité, c'est la raison pour laquelle la préférence est donnée aux systèmes d'aération par fines bulles.

Dans le cas de l'aération sous pression, les coupoles en céramique ou les tubes perforés répartissent l'air sous forme de fines bulles.

Le brassage et l'homogénéisation se font uniquement par les conséquences de l'action de la pompe. Les bougies filtrantes sont réparties sur une grande surface.

De bons résultats sont aussi atteints avec un type d'aérateurs en ligne munis d'un déflecteur. Dans ce cas, le brassage est important si la géométrie du bassin se prête au système. La régulation de l'apport d'oxygène s'effectue, le plus souvent, par un échelonnement de compresseurs d'air.

Ces derniers doivent être installés dans un bâtiment. En plus d'une aération par fines bulles, les aérateurs par aspiration réalisent un brassage et une homogénéisation intenses des eaux résiduaires.

Ces appareils, particulièrement avantageux dans ce cas, génèrent d'une façon efficace une circulation dirigée dans le bassin (par exemple les aérateurs à vis hélicoïdale FUCHS). De ce fait, en bassins, où l'hydraulique a été bien étudiée, la puissance spécifique nécessaire se situe entre 1 et 2 W/m<sup>3</sup>.

L'apport d'oxygène régulier, un brassage uniforme et une circulation horizontale du volume total des bassins seront atteints grâce à l'utilisation de ce type d'aérateur. Par contre, avec les turbines créant une circulation dans toutes les directions et brassant le volume essentiellement dans le sens vertical, la zone homogénéisée n'a qu'un diamètre de 4 à 6 fois la profondeur du bassin (exemple : pour une profondeur de 2 à 3 mètres, le diamètre de cette zone se situe entre 10 et 15 mètres, en fonction du rendement réel de l'aérateur).

L'utilisation de ces appareils implique une répartition de la puissance totale en installant une série d'aérateurs de petite taille, et un calcul basé sur une puissance spécifique d'au moins 5 W/m<sup>3</sup>.

Pour les aérateurs à aspiration, l'apport d'oxygène peut s'effectuer d'une manière optimale en faisant fonctionner facilement ces derniers d'une façon intermittente (asservissement par horloge et (ou) par oxymétrie à seuils).

### III-5-Radeau de curage des boues :

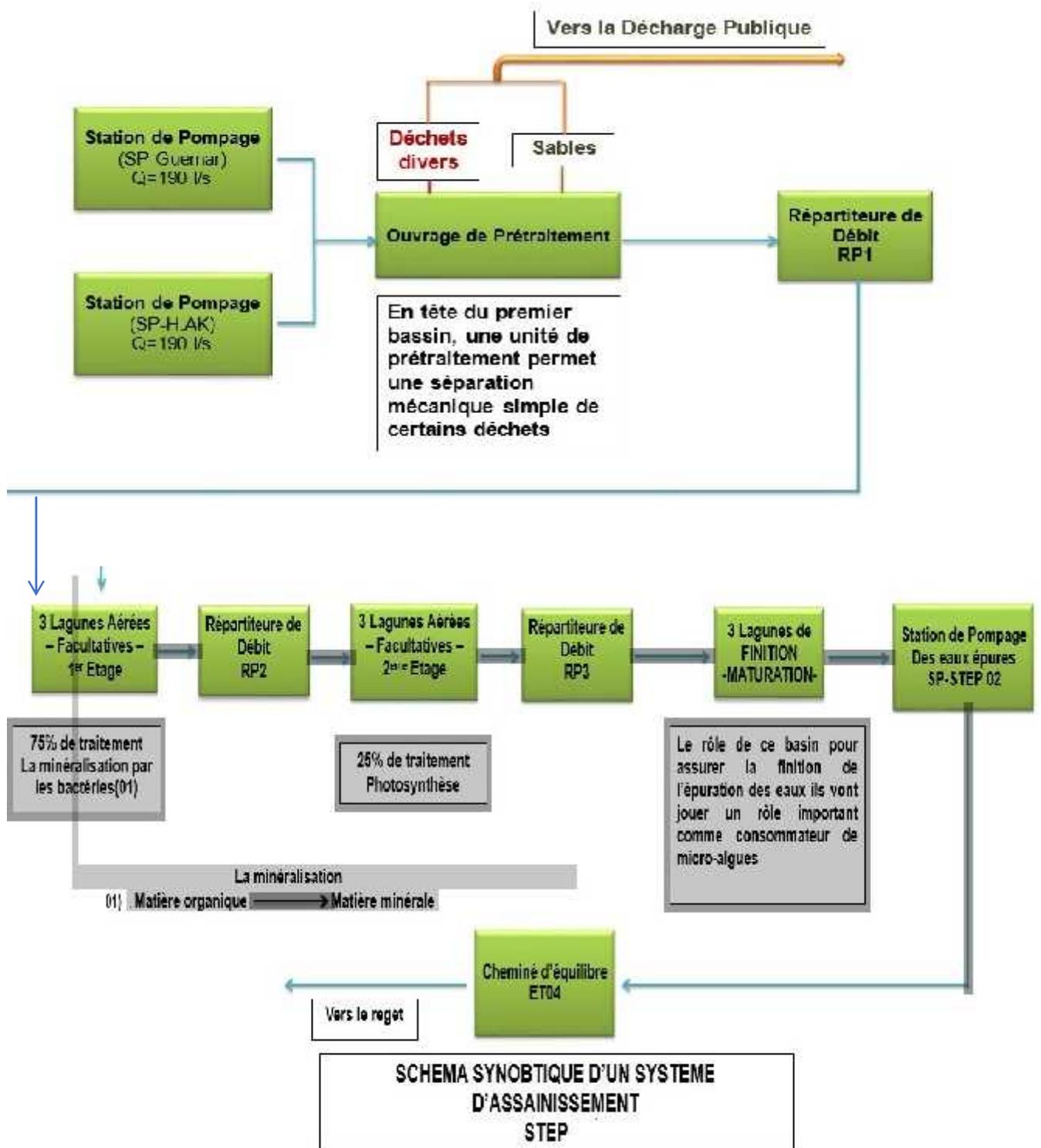
Évacuation des boues décantées au fond du bassin vers les lits de séchage.



**Figure III-5 : Radeau de curage des boues.**

### III-6-Shéma synbotique d'un systeme d'assainissement :

Voici un shéma explicatif du systeme d'assainissement de la station d'épuration 02 par lagunage aéré de la ville de hassani abdelkrim



**III-7- Méthodologie de dimensionnement du système d'aération :**

Le dimensionnement de l'aération sera défini par la puissance d'aération théorique à installer. Cette puissance sera fonction :

- des besoins théoriques en oxygène des boues calculés pour la période de pointe.
- des les performances standard de l'aérateur (apport horaire en eau claire).
- d'un facteur correctif global tenant compte principalement de la concentration des boues et de leur température.
- du temps de fonctionnement souhaité (obligation de temps d'arrêt notamment pour la dénitrification ; celle-ci conduit à majorer arbitrairement d'environ 30 % la puissance théorique à installer).
- des conditions de brassage.

En tenant compte du système prévu pour l'aération (surface ou insufflation).

### III-8-Conclusion :

Les concepteurs d'une station d'épuration ont à leur disposition une large gamme de procédés de traitement. Il reste à faire un choix approprié des traitements nécessaires et qui présenteront un avantage économique certain. Les résultats d'analyses physico-chimiques DCO/DBO<sub>5</sub> est entre 2 et 3 alors il nécessite un traitement biologique des eaux usées urbaines de la ville de Hassani Abdelkrim exigent le choix d'une épuration par lagunage aérée le meilleur choix pour une station d'épuration avec un traitement naturelle en injection de l'aire pour un meilleur rendement et un temps de séjours moins .

# **CHAPITRE IV :**

## **Dimensionnement de la station d'épuration**

### IV-1-Introduction

La station est conçue pour pouvoir épurer les eaux usées de la région d'étude. Cette étude a été établie en une seule phase qui devra satisfaire les besoins à l'horizon 2030.

L'épuration des eaux peut être composée de quatre étapes principales, en dehors du traitement des boues.

1. Le prétraitement physique (dégrillage, dessablage et éventuellement déshuilage);
2. Le traitement primaire (décantation primaire);
3. Le traitement secondaire biologique;
4. Le traitement tertiaire lorsque l'affinage de l'eau épurée est nécessaire.

Le choix du procédé d'épuration doit être fait de telle façon que l'on puisse accomplir les exigences concernant la qualité des eaux usées brutes et l'eau épurée d'une part, et d'autre part l'aspect économique et les contraintes d'exploitation (disponibilité d'énergie des produits, entretien).

### IV-2-Détermination du débit des eaux potable

On donne le débit moyen journalier en eaux potable pour l'année 2030 par la relation suivante:

$$Q_{\text{moy}} = Q_{\text{moy dom}} + Q_{\text{moy équi}} \dots\dots\dots(6)$$

Avec :

- \*  $Q_{\text{moy}}$  : Le débit des eaux potables.
- \*  $Q_{\text{moy dom}}$  : Le débit des eaux domestiques.
- \*  $Q_{\text{moy équi}}$  : Le débit des eaux d'équipement.

On a :

$$Q_{\text{moy j équi}} = 32832000 \text{ l/j}$$

$$Q_{\text{moy dom}} = N_{\text{habitant}} \times D \dots\dots\dots(7)$$

$$Q_{\text{moy j dom}} = 179205 \times 200$$

$$Q_{\text{moy j dom}} = 35841000 \text{ l/j}$$

$$Q_{moy\ j\ \acute{e}qui} = 32832000\ l/j$$

$$Q_{moy\ j} = Q_{moy\ dom} + Q_{moy\ \acute{e}qui} \dots\dots\dots(8)$$

$$Q_{moy\ j} = 35841000 + 32832000$$

$$Q_{moy\ j} = 68673000\ l/j$$

$$Q_{moy\ j} = 68673\ m^3/j$$

**IV-3- Détermination du débit des eaux usées  $Q_{eu}$**

On prend un taux de réduction de 0,8

$$Q_{eu\ j} = 0,8 \times Q_{moy\ j} \dots\dots\dots(9)$$

$$Q_{eu\ j} = 68673 \times 0,8\ m^3/j$$

$$Q_{eu\ j} = 54938,4\ m^3/j$$

Les ratios de raccordement au réseau = 70% le  $Q_{eu\ j}$  devien :

$$Q_{eu\ j} * 70\% = 54938,4 * 0,7 = 38456,88\ m^3/j$$

$$Q_{eu\ j} = 38456,88\ m^3/j$$

- Débit moyen horaire  $Q_{eu\ h}$

$$Q_{eu\ h} = \frac{Q_{moy\ j}}{24} \dots\dots\dots(10)$$

v

$$Q_{eu\ h} = \frac{38456,88}{24}$$

$$Q_{eu\ h} = 1602,37 \text{ m}^3 / h = 0,445 \text{ m}^3 / s$$

- Débit diurne:

