

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE -ARBAOUI Abdellah-

DEPARTEMENT D'HYDRAULIQUE URBAINE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option: ASSAINISMENT

THEME :

**DIMENSIONNEMENT DE LA STATION D'EPURATION
DE LA VILLE DE KOUININE (W.EL-OUED)**

PRESENTE PAR :

M^r : CHEKIMA Ali

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
M ^{me} MEDDI Hind	M.C.B	Présidente
M ^r DERNOUNI Youcef	M.A.A	Examineur
M ^{me} HOULI Samia	M.A.A	Examinatrice
M ^r BOUNNAH Younes	M.A.B	Examineur
M ^r TAARABET Mohamed	Ingénieur	Examineur
M ^{me} KAHLERRAS Malika	M.A.A	Promotrice

Session - 2014

Dédicace

A chaque fois qu'on achève une étape importante dans notre vie, on fait une pose pour regarder en arrière et se rappeler toutes ces personnes qui ont partagé avec nous tous les bons moments de notre existence, mais surtout les mauvais. Ces personnes qui nous ont aidés sans le leur dire, soutenus sans réserve, aimé sans compter, ces personnes à qui notre bonheur devient directement le leur, à qui un malheur en nous, en eux se transforme en pleur.

Je dédie ce modeste travail en signe de reconnaissance et de respect.

- *A mes parents : DEJEBALI CHEKIMA et OUMELHANA BEDDI.*
- *A mes frères et mes sœurs : Souad, Ratiba, Kamal, Larossi, Moussa.*
- *A toute ma famille surtout : Salima, Rafik, Ritadj, Raoin, lojin, dejbli
Med Riad*
- *A mes copains de chambre C 408, D 39 : BOUBAKER, AHMED.*
- *A tous mes enseignant et amis : Abdelkader, Abderhmane, Djali*



CHEKIMA ALI

Remerciement

Avant tout, nous remercions le bon Dieu qui a illuminé notre chemin et qui nous a armés de force et de sagesse, ainsi que la bonne volonté pour achever ce modeste travail et ce cursus universitaire.

Ces quelques lignes ne vont jamais exprimer à la juste valeur ma reconnaissance à l'égard de ma promotrice Mme KAHLERAS, pour l'aide qu'elle m'a offert durant la période de réalisation de ce travail et encore plus sa confiance et ses encouragements.

Toute gratitude à nos professeurs et enseignants qui nous ont guidés au cours de la formation d'ingénieur, et nos respects aux membres de jury qui nous feront l'honneur d'apprécier ce travail.

Enfin, je ne saurais pas oublier de remercier tout mes amis qui m'ont été d'un soutien que ce soit moral ou matériel, et qui ont contribué de près ou de loin à m'aider.

Merci à tous

CHEKIMA ALI

ملخص:

منطقة وادي سوف تعرف مشكلة صعود المياه وهذا راجع لتشبع الطبقة السطحية بمياه الأمطار و المياه المستعملة دون تصفيتها و تصريفها.

وخلال العشرية الأخيرة لوحظ تصاعد في المستوى البيزومتري لحقل الماء الجوفي تصاعدا تدريجيا ، و الوضعية السيئة لشبكة تسيير المياه من تسرب للمياه المستعملة في شبكة المياه الصالحة للشرب و تجمع شبكات في الآبار المهجورة والتي ساهمت في تزويد الطبقة السطحية بالمياه و تصاعدها الملحوظ خاصة بالمحيط الحضري وشبه الحضري بمدينة الوادي .

ولهذا الغرض اهتمنا إلى احد حلول هذه المشكلة بوضع محطة تصفية للمياه المستعملة بواسطة البرك الهوائية وتصريفها نحو شط حلوفة بسيدي عون.

تهدف هذه الدراسة إلى تحديد أبعاد 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 épurée et évacuée.

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 ed. 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

SOMMAIRE

	Page
Introduction générale	
Premier partie : Donnée de base pour le dimensionnement des ouvrages	
Chapitre I : Présentation de la Région d'Etude	
I-1-Introduction.....	01
I-2-Situation Géographique de la ville de Kouinine.....	01
I. -3 –la Topographique de la Région d’Etude	03
I -4- Le relief	03
I-5- La climatologie	04
a) - La température.....	05
b) - Les précipitations.....	05
c) - Les vents.....	06
d) - L’Ensoleillement.....	06
e) - L’Evaporation.....	07
I-6 -Population de la région d’étude	08
a) - Population actuelle.....	08
b) -Perspective de la population et évolution de la région.....	08
I- 7 - Alimentation en eau potable.....	09
a) - Ressources en eau potable.....	09
b) - Qualité des ressources.....	10
c) – Caractéristiques générales du réseaux d'A.E.P.....	10
d) - équipements.....	11
I – 8 - Réseau d'assainissement.....	12
I – 8 – 1 - Commune d'EL-Oued.....	12
I – 8 – 2 - Commune de Kouinine:.....	13
I – 8 – 3 - Commune de Bayadha.....	13
I – 8 – 4 - Commune de Robbah :.....	13
I – 09 - Conclusion	15
Chapitre II : Caractéristiques des effluents urbains et méthodes d’épuration.	

II -1-Introduction	16
II -2-Origine et mode de collecte des effluents urbains.....	16
II -2-1- Origine des effluents	16
II -2-2- Mode de collecte des effluents	16
II -3- Quantité d'eaux usées a traité	17
II -4 -Estimation de la pollution	17
II - 4 -1-Composition des eaux usées	17
II -4-2-Méthodes globales d'évaluation de la pollution	18
II -5 -Finalité du traitement	20
II -6- Moyens de réduction de la pollution.....	20
II- 6-1-Les traitements préliminaires.....	20
II - 6-2- Décanteur primaire.....	23
II -6-3-Traitement secondaire.....	23
II -6-3-1- procédés extensifs.....	24
II – 6 -3-2-Les procédés intensifs.....	25
II - 6-4 -Traitement des boues.....	33
II - 6- 4- 1-Réduction du pouvoir fermentescible	33
II - 6-4 -2-Réduction du volume.....	34
II – 7 - Lagunage aéré	37
a) Principe de fonctionnement	37
b) Bases de dimensionnement	39
e) Mise en œuvre.....	40
f) Performances	41
II – 8 Les différent systems d aeration	42
a) les aérateurs mécaniques de surface	42
II – 9 AÉRATION DES LAGUNES	44
II – 10 Méthodologie de dimensionnement du système d aération	45
II -7-