$$Q_d = \frac{Q_{moyj}}{15} \dots\dots\dots(11)$$

$$Q_d = \frac{68673}{15}$$

$$Q_d = 4578,2 \text{ m}^3 / h$$

- Débit de pointe par temps sec  $Q_p$

- Calcul du coefficient de pointe  $k_p$

$$K_p = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{Q_{moyj}}} \dots\dots\dots(12)$$

$$K_p = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{636}} = 1,59$$

- Débit de pointe :

$$Q_p = k_p \times Q_{moyj} = 1,59 \times 636 \dots\dots\dots(13)$$

$$Q_p = 1017,05 \text{ l/s} \quad 1,02 \text{ m}^3/s$$

#### IV-4-Calcul des charges polluantes

Etant donné la sensibilité des prélèvements effectués sur les eaux usées, qui varient dans le temps et dans l'espace, nous sommes intéressé de calculer les charges polluantes des eaux étudiées à partir des charges polluantes spécifiques par habitant et par jour à avoir une qu'un équivalent habitant rejette par jour :

$$\text{DBO}_5 = 54,3 \text{ g / hab / j.}$$

$$\text{MES} = 70 \text{ g /hab / j.}$$

$$\text{DCO} = 120 \text{ g / hab/ j.}$$

$$\text{Matières azotes} = 14 \text{ g /hab/j.}$$

$$\text{Matières de phosphore} = 04 \text{ g /hab /j.}$$

- **Charge en DBO<sub>5</sub>**

Nombre population de la région d'étude dans l'année 2030 égale 179205 habitant.

#### A-N :

$$N = 179205$$

$$L \text{ (Kg DBO}_5\text{/j)} = 54 \times 10^{-3} \times N \text{ (EH)}$$

L : Charge en DBO<sub>5</sub>.

$$L = 54,3 \times 10^{-3} \times 179205 = 9734,32785 \text{ Kg /j.}$$

- **Charge en MES**

$$L_0 = 70 \times 10^{-3} \times 179205 = 12544,35 \text{ Kg /j.}$$

L<sub>0</sub> : Charge en MES.

- **Charge en DCO**

$$L_1 = 120 \times 10^{-3} \times 179205 = 21504,6 \text{ Kg /j.}$$

L<sub>1</sub> : Charge en DCO.

- **Charge en Matières azotes**

$$L_2 = 14 \times 10^{-3} \times 179205 = 2508,87 \text{ Kg /j.}$$

L<sub>2</sub> : Charge en Matières azotes.

- **Charge en matière de phosphore**

$$L_3 = 4 \times 10^{-3} \times 179205 = 716,82 \text{ Kg /j.}$$

L<sub>3</sub> : Charge en matière de phosphore.

## IV-4-1- Calcul des concentrations des charges polluantes

- Concentration de la DBO<sub>5</sub> (S) :

$$S = \frac{L}{Q_{eu}} \dots\dots\dots(14)$$

$$S = \frac{9734,32785 \times 10^3}{38456,88} = 253,12 \text{ mg/l}$$

$$S = 253,12 \text{ mg/l}$$

- Concentration de la MES (S<sub>0</sub>) :

$$S_0 = \frac{12544,35 \times 10^3}{38456,88} = 326,19 \text{ mg/l}$$

$$S_0 = 326,19 \text{ mg/l}$$

- Concentration de la DCO (S<sub>1</sub>) :

$$S_1 = \frac{21504,6 \times 10^3}{38456,88} = 559,19 \text{ mg/l}$$

$$S_1 = 559,19 \text{ mg/l}$$

A l'horizon 2030, les résultats sont représentés dans le tableau suivant :

**Tableau IV-1** : Calcul de débit d'eau usée pour l'horizon 2030.

Horizon	2030
Q <sub>eu</sub> (m <sup>3</sup> /j)	38456,88
Q <sub>moy h</sub> (m <sup>3</sup> /h)	2861,38
Q <sub>d</sub> (m <sup>3</sup> /h)	4578,2
K <sub>p</sub>	1,584
Q <sub>P</sub> (m <sup>3</sup> /h)	4968
Charge polluantes	↓
Charge DBO <sub>5</sub> en Kg/j	9734,32785
Charge MES en Kg/j	12544,35
Charge DCO en Kg/j	21504,6
S (DBO <sub>5</sub> ) en mg /l	253,12
S <sub>0</sub> (MES) en mg /l	326,19
S <sub>1</sub> (DCO) en mg /l	559,19

#### IV -5- Les ouvrage de prétraitement :

##### V -5-1- Le collecte des eaux usées

Lorsque les travaux de réseau seront réalisés, les eaux usées à traiter arriveront à la station d'épuration par l'intermédiaire d'une conduite de refoulement.

##### IV -5-2 -Canal d'amenée

Le canal d'amenée que nous choisirons est rectangulaire. Compte tenu de l'importance du débit et après un calcul préliminaire ayant abouti à des profondeurs trop importantes pour un seul canal .

##### a)- Détermination de section optimale:

le débit de pointe transitant vers la station d'épuration Q<sub>P</sub> :

$$Q_P = 1.02 \text{ m}^3/\text{s}$$

L'écoulement est supposé uniforme, la section du canal est rectangulaire:

$$Q = V \times T_{eau} \times b \dots\dots\dots(15)$$

Où :

- ❖ **V**: Vitesse d'écoulement de l'eau (m /s).
- ❖ **b**: Largeur du canal (m).
- ❖  $T_{eau}$  : Hauteur du tirant d'eau (m).

Pour une section rectangulaire

$$S = b \times T_{eau}$$

$$P = b + 2T_{eau}$$

Avec :

**S** : Section du canal d'amené.

**P** : Périmètre du canal d'amené.

$$\text{Soit : } b = \frac{S}{T_{eau}} \text{ d'où : } P = \frac{S}{T_{eau}} + 2T_{eau} .$$

Le minimum de P correspond à  $\frac{dp}{dT_{eau}} = 0$ .

$$\frac{dp}{dT_{eau}} = -\frac{S}{T_{eau}^2} + 2 = 0 \quad \text{Ou bien : } S = 2 \times T_{eau}^2 = b \times T_{eau}$$

On aboutit alors à  $b = 2 \times T_{eau}$

C'est une section avantageuse car elle conduit au minimum de travaux de déblai et revêtement.

#### b) - Calcul de b et h :

$$Q = V \times S = V \times b \times T_{eau} = 2 T_{eau}^2 \times V ; \text{ avec : } b = 2 \times T_{eau}$$

$$\text{D'où : } T_{eau} = \sqrt{\frac{Q}{2 \times V}}$$

Pour une vitesse maximale  $V = 1,2$  m/s

$$T_{eau} = \sqrt{\frac{1,02}{2 \times 1,2}} = 0,65 \text{ m}$$

$$b = 2 \times T_{eau} = 2 \times 0,65 = 1,3 \text{ m.}$$

En considérant une majoration de 15 % pour éviter le débordement du canal, la profondeur du canal H sera donc .

$$H = 1,15 \times T_{eau} = 1,15 \times 0,65 = 0,75 \text{ m.}$$

c) - Calcul de la section du canal:

$$S = b \times H = 1,3 \times 0,75 = 1 \text{ m}^2$$

$$S = 1 \text{ m}^2$$

d) - Vérification du régime : (fluvial ou subcritique)

$$\frac{Q^2}{g \times b^2 \times h_c^3} = 1 \dots\dots\dots(21)$$

$h_c$ : la profondeur critique de canal.

$b$ : largeur de canal.

$$\text{Soit : } h_c = \left( \frac{Q^2}{g \times b^2} \right)^{1/3}$$

$$h_c = \left( \frac{1,02}{9,81 \times 1,3^2} \right)^{1/3}$$

$$h_c = 0,395 \text{ m.}$$

le tirant d'eau  $h$  est donc supérieur à la profondeur critique  $h_c$

la vitesse critique telle que :

$$V_c = \sqrt{h_c \times g} \dots\dots\dots(22)$$

**A-N:**

$$V_c = \sqrt{9,81 \times 0,395}$$

$$V_c = 1,97 \text{ m/s}$$

$$V_c > V = 1,2 \text{ m/s}$$

On obtient finalement:

$h > h_c$ ,  $V < V_c$ . Alors l'écoulement est fluvial.

❖ **Régime d'écoulement:**

Calculons le nombre de Reynolds défini par :

$$Re = \frac{V \times D_h}{\nu} \dots\dots\dots(16)$$

Où :

- $V$  : la vitesse d'écoulement.

- $\nu$  : la viscosité cinématique de l'eau avec  $t^{\circ} = 20^{\circ} \text{C}$ .
- $D_h$  : diamètre hydraulique.

$$D_h = 4 \times R_h = \frac{4 \times b \times h}{b + 2 \times h} = 2 \times h = 2 \times 0,75 \quad (\text{car } b = 2h)$$

$$D_h = 1,5 \text{ m}$$

$$R_e = \frac{V \times D_h}{\nu} = \frac{1,2 \times 1,5}{10^{-6}}$$

$$R_e = 1,8 \times 10^6$$

$R_e > 4000$  Régime d'écoulement turbulent.

Si la rugosité est estimée à  $\nu = 0,3 \text{ mm}$  (béton).

$$\frac{\nu}{D_h} = \frac{0,3 \times 10^{-3}}{1,5} = 0,2 \times 10^{-3}$$

e) – Calcul de la pente du canal :

Elle est donnée par :

$$I^{1/2} = V / K_S R^{2/3} \quad \dots\dots\dots(17)$$

$K_S$  : Coefficient de Strickler entre 70 et 80.

$$R_h = S / p \quad \dots\dots\dots(22)$$

$p$  : perimetre mouille du canal. [ $p = l + 2H$ ] avec  $l$  : largeur,  $H$  : hauteur mouille [m].

**A-N:**

$$I = \left[ \frac{1,2}{75 \times 0,840} \right]^2 = 3,6 \times 10^{-4}$$

On prend :  $I = 0,00036$

Le tableau ci-dessous présenté les caractéristiques du canal d'amené.

Tableau IV-2: Caractéristiques du canal d'amenée

Caractéristiques	Valeurs
Nombre de canaux	1
Débit $Q$ (m <sup>3</sup> /s)	1,02
Vitesse max $V$ (m/s)	1,2
Section du canal $S$ (m <sup>2</sup> )	1
Largeur $b$ (m)	1,3
Tirant d'eau $T_{eau}$ (m)	0,65
Profondeur du canal $H$ (m)	0,75
Pente $I$	0,00036

### V-5-3-Dimensionnement de la grille

Chaque appareil est dimensionné à partir des critères suivants :

- L'espacement inter barreaux : détermine la taille des déchets retenus et influe directement sur les risques de colmatage de la grille ; ce paramètre conditionne directement la fréquence des interventions en exploitation ; la valeur retenue est 25 mm.
- La vitesse de l'effluent à la traversée du dégrilleur qui doit être comprise entre 0,5 et 1,2 m/s.
- 

#### a )- Calcul de la surface de conception :

La surface minimum de la grille est calculée de la manière suivante :

$$S = \frac{Q_{\max}}{V \cdot O \cdot C} \dots\dots\dots(18)$$

- ❖  $S$  : Est la surface minimum de la grille, exprimée en m<sup>2</sup>.
- ❖  $Q_{\min}$  : Est le débit admis sur la station débit d'eau usée, exprimé en m<sup>3</sup>/s.
- ❖  $V$  : Est la vitesse de l'effluent à la traversée de la grille, exprimée en m/s.
- ❖  $C$  : Est le coefficient de colmatage, et vaut 0.50 pour une grille automatique.

❖  $O = \frac{e}{E + e}$  . où  $E$  est l'épaisseur des barreaux de la grille (10 mm), et  $e$  l'espace libre entre les barreaux (25 mm).

**A-N:**

$$S = \frac{0.45}{1,2 \times 0,714 \times 0,5} \quad \boxed{S = 1,05 \text{ m}^2}$$

**b)- Calcul de la surface utile des grilles :**

$$S_u = \frac{Q_P}{V \times O \times C}$$

$$S_u = \frac{1,02}{1,2 \times 0,714 \times 0,5} \quad \boxed{S_u = 2,38 \text{ m}^2}$$

**c) - Calcul de tirant d'eau :**

On prend la largeur du grille ( $l = 1,3 \text{ m}$ )

$$\boxed{T_{eau} = \frac{S_u \times \sin \alpha}{l}} \quad \dots\dots\dots(19)$$

Avec:  $\alpha = 90^\circ$ .

**A-N:**

$$T_{eau} = \frac{2.38 \times 1}{1.3} \quad \boxed{T_{eau} = 1,83 \text{ m}}$$

**d) - Calcul de la longueur mouillée d'une grille :**

On utilise la formule suivante :

Alors :

$$\boxed{L = \frac{T_{eau}}{\sin \alpha \times n}} \quad \dots\dots\dots(20)$$

\*  $\alpha = 90^\circ$

\*  $n$  : Est un nombre de la grille=2.

$$L = \frac{1,83}{2} = 0.915m \quad \boxed{L = 0,915 \text{ m}}$$

**e)- Calcul de la perte de charge à traverser la grille :**

$$\Delta_H = \frac{CV^2}{2 \times g} \quad \dots\dots\dots(29)$$

$$C = S \times \left(\frac{e}{E}\right)^{4/3} \times \sin \alpha \dots\dots\dots(30)$$

S = coefficient fonction de la forme de la section des barreaux.

S = 2,42 (section rectangulaire) .

$$C = 2,42 \times \left(\frac{10}{25}\right)^{4/3} \times 1$$

$$C = 0,175$$

Alors :

$$\Delta_H = \frac{0,715 \times (1,2)^2}{2 \times 9,81}$$

$\Delta_H = 0,0525 \text{ m}$
-------------------------------

Les caractéristiques du grille est récapitulé dans le tableau suivant :

**Tableau IV-3 : Caractéristiques du dégrillage.**

Caractéristiques	Valeurs
<b>Nombre de grille</b>	<b>2</b>
<b>Débit Q (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>1,02</b>
<b>Vitesse de passage V (m/s)</b>	<b>1,2</b>
<b>la surface utile S (m<sup>2</sup>)</b>	<b>2.38</b>
<b>Largueur de la grille l (m)</b>	<b>1,3</b>
<b>Tirant d'eau T<sub>eau</sub> (m)</b>	<b>1.83</b>
<b>Longueur oblique mouillé L (m)</b>	<b>0,915</b>
<b>Angle d'inclination α °</b>	<b>90</b>
<b>Epaisseur de barreaux E (mm)</b>	<b>10</b>
<b>Espacement des barreaux e (mm)</b>	<b>25</b>
<b>Les pertes de charge (m)</b>	<b>0,0525</b>

**IV-5-4-Dimensionnement du dessableur :**

Les ouvrages de dessablage sont de type statique , ils sont dimensionnés sur la base des critères suivants

- Vitesse d'entraînement des particules :  $V_d = 0,30 \text{ m / s}$
- Vitesse de sédimentation :  $V_p = 60 \text{ m / h}$ .
- Nombre de canaux :  $n = 03$ .

La vitesse d'entraînement des particules permet de définir la section transversale utile des dessableurs. La vitesse de sédimentation permet de calculer la section horizontale humide.

**a) - Calcul du volume totale d'un canal :**

Le dimensionnement s'effectue sur la base du débit transitant vers la station avec un temps de séjour  $t_s = 4 \text{ min}$ .

Le volume totale est calculé comme suit :

$$V_T = Q_P \times t_S \dots\dots\dots(21)$$

Avec :

\*  $Q_P$  : Le débit de pointe =  $1,02 \text{ m}^3/\text{s}$ .

\*  $t_S$  : Temps de séjour en minutes =  $4 \text{ min}$ .

Donc :

$$V_T = 1,02 \times 60 \times 4 = 244,8 \text{ m}^3 \quad \boxed{V_T = 244.8 \text{ m}^3}$$

**b) - Calcul de la section transversale humide d'un canal:**

On utilisant la formule suivante :

$$S_t = \frac{Q_P}{V_d \times n} \dots\dots\dots(22)$$

(27)

Donc :

$$S_t = \frac{1,02}{0,3 \times 3} = 1,13 \text{ m}^2. \quad \boxed{S_t = 1,13 \text{ m}^2}$$

**c) - Calcul de la section horizontale humide d'un canal:**

On utilisant la formule suivante :

$$S_h = \frac{Q_p}{V_p \times n} \dots\dots\dots(23)$$

Donc :

$$S_h = \frac{1,02 \times 3600}{60 \times 3} = 20,4 \text{ m}^2.$$

$$S_h = 20,4 \text{ m}^2$$

**d) - Calcul de la Tirant d'eau :**

On prend la largeur du canal  $l = 2 \text{ m}$

$$T_{eau} = \frac{S_t}{l} \dots\dots\dots(24)$$

Donc :

$$T_{eau} = \frac{1,13}{2} = 0,565 \text{ m}$$

$$T_{eau} = 0,57 \text{ m}$$

**e) - Calcul de la longueur du canal :**

On utilisant la formule suivante :

$$L = \frac{S_h}{l} \dots\dots\dots(25)$$

Donc :

$$L = \frac{20,4}{2} = 10,2 \text{ m}$$

$$L = 10,2 \text{ m}$$

## f) - Volume du sable retenu :

## ❖ Volume du sable retenu

$$W_s = N \times Q \dots\dots\dots(26)$$

Avec :

\*  $W_s$  : Volume du sable retenu.

\*  $N$  : Nombre d'habitant  $N = 179205$

\*  $Q$  : Quantité de sable par un habitant, on admet généralement  $Q = 5$  à  $12$  l / hab /an .

$$W_s = 179205 \times 12 = 2150460 \text{ l/an.}$$

$$W_s = 2150,460 \text{ m}^3/\text{an}$$

## ❖ Injection d' air :

Le débit d'air est estimé de  $0.5$  à  $2$  m<sup>3</sup> /h et par m<sup>3</sup> de capacité de l'ouvrage .

L'insufflation d'air est assuré avec une charge  $1,5$  m<sup>3</sup> / m<sup>3</sup> d'eau , d'où le volume d'air nécessaire par jour est :

$$V_{\text{air}} = 1,5 \times Q_p = 1,5 \times 1,02 \times 3600 \times 24 = 132192 \text{ m}^3 \text{ d'air / j}$$

$$V_{\text{air}} = 132192 \text{ m}^3 \text{ d'air / j}$$

## g) - Calcul de la matière minérale éliminée :

Les matières en suspension contiennent  $30$  % des matières minérales (MM) et  $70$  % des matières volatiles en suspension ( MVS)

Les matières minérales total Mes T =  $0,3 \times 1098 = 329,4$  mg /l

MM =  $1098$  mg/l déterminer après une analyses physico-chimiques et biologiques au niveau du laboratoire de la step .

$$\text{Mes T} = 329,4 \text{ mg /l}$$

Le dessableur éliminée  $70\%$  des matières minérales

MM éliminée =  $0,7 \times \text{Mes T}$

$$= 0,7 \times 329,4 = 230,58 \text{ mg / l}$$

MM éliminée = 230,58 mg/l.

MM restante =  $0,3 \times 329,4 = 98,82$  mg /l.

MM restante = 98,82 mg / l.

**h) - Calcul de la quantité de MES entrantes dans le dessableur:**

$$Q_{MES} = 0,7 \times \text{Mes T} + \text{MM restante} = 0,7 \times (329,4 + 98,82) = 329,4 \text{ mg / l}$$

$$Q_{MES} = 329,4 \text{ mg / l}$$

Le tableau ci dessous représente les caractéristiques du dessableur:

**Tableau IV-4:** Caractéristiques du dessableur.

Caractéristiques	Valeurs
Vitesse d'entraînement des particules $V_d$ (m / s)	0,3
Vitesse de sédimentation $V_p$ (m / h)	60
Type de dessableur : canal statique	-
Nombre de canaux $n$	03
Débit de point $Q_P$ (m <sup>3</sup> /s)	1,02
Temps de séjour $t_s$ (min)	4
Volume total $V_t$ (m <sup>3</sup> )	244.8
Largeur d'un canal $l$ (m)	2
Section transversale humide d'un canal $S_t$ (m <sup>2</sup> )	1,13
Tirant d'eau $T_{eau}$ (m)	0,57
Section horizontale humide d'un canal $S_h$ ( m <sup>2</sup> )	20,4
Longueur d'un canal $L$ (m)	10,2
Volume de sable retenu $W_s$ (m <sup>3</sup> /an)	2150,460
Quantité d'air injecter $V_{air}$ (m <sup>3</sup> d'air /j)	132192
Quantité de MM éliminée (mg /l)	230,58
Quantité de MM restante (mg / l)	98,82
Quantité de MES entrant dans les dessaleurs (mg / l)	329,4

## IV-6-Dimensionnement des lagunes

### IV-6-1- Les lagunes aérées

Le calcul des caractéristiques dimensionnelles des lagunes aérées résulte de la prise en compte des paramètres suivants :

- Charge volumique inférieure ou égale à 65 g DBO / m<sup>3</sup>.j .
- Temps de séjour minimal supérieur ou égal à 5 j .
- Hauteur d'eau comprise entre 2,5 et 4 m

#### IV-6-1-1- Calcul du volume total des eaux usées à l'entrée de la station :

$$65 \text{ DBO}_5 \text{ g} \longrightarrow 1 \text{ m}^3 \cdot \text{j}$$

$$9734327,85 \text{ DBO}_5 \text{ g} \longrightarrow V_T \text{ (m}^3\text{)}$$

$$V_T = \frac{9734327,85 \times 1}{65} = 149758,89 \text{ m}^3$$

$$V_T = 149758,89 \text{ m}^3$$

- **Calcul du volume d'eaux usées dans chaque étage :**

Nous allons concéderons de la répartition de volume dans les étages suivants :

Le premier étage doit contenir + de 40 % , le deuxième étage entre 30% et 40% , l'étage de finition ne doit pas dépasser les 25 % donc on a :

- **le premier étage**  $V_E = 46 \text{ \% } V_T$
- **le deuxième étage**  $V_E = 31 \text{ \% } V_T$
- **le lagunage de finition**  $V_E = 23 \text{ \% } V_T$

a)- pour le 1<sup>er</sup> étage:

$$V_E = V_t \times 0,46 = 149758,89 \times 0,46 = 69053,79 \quad V_E = 69053,79 \text{ m}^3 \quad \text{m}^3$$

b) - pour le 2<sup>eme</sup> étage:

$$V_E = V_t \times 0,31 = 149758,89 \times 0,31 = 46417,68 \quad V_E = 46417,68 \text{ m}^3 \quad \text{m}^3$$

b) - pour le lagunage de finition:

$$V_E = V_T \times 0,23 = 149758,89 \times 0,23 = 34287,42 \text{ m}^3. \quad V_E = 34287,42 \text{ m}^3$$

- Calcul du volume d'eaux usées dans chaque lagune :

➤ 7a) - pour le 1<sup>er</sup> étage: Nombre de lagunes : 3 pièces ( A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub> )

$$V_L = \frac{V_E}{3} = \frac{69053,79}{3} = 23017,93 \text{ m}^3.$$

$$V_L = 23017,93 \text{ m}^3$$

b) - pour le 2<sup>ème</sup> étage: Nombre de lagunes : 3 pièces( B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub> )

$$V_L = \frac{V_E}{3} = \frac{46417,68}{3} = 15472,66 \text{ m}^3.$$

$$V_L = 15472,66 \text{ m}^3$$

#### IV-6-1-2- Calcul du temps de séjour total de la station

Pour le calcul du temps de séjour nous avons utilisé la formule suivante :

$$Q = \frac{V_E}{t_s} \Rightarrow t_s = \frac{V_E}{Q} = \frac{149758,89}{88128} = 1,7 \text{ jours}$$

$$t_s = 1,7 \text{ jours}$$

- Calcul du temps de séjour dans chaque étage :

b)- pour le 1<sup>er</sup> étage :

$$Q = \frac{V_E}{t_s} \Rightarrow t_s = \frac{V_E}{Q} = \frac{69053,79}{88128} = 0,78 \text{ jours}$$

$$t_S = 0,78 \text{ jours} = 18 \text{ heure} \\ \text{et } 43 \text{ minute et } 12 \text{ seconde}$$

b) - pour le 2<sup>ème</sup> étage :

$$Q = \frac{V_E}{t_S} \Rightarrow t_S = \frac{V_E}{Q} = \frac{46417 \cdot 68}{88128} = 1,39 \text{ jours}$$

$$t_S = 0.53 \text{ jours} = 12 \text{ heure} \\ \text{et } 43 \text{ minute et } 12 \text{ seconde}$$

#### IV-6-1-3- Calcul de la surface de chaque lagune

a) - pour le 1<sup>er</sup> étage:

On prend la profondeur du lagune H = 3,5 m .

$$S_{L1} = \frac{V_L}{H} = \frac{23017,93}{3,5} = 19464,76 \text{ m}^2$$

$$S_{L1} = 6576,55 \text{ m}^2 = 0,66 \text{ ha}$$

La surface total dans le premier étage :  $S_{t1} = S_{L1} \times 3 = 6576,55 \times 3 = 19729,65 \text{ m}^2$

$$S_{t1} = 19729,65 \text{ m}^2 = 1,9 \text{ ha}$$

b) - pour le 2<sup>ème</sup> étage

On prend la profondeur du lagune H= 2,9 m

$$S_{L2} = \frac{V_L}{H} = \frac{15472,66}{2,9} = 5335,4 \text{ m}^2$$

$$S_{L2} = 5335,4 \text{ m}^2 = 0,53 \text{ ha}$$

La surface total dans le deuxième étage :

$$S_{t2} = S_{L2} \times 3 = 5335,4 \times 3 = 16006,2 \text{ m}^2.$$

$$S_{t2} = 16006,2 \text{ m}^2 = 1,6 \text{ ha}$$

#### IV-6-1-4 - Calcul de la longueur de chaque lagune

a) - pour le 1<sup>er</sup> étage:

On prend la largeur l = 51,5 m

$$L = \frac{S_E}{l} = \frac{6576,55}{51,5} = 127,7 \text{ m}$$

$$L = 127,7 \text{ m}$$

b) - pour le 2<sup>ème</sup> étage:

On prend la largeur  $l = 51,5 \text{ m}$

$$L = \frac{S_E}{l} = \frac{5335,4}{51,5} = 103,6 \text{ m}$$

$$L = 103,6 \text{ m}$$

Les caractéristiques des lagunes sont présentées dans le tableau suivant:

**Tableau IV-5:** Caractéristiques de lagunes aérées.

Caractéristiques	L'année	2030
Débit de pointe $Q_P$ (m <sup>3</sup> /s)		1.02
Volume total $V_T$ (m <sup>3</sup> )		149758,89
Surface total $S_t$ (ha)		3,5
Temps de séjour total $t_s$ (jour)		1,7
<b>1<sup>er</sup> Etage</b>		/
Temps de séjour de l'étage (j)		0.78
Volume de l'étage $V_E$ (m <sup>3</sup> )		69053,79
Volume de chaque lagune $V_L$ (m <sup>2</sup> )		23017,93
Hauteur d'eau $H$ (m)		3,5
Surface total $S_t$ (m <sup>2</sup> )		19729,65
Surface de chaque lagune $S_L$ (m <sup>2</sup> )		6576,55
Longueur de chaque lagune $L$ (m)		127,7
Largeur de chaque lagune $l$ (m)		51,5
<b>2<sup>ème</sup> Etage</b>		/
Temps de séjour de l'étage (j)		0,53
Volume de l'étage $V_E$ (m <sup>3</sup> )		46417,68
Volume de chaque lagune $V_L$ (ml <sup>3</sup> )		15472,66
Hauteur d'eau $H$ (m)		2,9

Surface total $S_t$ ( m <sup>2</sup> )	16006,2
Surface de chaque lagune $S_L$ ( m <sup>2</sup> )	5335,4
Longueur de chaque lagune $L$ ( m)	103,6
Largeur de chaque lagune $l$ ( m)	51,5

#### IV-6-1-5-Quantité DBO<sub>5</sub> éliminée par jour dans chaque lagune

##### a)- pour le 1<sup>er</sup> étage:

La concentration initiale de DBO<sub>5</sub> à l'entrée des lagunes est égale à 186,1 mg/l et la concentration de DBO<sub>5</sub> à la sortie de la 1<sup>er</sup> lagune est 101,25 mg/l élimination de 60% de la DBO<sub>5</sub>.

$$C_E = C_0 - C_e \dots\dots\dots(32)$$

Avec :

$C_E$  : Concentration de DBO<sub>5</sub> éliminé .

$C_0$  : La concentration initiale de DBO<sub>5</sub> à l'entrée des lagunes.

$C_e$  : La concentration de DBO<sub>5</sub> à la sortie des lagunes .

**A-N** :  $C_E = 253,12 - 101,25 = 151,87$  mg/l

$$C_{ET} = C_E \times Q_P \dots\dots\dots(27)$$

Avec:

$C_{ET}$  : Quantité DBO<sub>5</sub> éliminé par jours .

$C_E$  : Concentration de DBO<sub>5</sub> éliminé .

$Q_P$  : Débit de pointe .

**A-N** :  $C_{ET} = 151,87 \times 1,02 \times 3600 \times 24 \times 10^{-3} = 13384,18$  kg/j

$$C_{ET} = 13384,18 \text{ kg / j}$$

##### b)- pour le 2<sup>eme</sup> étage:

La concentration initiale de DBO<sub>5</sub> à l'entrée des lagunes est égale à 101,25 mg/l et la concentration de DBO<sub>5</sub> à la sortie est 75,94 mg/l élimination de 25% traitement de photosynthèse.

$$C_E = C_0 - C_e$$

**A-N** :  $C_E = 101,25 - 75,94 = 25,31$  mg/l

$$C_{ET} = C_E \times Q_P$$

$$\underline{\text{A-N}} : C_{ET} = 25,31 \times 1,02 \times 3600 \times 24 \times 10^{-3} = 2230,74 \text{ kg/j}$$

$$C_{ET} = 2230,74 \text{ kg / j}$$

#### IV-6-1-6-Calcul de la concentration en boue dans chaque lagune

##### a)- pour le 1<sup>er</sup> étage:

La concentration en boue est déterminée par la formule suivante :

$$X_a = \frac{X_0 + am \times C_E}{1 + S \times t} \dots\dots\dots(28)$$

Avec :

\*  $X_0$  : Concentration en MVS à l'entrée 841,7 mg/l .

\*  $C_E$  : DBO<sub>5</sub> éliminée dans les lagunes =151,87 mg /l .

Pour les eaux d'origines domestiques :

$$* am = 0,57 ; b = 0,28 ; S = \frac{b}{1,42} = 0,2 .$$

\*  $t$  = Temps de séjour dans les lagunes = 0,78 jours.

**A-N :**

$$X_a = \frac{841,7 + 0,57 \times 151,87}{1 + 0,20 \times 0,78} = 803 \text{ mg / l .}$$

$$X_a = 803 \text{ mg / l}$$

##### b) - pour le 2<sup>eme</sup> étage:

On prend le pourcentage d'élimination de MVS du premier étage est 60 %

$$MVS_S = 60 \% MVS_E$$

Où :

\*  $MVS_E$  : Concentration en MVS à l'entrée du premier étage.

\*  $MVS_S$ : Concentration en MVS à la sortie du premier étage.

$$MVS_S = 841,7 \times 0,6 = 505,02 \text{ mg/l}$$

La concentration en MVS à l'entrée du deuxième étage est égale :  $841,7 - 505,02 = 336,68 \text{ mg/l}$ .

$$X_a = \frac{X_0 + am \times C_E}{1 + S \times t}$$

Avec :

\*  $X_0$  : Concentration en MVS à l'entrée 336,68 mg/l .

\*  $C_E$  : DBO<sub>5</sub> éliminée dans les lagunes = 25,31 mg /l .

\*  $t$  = Temps de séjour dans les lagunes = 0,53 jours.

**A-N:**

$$X_a = \frac{336,68 + 0,57 \times 25,31}{1 + 0,20 \times 0,53} = 317,46 \text{ mg / l } \text{ mg / l}$$

$$X_a = 317,46 \text{ mg / l}$$

#### IV-6-1-7- Les besoins en oxygène dans chaque lagune

a) - pour le 1<sup>er</sup> étage:

On peut déterminer le besoin en oxygène par la formule suivante :

$$q_{O_2} = (a \times C_E \times Q) + (b \times X_a \times V) \dots\dots\dots(29)$$

Avec :

\*  $Q$  : Débit de pointe = 1,02 m<sup>3</sup> /s

\*  $V$  : Volume des lagunes = 23017,93 m<sup>3</sup>.

\*  $C_E$  : La concentration de la DBO<sub>5</sub> éliminée = 0,152 g/l

\*  $X_a$  : La concentration en boue = 0,803 g/l

\*  $a$  : Coefficient représentant l'oxygène consommé à des fins énergétiques par unité de DBO éliminée ;  $0,5 < a < 1,5$  kg d' O<sub>2</sub> / kg DBO

\*

**A-N :**

$$q_{O_2} = (1,5 \times 0,152 \times 88128) + (0,28 \times 0,803 \times 23017,93)$$

$$q_{O_2} = 25268,54 \text{ kg O}_2 / \text{j}$$

le nombre des aérateurs nécessaire pour oxygénation de lagune est 8 aérateurs pour chaque lagune.

$$q_{O_2} = \frac{25268,54}{8} = 3158,57 \text{ kg O}_2 / \text{j}$$

$$q_{O_2} = 131,61 \text{ kg O}_2 / \text{h}$$

**b) - pour le 2<sup>ème</sup> étage:**

On peut déterminer le besoin en oxygène par la formule suivante:

$$q_{O_2} = (a \times C_E \times Q) + (b \times X_a \times V)$$

Avec :

- \* **Q** : Débit de pointe = 1,02 m<sup>3</sup>/s
- \* **V** : Volume des lagunes = 5335,4 m<sup>3</sup>.
- \* **C<sub>E</sub>** : La concentration de la DBO<sub>5</sub> éliminée = 0,0253 g/l
- \* **X<sub>a</sub>** : La concentration en boue = 0,317 g/l.
- \* **a** : Coefficient représentant l'oxygène consommé à des fins énergétiques par unité de DBO éliminée ; 0,5 < a < 1,5 kg d'O<sub>2</sub> / kg DBO

**A-N :**

$$q_{O_2} = (1,5 \times 0,0253 \times 88128) + (0,28 \times 0,317 \times 5335,4)$$

$$q_{O_2} = 3818,03 \text{ kg O}_2 / \text{j}$$

le nombre des aérateurs nécessaire pour oxygénation des lagunes est 03 aérateurs pour chaque lagune .

$$q_{O_2} = \frac{3818,03}{3} = 1272,68 \text{ kg O}_2 / \text{j}$$

$$q_{O_2} = 53,03 \text{ kg O}_2 / \text{h}$$

**IV-6-1-8-Puissance de l'aérateur dans chaque lagune**

Si on considère que l'apport spécifique d' O<sub>2</sub> à vitesse lente est de 1,5 kg O<sub>2</sub> par KWh.

**a)- pour le 1<sup>er</sup> étage:**

On utilise de la formule suivante:

$$P(KWh) = \frac{q_{O_2}}{1,5} \dots\dots\dots(30)$$

$$P_E(KWh) = \frac{131,61}{1,5} = 87,74 \text{ KWh.}$$

$$P_E \text{ (KWh)} = 87,74 \text{ KWh}$$

b) - pour le 2<sup>ème</sup> étage:

$$P_E \text{ (KWh)} = \frac{53,03}{1,5} = 35,35 \text{ KWh.}$$

$$P_E \text{ (KWh)} = 35,35 \text{ KWh}$$

Le tableau ci-dessous représente les caractéristiques suivants :

**Tableau IV-6:** Caractéristiques de quantité de DBO<sub>5</sub> éliminé et puissance d'aérateur des lagunes.

L'année	2030
<b>Caractéristiques</b>	
<b>Pour le 1<sup>er</sup> étage</b>	
Quantité de DBO <sub>5</sub> éliminé CET ( kg / j)	13384,18
Concentration en boue X a (mg / l)	803
Quantité d'O <sub>2</sub> q <sub>02</sub> (kg O <sub>2</sub> / h)	131,61
Nombre d'aérateur Total n (KWh)	24
Puissance de l'aérateur P (KWh)	87,74
<b>Pour le 2<sup>ème</sup> étage</b>	
Quantité de DBO <sub>5</sub> éliminé CET (kg / j)	2230,74
Concentration en boue X a ( mg / l)	317,46
Quantité d'O <sub>2</sub> q <sub>02</sub> (kg O <sub>2</sub> / h)	53,03
Nombre des aérateurs n	09
Puissance de l'aérateur P (KWh)	35,35

IV-6-2-Le lagunage de finition( F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> , F<sub>3</sub> ) :

IV-6-2-1-Calcul du volume total des eaux usées de chaque étage :

$$V_E = V_T \times 0,23 = 149758,89 \times 0,23 = 34287,42 \text{ m}^3$$

$$V_E = 34287,42 \text{ m}^3$$

**IV-6-2-2- Calcul du volume des eaux usées de chaque lagune :**

$$V_L = \frac{V_E}{3} = \frac{34287,42}{3} = 11429,14 \text{ m}^3.$$

$$V_L = 11429,14 \text{ m}^3$$

**IV-6-2-3-Calcul du temps de séjour de chaque étage :**

$$Q = \frac{V_E}{t_S} \Rightarrow t_S = \frac{V_E}{Q} = \frac{34287,42}{119232} = 0,29 \text{ jours}$$

$$t_S = 0,29 \text{ jours} = 6 \text{ heure et } 57 \text{ minute et } 36 \text{ seconde}$$

**IV-6-2-4-Calcul de la surface de chaque lagune:**

On prend la profondeur  $H = 1,5 \text{ m}$ .

$$S_L = \frac{V_L}{H} = \frac{11429,14}{1,5} = 7619,425 \text{ m}^2$$

$$S_L = 7619,425 \text{ m}^2 = 0,76 \text{ ha}$$

La surface totale dans le lagunage de finition  $S_t = S \times 3 = 7619,425 \times 3 = 22858,275 \text{ m}^2$

$$S_t = 22858,275 \text{ m}^2 = 2,28 \text{ ha}$$

**IV-6-3-Calcul de la longueur de chaque lagune:**

On prend la largeur  $l = 51,5 \text{ m}$

$$L = \frac{S}{l} = \frac{7619,425}{51,5} = 147,95 \text{ m}$$

$$L = 147,95 \text{ m}$$

Les caractéristiques des lagunes de finition sont présentées dans le tableau suivant:

Tableau IV-7: Caractéristiques du lagunage de finition .

L'année	2030
<b>Caractéristiques</b>	
Volume total de l'étage (m <sup>3</sup> )	139576
Temps de séjour de lagune ts (jour)	1,2
Volume de chaque lagune VL (m <sup>3</sup> )	11429,14
Hauteur d'eau H (m)	1,5
Surface total St (m <sup>2</sup> )	22858,275
Surface de chaque lagune SL (m <sup>2</sup> )	7619,425
Longueur de chaque lagune L (m)	147,95
Largeur de chaque lagune l (m)	51,5

#### IV-7-Dimensionnement du lit de séchage

Le calcul des surfaces des lits de séchage résulte de la prise en compte des paramètres suivants :

- Production de boues : 70 l/EH/an.
- Siccité des boues : 10% en fond de bassin 8% à l'extraction
- L'épaisseur maximale de boues épandues sur les lits : 80 cm.

##### IV-7-1 -Calcul du volume de boue :

$$70 \text{ l} \longrightarrow 1 \text{ H}$$

$$V_b (1) \longrightarrow 179205 \text{ H}$$

$$V_b = \frac{179205 \times 70}{1000} = 12384 \text{ m}^3$$

$$V_b = 12384 \text{ m}^3$$

**a) - Calcul de la surface totale des lits de séchage :**

L'épaisseur maximale de boues épandues sur les lits : 80 cm. (H = 0,8 m).

$$S_t = \frac{V_b}{H} = \frac{12384}{0,8} = 15480 \text{ m}^2$$

$$S_t = 15480 \text{ m}^2$$

**b)- Calcul de la surface de chaque bassin :**

Il existant dans la station d'épuration 10 Bassins

Donc la surface de chaque bassin :

$$S_b = \frac{S_t}{10} = \frac{15480}{10} = 1548 \text{ m}^2$$

$$S_b = 1548 \text{ m}^2$$

**c) Volume de chaque bassin :**

$$V_b = L \times l \times H = 33 \times 48 \times 0,8 = 1267,2 \text{ (m}^3\text{)}$$

**d) - Calcul de la longueur du bassin:**

On prend la largeur  $l = 33 \text{ m}$

$$L = \frac{S_b}{l} = \frac{1584}{33} = 48 \text{ m}$$

$$L = 48 \text{ m}$$

Les caractéristiques des lits de séchage sont présentées dans le tableau suivant:

**Tableau IV-8:** Caractéristiques du lits de séchage .

L'année	2030
Caractéristiques	
Débit de pointe (m <sup>3</sup> /s)	1.38
Volume de boue V <sub>b</sub> (m <sup>3</sup> )	12384
Volume de chaque bassin V <sub>b</sub> (m <sup>3</sup> )	1267,2
L'épaisseur des boues H (m)	0,8

<b>Surface total <math>S_t</math> (m<sup>2</sup>)</b>	<b>15480</b>
<b>Surface de chaque bassin <math>S_b</math> (m<sup>2</sup>)</b>	<b>1548</b>
<b>Longueur de chaque bassin <math>L</math> (m)</b>	<b>48</b>
<b>Largeur de chaque bassin <math>l</math> (m)</b>	<b>33</b>
<b>Nombre des bassins</b>	<b>10</b>

#### IV-8-Ouvrages hydrauliques :

##### IV-8-1-Dispositifs de comptage des débits

Le comptage des débits est prévu en entrée et en sortie de station d'épuration.

La mesure de débit en entrée de la station est réalisée à partir d'un canal venturi associé à une sonde ultrason de mesure de la hauteur d'eau en amont.

La mesure de débit en sortie de la station sera réalisée à partir d'un débitmètre électromagnétique placé sur la conduite de refoulement du poste de relevage des eaux épurées .

##### IV-8-2-Répartiteurs de débit

Les répartiteurs de débits prévus sont au nombre de trois. Ils sont disposés :

- en tête de la station en aval des ouvrages de prétraitement (RP1).
- entre l'étage aéré 1 et l'étage aéré 2 (RP2).
- entre l'étage aéré 2 et l'étage de finition (RP3).

Ils permettent de répartir les eaux usées entre les lagunes de chaque étage.

Cette répartition est assurée par des seuils déversant identiques, munis de batardeaux pour pouvoir au besoin mettre une lagune quelconque hors service.

Les répartiteurs sont munis d'une chicane permettant de stabiliser l'écoulement à l'approche des seuils assurant ainsi un fonctionnement correct en déversoir.

A l'aval de chaque seuil, la collecte et l'acheminement des eaux vers la lagune correspondante sont assurés par une conduite.

##### IV-8-3-Ouvrages d'entrée dans les lagunes

A l'entrée de chaque lagune, un ouvrage, utilisé comme support au débouché des conduites d'alimentation dans la tranche d'eau voulue, est prévu pour l'arrivée des effluents. Cet ouvrage est

constitué par une conduite protégée par un masque en béton implanté dans le talus interne des lagunes.

Une pente de 0.005 m/m a été donnée à cette conduite pour qu'elle puisse se vider pendant la mise hors service de la lagune.

#### **IV-8-4-Ouvrages de sortie des lagunes**

A la sortie de chaque lagune, la restitution des eaux s'opère par déversement au dessus d'un seuil déversant permettant de garder un niveau constant dans la lagune. Une cloison siphonée installée en face du seuil évite que les flottants ne partent avec les eaux. Le seuil est réglable en hauteur à l'aide de rehausses ce qui permet de maintenir le niveau de l'eau voulu dans les lagunes.

#### **IV-9-Matériel de curage des lagunes:**

La station d'épuration sera équipée de l'ensemble du matériel destiné au curage des boues en fond de bassins.

Cet ensemble comprend un groupe de pompage des boues en fond de bassin vers les lits de séchage constitué des éléments suivants :

- un dispositif de curage en fond de bassin.
- une barge flottante en aluminium supportant un compresseur.
- une pompe à membrane d'un débit unitaire de 12 l/s.
- les moyens de guidage du dispositif de curage sur l'ensemble du fond des bassins.
- un lot de tuyaux à assemblage rapide.

#### **V-10-Conclusion :**

Dans ce chapitre, nous avons tenté de dimensionner les différents ouvrages concernant le traitement biologique, nous avons déterminé la méthode de dimensionnement.

Le lagunage aéré, sera impérativement suivi par un étage de finition le dernier ouvrage de la station est bien l'ouvrage de sortie et d'entrée dans le but est de contrôler le débit entré à la station ou le débit sortie et se ci qui va vers la station de relevage qui refoules l'eau épuré vers chat halouf les milieux récepteur de ces eaux.

# **CHAPITRE V :**

## **Calcul Hydraulique**

**V-1- Introduction :**

Ces calculs auront pour le dimensionnement des différentes conduites de rejet, conduites reliant les ouvrages et les cotes de radier des différents ouvrages pour assurer le bon fonctionnement de la station de point de vue hydraulique.

**V-2-Dimensionnement de la conduite By-pass :**

Cette conduite est appelée à véhiculer un débit de  $Q_p = 1.02 \text{ m}^3/\text{s}$  sous une pente de 2% et elle devra intervenir lors d'un danger sur la station, et l'eau est dirigée directement vers la station de relevage.

$$Q_{pte} = 1,02 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$I = 2 \%$$

D'après l'abaque de Bazin logiciel de calcul de réseau d'assainissement :

$$D=679 \text{ mm}$$

$$D_s = 800 \text{ mm}$$

$$Q_{ps} = 1,49 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_{ps} = 2,96 \text{ m/s}$$

Et d'après l'autre abaque (02)

$$R_Q = 0,685; \quad R_H = 0,6; \quad R_V = 1.07$$

**V-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 appelée (ligne piézométrique).

### V-3-1-Cotes moyennes du terrain naturel des ouvrages :

**Tableau V-1** : Cotes moyenne radier des différents ouvrages de la station

Désignation des ouvrages	Côtes du terrain naturel (m)
Canal d'amenée	66
Dégrilleur	66
Dessableur-deshuilleur	65,8
Répartiteur de débit 1	66,8
1 <sup>er</sup> étage	61,97
Répartiteur de débit 2 étage	65,47
2 <sup>em</sup> étage	62,57
Répartiteur de débit étage de finition	65,47
étage de finition	63,97
Conduite vers la station de relevage	65,47
Station de relevage	60

### V-3-2-Calcul des pertes de charges, diamètre et la longueur des conduites reliant les ouvrages de la station d'épuration :

Nous avons choisi le PEHD, comme matériau qui présente aussi une bonne caractéristique de point de vue dureté, étanchéité et résistance à la corrosion et faible rugosité.

L'expression de perte de charge est exprimée par la formule de Darcy Weisbach :

$$\Delta H_T = \frac{K * L * Q^s}{D^m} = C_{pA} - C_{pB}$$

Avec :

- ✓ K : coefficient de perte de charge
- ✓ Q : débit en m<sup>3</sup>/s ;(Q=1,02m<sup>3</sup>/s )
- ✓ L : longueur de la conduite
- ✓ D : diamètre de la conduite
- ✓ β : coefficient dépendant du régime d'écoulement
- ✓ m : coefficient dépendant du type de matériau de la conduite
- ✓ C<sub>pA</sub> : Côte du plan d'eau au point A
- ✓ C<sub>pB</sub> : Côte du plan d'eau au point B

Tableau V-2: Les valeurs de K, m et  $n$  :

Tuyau	K	m	n
Acier	0,00179 à 0,001735	5,1 à 5,3	1,9 à 2
Fonte	0,00179 à 0,001735	5,1 à 5,3	1,9 à 2
Amiante ciment	0,00118	4,89	1,85
Plastique	0,001052	4,774	1,77

Pour le PEHD, on a :

- ✓  $K=0,001052$
- ✓  $m=4,774$
- ✓  $n=1,77$

**Diamètre :**

$$D = \sqrt[m]{\frac{K * L * Q^s}{(C_{PA} - C_{PB})}} \dots\dots\dots(31)$$

### V-3-3-Calcul des longueurs des conduites reliant les ouvrages :

Pour les calculs des longueurs ; ils utilisent les longueurs équivalentes pour tenir compte des pertes de charges singulières.

$$L_{\text{éq}} = 1,15. L_{\text{réelle}} \dots\dots\dots(32)$$

Dans notre cas on a des distances faibles donc on néglige les pertes de charges singulières c'est à dire on prend les longueurs réelles.

Les distances sont présentées dans le tableau suivant :

**Tableau V-3 : Longueurs des conduites entre les ouvrages de la STEP**

Ouvrages	Longueurs réelle (m)
CANAL - Dégrilleur (canal d'amener)	3
Dégrilleur – Dessableur-Deshuilleur	2,5
Dessabler–Déshuileur – 1 <sup>er</sup> Etage	16
1 <sup>er</sup> Etage – 2 <sup>em</sup> Etage	35,73
2 <sup>em</sup> Etage – Etage de finition	30,61
Etage de finition – station de relevage	42

**V-3-4-Calculs des cotes piézométriques des différents ouvrages :**

On calcule les cotes piézométriques d'après l'équation de Bernoulli donnée par :

$$P_1/W + V_1^2/2g + Z_1 = P_2/W + V_2^2/2g + Z_2 + H_{1-2}$$

Ñ  $P_1/W$  et  $P_2/W$  : énergie de pression dans les sections (1) et (2).

Ñ  $V_1/2g$  et  $V_2/2g$  : énergies cinétiques en (1) et (2).

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

Ñ  $H_{1-2}$  : pertes de charges dans le tronçon (1-2).

La variation de vitesse est très faible, donc les énergies cinétiques peuvent être éliminées il vient :

$$P_1/W + Z_1 = P_2/W + Z_2 + H_{1-2}$$

On pose :  $P_1/W = H_1$  et  $P_2/W = H_2$

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

$Cp_1 = H_1 + Z_1$  : cote piézométrique au point (1).

$Cp_2 = H_2 + Z_2$  : cote piézométrique au point (2).

$Cp_1' = Cp_2 + H_{1-2}$

**V-3-5-Calcul des diamètres des conduites reliant les ouvrages et les cotes piézométriques****Conduite dégrilleur -désableur :**

On a :

- Côte du radier du dégrilleur : 66 m ;
- Hauteur d'eau : 0,8m
- D'où :  $C_{PA}=66,8$  m
- Côte du radier du déssableur-déshuileur : 65,5 m ;
- Hauteur d'eau : 1. m
- D'où :  $C_{PB}:66,9$
- $L=2,5$ m

**Diamètre :**

$$D = \sqrt[m]{\frac{K * L * Q^S}{(C_{PA} - C_{PB})}} \Rightarrow D = \frac{4.774 \sqrt[0.001052 * 2.5 * 1.02^{1.77}]}{6.66,9 - 66,87} = 0.47\text{m}$$

$$D_c = 470 \text{ mm} \Rightarrow D_n = 600 \text{ mm}$$

**Cote piézométrique**

$$D'où \text{ on aura : } C_{PB}' = C_{PA} - \frac{K * L * Q^S}{D^m} \Rightarrow C_{PB}' = 66,77 \text{ m}$$

**Conduite Dessabler–Déshuileur – 1<sup>er</sup> Etage :**

- $C_{PA}'=66,77$  m
- Côte du radier du 1er Etage (B) : 61,97m ;
- Hauteur d'eau : 2,2m
- D'où :  $C_{PB}:64,17$
- $L= 16$  m

**Diamètre :**

$$D = \sqrt[m]{\frac{K * L * Q^S}{(C_{PA} - C_{PB})}} \Rightarrow D = \frac{4.774 \sqrt[0.001052 * 16 * 1.02^{1.77}]}{64,17 - 63,97} = 0.599\text{m}$$

$$D_c = 599\text{mm} \Rightarrow D_n = 600\text{mm}$$

**Cote piézométrique**

$$D'ou\ on\ aura : C_{PB}' = C_{PB}' - \frac{K * L * Q^S}{D^m} \Rightarrow C_{PB}' = 64,17\ m$$

### Conduite 1<sup>er</sup> Etage – 2<sup>em</sup> Etage :

- $C_{PA}' = 64,17\ m$
- Côte du radier du 2<sup>em</sup> Etage : 62,57 m ;
- Hauteur d'eau : 2 m
- D'où :  $C_{PB} = 64,57$
- $L = 35,73\ m$

#### Diamètre :

0.03854

$$D = \sqrt[m]{\frac{K * L * Q^S}{(C_{PA} - C_{PB})}} \Rightarrow D = \sqrt[4.774]{\frac{0,001052 * 35,37 * 1,02^{1.77}}{64,57 - 64,17}} = 0.613\ m$$

$$D_c = 613\ mm \Rightarrow D_n = 600\ mm$$

#### Cote piézométrique :

$$D'ou\ on\ aura : C_{PB}' = C_{PA}' - \frac{K * L * Q^S}{D^m} \Rightarrow C_{PB}' = 64,57\ m$$

### Conduite 2<sup>em</sup> Etage – Etage de finition :

- $C_{PA}' = 64,57\ m$
- Côte du radier du bassin de désinfection(B) : 63,87 m ;
- Hauteur d'eau : 1,1 m
- D'où :  $C_{PB} : 64,97$
- $L = 30,61\ m$

#### Diamètre :

$$D = \sqrt[m]{\frac{K * L * Q^S}{(C_{PA} - C_{PB})}} \Rightarrow D = \sqrt[4.774]{\frac{0,001052 * 30,6 * 1,02^{1.77}}{64,97 - 64,57}} = 0.595\ m$$

$$D_c = 595\ mm \Rightarrow D_n = 600\ mm$$

**Cote piézométrique :**

$$\text{D'où on aura : } C_{PB}' = C_{PA}' - \frac{K * L * Q^S}{D^m} \Rightarrow \quad \mathbf{C_{PB}'=64,97m}$$

**Conduite étage de finition – station de relevage:**

- $C_{PA}'=64,97m$
- Côte du radier de la station de relevage (B) :60 m ;
- Hauteur d'eau : 0.6 m
- D'où :  $C_{PB}:19.5$
- $L=33$  m

**Diamètre :**

$$D = \sqrt[m]{\frac{K * L * Q^S}{(C_{PA}' - C_{PB})}} \Rightarrow D = \sqrt[4.774]{\frac{0,001052 * 33 * 0,71^{1,77}}{19,85 - 19,5}} = 0.540m$$

$$D_c=540 \text{ mm} \Rightarrow \mathbf{D_n=600mm}$$

**Cote piézométrique:**

$$\text{D'où on aura : } C_{PB}' = C_{PA}' - \frac{K * L * Q^S}{D^m} \Rightarrow \quad \mathbf{C_{PB}'=19.63m}$$

#### **V-4- Conclusion :**

Dans ce chapitre, nous avons lente de dimensionner les déférents conduites entre le dessableur et le déshuileur et le 1<sup>er</sup> étage de traitement et le 2em étage de traitement et l'étage de finition.

On a dimensionné aussi une conduite de By-pass en cas de danger dans la station d'épuration le rejet se fait directement vers la station de relevage en suit vers chat halouf les milieux récepteur.

# **CHAPITRE VI :**

## **Gestion et exploitation de la station d'épuration**

**VI-1-Introduction**

La lutte contre la pollution ne se limite pas à envisager la construction d'une station d'épuration. Une fois la station est en place, il faut la faire fonctionner avec le maximum d'efficacité.

Mais le mauvais fonctionnement d'une station peut avoir plusieurs causes. La cause essentielle est sans aucun doute la mauvaise exploitation et le manque d'entretien.

Il est nécessaire de créer dès le début des équipes de techniciens ayant pour mission de visiter régulièrement les ouvrages et de porter sur leur fonctionnement un diagnostic. Au cours de ces visites, tous les ouvrages du traitement seront examinés, leur rendement sera estimé et les possibilités d'amélioration seront étudiées.

Le nombre de visites nécessaires au bon suivi d'une station a été estimé à 04 par an, soit une visite trimestrielle.

**VI-2-base de vie**

Une base de vie est nécessaire au niveau de la step qui contient des bureau pour la direction de la step et un dortoir pour les travailleurs ; cabinet sanitaire ; restaurant pour une bonne gestion de la step.

**VI-3-Le bâtiment technique de la step :**

L'automatisme d'une STEP est une nécessité, sa première fonction est de supprimer des tâches répétitives pour l'opérateur par exemple en installant des actionneurs, en mortaisant certains éléments de manœuvre.

Elle vise également à améliorer la qualité du traitement par les mesures et les régulations mises en œuvre sur le processus tout en accroissant la fiabilité et la sûreté du fonctionnement par la mise en place d'équipements permettant à l'installation de fonctionner en cas de panne d'un organe couplé à un stockage d'information. Elle permet des études statiques des données recueillies afin d'optimiser les traitements.

Elle est sans conteste une aide appréciable à la surveillance.

**VI-4-Mesures et contrôles effectués au niveau de la station d'épuration :**

L'exploitant doit effectuer un certain nombre de mesures et contrôles entrant dans le cadre de l'exploitation et la gestion de la station, dont les principaux sont :

Mesure de débit

Mesure de pH et de la température

- ✓ La mesure de pH doit être faite à l'entrée de la station, afin de prendre toutes les dispositions nécessaires pour le déroulement des traitements sensibles à ce paramètre.
- ✓ Pour maintenir la température optimum de bon fonctionnement de certains ouvrages de traitement (dégraisseur, bassin d'aération), la mesure de la température est très recommandée.
- ✓ Mesure de la demande chimique en oxygène (DCO)
- ✓ Mesure de la demande biologique en oxygène (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
- ✓ En fonction des résultats de ces mesures, on fait varier le débit de recirculation, la durée d'aération et le débit de boues en excès jusqu'à savoir une valeur optimale de 4g MVS/L

**VI-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 en :

- ✓ faut Veiller donc au maintien en parfait de l'état de l'ensemble de la station en nettoyant les rigoles, caniveau, 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 portées sur l'étanchéité, la défection des fissures, les ruptures des joints de dilatation.
- ✓ Il faut lubrifier et graisser, une Vidange une fois par an 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.
- ✓ Pour les équipements immergés, une vidange une fois par ans des ouvrages ou ils sont disposés est nécessaire pour leur entretien

Ce que nous menons à exiger une attention distinctive afin d'assurer de façon continue l'épuration conforme des effluents. Elle doit s'exercer à plusieurs niveaux.

#### **VI-4-1-1-Contrôle journaliers**

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:

- Test de décantation et de la turbidité;
- Odeurs;
- Couleurs des boues.

Le manque d'oxygène se fait sentir par une odeur désagréable, et une couleur de boue grise noire, on peut dire que c'est un indice optique et odorant.

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.

#### **VI-4-1-2-Contrôles périodiques**

Le but essentiel de ces contrôles est d'attribuer aux résultats détenus préalablement des solutions faibles et d'apporter au maître de l'ouvrage les conseils nécessaires à une bonne exploitation en proposant toutes les améliorations ou rectification qui s'impose.

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 et déterminer (la décantation, 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 vraie 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 24 heures à partir de prélèvement d'échantillons moyens représentatifs (mesure des débits et des différents paramètres de pollution: DBO, DCO, MES, N, phosphates,...).
  - ✓ Des analyses sur l'effluent épuré qui pourront s'effectuer à partir de prélèvement effectués toutes les heures, Visant à déterminer les mêmes paramètres en fonction du débit.

#### **VI-5-Mesures de paramètres de fonctionnement de la station :**

Elle s'effectue au niveau du laboratoire de la step :

##### **VI-5-1-Mesure de la turbidité**

La turbidité des effluents est généralement très élevée, mais pour une eau bien épurée la turbidité est moins élevée.

Dans le domaine de l'exploitation des stations d'épuration, la méthode de (SECH) est très largement utilisée. Cette méthode consiste à plonger un disque blanc circulaire de 50 cm de diamètre, a son centre une tige métallique rigide d'une longueur de 2 à 3 m est fixée, jusqu'à ce qu'il semble disparaître à la Vue, on repère le niveau d'immersion  $h_i$ ; la qualité de l'eau est:

- Mauvaise si:  $h_i < 20$  cm.
- -Bonne si :  $h_i = 50$  cm.
- Très bonne si :  $h_i > 60$  cm.

##### **VI-5-2-Mesure de la teneur en oxygène dissous**

La mesure de la teneur en oxygène dissous est réalisée à l'aide d'une sonde palatographie (sonde à oxygène) dans le bassin d'activation 15 mn après la mise en route des systèmes d'aération.

Le but de cette opération est de:

- Mesurer une concentration moyenne en oxygène dissous compris entre 0,5 et 2 mg/l
- Suivre l'évolution de la teneur en oxygène dissous après l'arrêt des dispositifs d'aération.

### **VI-5-3-Mesure du pH et de la température**

La mesure du pH est indispensable et cela pour connaître le degré d'alcalinité et d'acidité du milieu. Cette mesure du pH doit être faite à l'entrée de la station et cela pour prendre toutes les mesures pour le bon fonctionnement des ouvrages.

Pour maintenir la température nécessaire aux bactéries et surtout durant la période froide la mesure de la température est très recommandée.

### **VI-6-Entretien des ouvrages**

#### **VI-6-1-Le dégrilleur**

Les déchets seront évacués quotidiennement afin d'assurer le bon fonctionnement électromécanique de l'installation.

#### **VI-6-2-Déssableur**

- Maintenir quotidiennement le poste en état de propreté;
- 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 h/24 h le pont roulant et l'insufflation d'air.

#### **VI-6-3-Bassin d'aération**

- Contrôler et intervenir chaque jour pour tous les équipements d'aération fonctionnent convenablement;
- Vérifier et entretenir les procédures automatiques de démarrage et d'arrêt des aérateurs;
- Noter les paramètres de fonctionnement (débit et oxygène);

- Mesurer et noter quotidiennement la charge en DBO entrante, et la concentration des boues dans le bassin.

#### VI-6-4-Lit de séchage

- Préalablement à l'épandage des boues liquides, le lit de sable devra être soigneusement dés herbé et ratissé afin de detasser 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, une couche superficielle est renouvelée par un sable propre;
- Tous les deux ans, il faut changer les lits de séchage (les lits seront refait complètement et 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.

#### VI-7-Hygiène et sécurité dans le travail

L'hygiène et la sécurité dans la station d'épuration sont deux paramètres complémentaires indispensables lors de l'exploitation de la station du fait qu'ils influent d'une manière directe sur le fonctionnement et sur le rendement de la station.

Compte tenu des dangers que présente la circulation d'effluent où se développent de grandes quantités de virus et de bacilles, les risques pour le personnel doivent être limités par de sincères précautions sur le plan de l'hygiène et de la sécurité.

##### VI-7-1-Sur le plan de l'hygiène

###### a). Risques fréquents

- Les coupures et les écorchures

La mauvaise manipulation d'un outil ou l'emploi d'un outil inapproprié peut occasionner des coupures ou écorchures; les plaies ouvertes exigent une désinfection immédiate et un pansement adéquat afin d'éviter l'infection.

Les risques d'infection

Ils proviennent surtout du contact possible avec les eaux usées, les boues ou les dispositifs souillés par ces eaux.

Les principales infections transmises par les eaux usées sont : le tétanos, la fièvre, typhoïde, la dystérie, dairhée, poliomyélite,...

### **b) Risques spécifiques**

-les risques liés aux réactifs solides et liquides

Dans les stations d'épuration, on utilise des réactifs fortement acides, alcalins ou oxydants susceptibles de provoquer de graves dégâts corporels chez l'exploitant. Il convient de se protéger contre tout contact par l'emploi de vêtements appropriés, de gants et de lunettes protectrices.

### **c) Dispositions à prendre**

Les précautions préventives consistent à prendre un certain nombre de mesures à savoir:

Imposer au personnel les vaccinations diverse (diphthérie, tétanos, BCG, polymélite) et au mois deux visites médicales par an.

Désinfection immédiate et à la protection des plaies, coupures, brûlures.

Après une intervention quelconque sur des appareils de traitement des eaux usées, se laver les mains et les autres parties du corps exposées.

Lavage fréquent des vêtements de travail.

Un local pour que le personnel puisse se laver et s'échanger (au moins un lavabo) et une pharmacie comportant des produits pharmaceutiques.

Des articles de prendre en cas de blessure, d'égratignure ou de brûlure.

### **VI -7-2- Sur le plan de la sécurité**

Les prescriptions réglementaires sur la protection de travail doivent être appliquées à la lettre et même renforcées et appuyées sur les mesures constructives indispensables; cela pour écarter un certain nombre de risques.

**a) Risques de circulation**

Les chutes comptent parmi les accidents les plus fréquents. Elles sont dues à l'absence de balustrades, l'étroitesse des abords des bassins, la présence de boue ou d'eau sur le sol et les équipements, l'éclairage insuffisant, la négligence au mauvais entretien et des vibrations.

**b) Risques mécaniques**

Les risques mécaniques résultent du contact avec les organes en mouvement tels que l'arbre de transmission, la chaîne de transmission, de cisaillement, de coupures de chocs ou de chute d'objets lourds sur le corps. Un tel handicap peut être évité par la mise en place d'écrans ou de protection fixes ou mobiles, ou par le port de chaussures de protection.

**c) Risques d'incendie et d'explosion**

La défaillance simultanée de l'ensemble des dispositifs de protection électrique pourra entraîner l'apparition du feu.

La plupart des appareils tournants dans les stations d'épuration sont entraînés par moteur électrique et les tensions employées sont souvent très élevées, si bien que toute action mettant en jeu un opérateur non qualifié pourra provoquer une déflagration. Pour éviter de tels risques :

Il faut prescrire l'emploi d'échelles en métal autour des installations électriques.

Il faut qu'avant tout travail de répartition, interrompre le circuit électrique et toute répartition de dispositifs électrique ne doit être effectuée que par un électricien qualifié.

Les extincteurs chimiques en bon état de fonctionnement doivent être placés aux endroits sensibles ainsi que les boyaux d'arrosage sous pression.

Parmi les dispositions à prendre, nous citerons essentiellement :

L'éclairage suffisant de tout ouvrage et de tout point des locaux d'exploitation par des sources de lumière artificielle offrant un niveau d'éclairement adéquat; l'éclairage normal se situant entre 30 et 100 lux.

Le son et les vibrations dans la STEP sont à redouter et sont susceptibles de causer des nuisances. Les moteurs à forte sonorité devront être munis des isolateurs sonores et toute intervention devra être subordonnée par le port des masques antibruit. La sonorité admissible dans la STEP représente 120dB en comparaison à un atelier de mécanique.

Les vibrations ressenties dans la STEP se localisent surtout au niveau du bassin d'aération par la mise en marche des aérateurs de surface. Là aussi il doit être prévu des gardes corps au risque de chute dans le bassin. Les vibrations admissibles accusent une fréquence de 20 Hz.

Enfin, dans les consignes données par écrit au personnel pour l'entretien, les précautions de sécurité doivent être explicitées, en particulier le danger des gaz et de l'électricité en milieu humide ou gazeux.

Ces précautions doivent être renforcées en période de gel où s'accroissent les risques de chute.

### **VI-8-Disposition générale**

Le préposé à l'exploitation d'une station de traitement a la responsabilité d'assurer à son personnel un milieu de travail sûr et salubre. Parmi les moyens à caractère général qu'il doit prendre, il convient de signaler les suivants :

- ✓ Conserver un dossier précis et complet sur chaque accident de travail;
- ✓ Assurer la disponibilité et le bon ordre de tous les dispositifs de protection jugés nécessaires à la sécurité y compris les trousseaux de premiers soins;
- ✓ Maintenir en évidence les numéros de téléphone de divers services d'urgence.
- ✓ Se familiariser avec la réglementation gouvernementale portant sur la sécurité en milieu de travail;
- ✓ Voir à la formation de tous les membres du personnel en ce qui concerne la sécurité;
- ✓ Mettre au point en ce qui concerne l'exploitation et l'entretien des modes opératoires tenant compte de la sécurité, promulguer des règles à suivre et Veiller à leur respect;
- ✓ Encourager le personnel à suivre des cours de secourisme;
- ✓ Veiller à l'entretien ménager et bon ordre. .

### **VI-9-les normes de rejet**

Selon le décret N° 39 .160 ,10/07/1993 Valeurs limites maximales du paramètre de rejet de l'installation de déversement industriel :

Tableau VI-1 : Norme de rejet

Paramètres	Unités	Valeurs maximales
Température	C°	30
PH	-	5,5 à 8,5
MES	mg/l	30
DBO <sub>5</sub>	mg/l	40
DCO	mg/l	120
Azote	mg/l	40
Phosphates	mg/l	02
Cyanures	mg/l	0.1
Aluminium	mg/l	05
Chrome 3	mg/l	0.2
Chrome 6+	mg/l	3.
Fer	mg/l	0.1
Manganèse	mg/l	5
Mercure	mg/l	1
Nickel	mg/l	0.01
Plomb	mg/l	05
Cuivre	mg/l	1
Zinc	mg/l	3
Huiles et graisses	mg/l	5
Hydrocarbures	mg/l	20
Phénols	mg/l	20
Soulants organique	mg/l	0.5
Chlore actif PCB	mg/l	20
Détergents	mg/l	0.1
Tensioactifs anioniques	mg/l	0.001

Source : centre de formation au métier de l'assainissement

**VI-8- Conclusion**

Le maintien en parfait état des différents ouvrages de la station d'épuration et la garantie des performances épuratoires, reposent avant tous sur :

- Une bonne qualité de l'exploitation, ceci peut être assuré par une qualification et une formation fréquente des personnels chargés de l'exploitation.
- Une application précise (le maximum possible) du procédé d'épuration.
- Un entretien périodique des différents ouvrages et équipements appartenant à la station d'épuration.

Le bon fonctionnement de la station nécessite aussi la protection du personnel d'exploitation contre tous risques incendie accident d'électricité et accident de travail.

### Conclusion general

La conception des stations d'épuration en Algérie, est devenue aujourd'hui une grande nécessité voir obligatoire, pour réutilisé ces aux pour l'irrigation ou bien pour Transférer vers le milieu naturel afin de ne pas polluer les nappes.

La station débute par un canal d'amenée en suite le dégrillage se fait sur deux grilles automatiques, le maintien du sable est assuré par un dessableur couloir aéré .Pour le traitement biologique nous avons recours à deux étages de lagunage aérée, constitués de 06 lagunes, suivi d'un étage de finition constitué de 03 lagunes, finalement les eaux atteignent l'exutoire ensuite vers la station de relevage qui refoule l'eau épuré vers chat halouf.

Notre station sert a :

- Éliminé le problème de la remonté des eaux.
- L'eau epuré sera utilisé dans l'irrigation.
- Préserver les ressources en eau en réutilisant et valorisant les eaux traitées.

Les volumes de chaque bassin :

- 1<sup>er</sup> étage contient 3 bassins le volume de chaque bassin est de 23017,93 m<sup>3</sup>
- 2<sup>em</sup> étage contient 3 bassins le volume de chaque bassin est de 15472,66 m<sup>3</sup>
- L'étage de finition contient 3 bassins le volume de chaque bassin et de 11429,14 m<sup>3</sup>

L'eau épuré a partir de la station de relevage qui se trouve à côté de la station D'épuration qui refoule l'eau épuré vers chat halouf directement avec possibilité d'utilisé ces eaux en irrigation surtout avec le développement de l'agriculture dans notre zone d'étude

Le lagunage aeré est devenu le traitement le plus efficace et donne un rendement important d'epuration parraport au lagunage naturel sans influencé sur le milieux naturelle parraport au traitement a boues activé qui empeche le pheenomene de photosynthèse dans les ouedes

## Conclusion générale

---

Le lagunage apparait comme une alternative intéressante comparativement aux autres systèmes d'épuration classique .La ville d'Oued souf présente par sa situation climatologique, morphologique géotechnique et sa disponibilité de surface, un site favorable à la mise en œuvre d'une station d'épuration par lagunage surtout avec l'espace disponible dans le Sahara.



# ***REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE***

1. Office Nationale d'assainissement de la wilaya d'oued souf 2015.
2. Agence Nationale des Ressources Hydraulique Ouargla.
3. Algérienne des eaux A.D.E rapport de qualité d'eau 2015 tiksebt .
4. Office Nationale de métrologique De la Wilaya d' El-Oued 2015- Guemar .
5. Direction urbaine et de construction.
6. Utilisation des ressources en eau souterraine au Sahara.
7. Ecologie, aménagement et développement agricole des oasis.
8. Algériennes Ed : Centre de recherche scientifique et technique.
9. épuration biologique des eaux usées urbaines Tome I.
10. Réseaux communautaires d'eaux usées, Octobre.
11. Memento technique de l'eau usée 8<sup>ème</sup> Ed
12. Cours de procédés unitaires biologiques et traitement des eaux.
13. Hydraulique appliqué 4<sup>ème</sup> année ENSH 2014 Mr Dernouni & Mm Kahelrass .
14. Les eaux usées dans les agglomérations urbains ou rurale Tome 2, traitement des eaux usées et procédé d'épuration.
15. Station d'épuration d'eaux usées de la ville de sidi Okba W. Biskra thèse d'ingénieur en hydraulique  
Biskra Juin.
16. Etude des prétraitements compacts.
17. Procédé extensifs d'épuration des eaux usées.
18. Traitement des eaux, Ed Griffon d'argile.
19. La problématique de l'eau en Algérie .Ed: Office des publications
20. épuration biologique des eaux usées Ed CEBEDOC.

# ***REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE***

21. manuel de l'eau Ed Lavoisier.
22. Etude d'assainissement des e résiduaire pluviale d'irrigation
23. Hydraulique urbain appliquée à l'agglomération.
24. Les tamisages fin .cas du traitement des eaux usées résiduaire
25. Urbaines ou domestiques, Novembre.
26. MFE Etude Des Nappes et aquifère de la wilaya de oued souf Annaba 2009 .
27. Office international des eaux support technique 3 : epuration des eaux .
28. Cours Epuration 5em anné Mm tafet 2015.
29. Projet de cours : dimensionnement d'une station d'epuration par lagunage 2015.
30. Protection et securité de travail Chapitre 6 MFE dimensionnement de la station d'épuration de la ville de Ghardaïa.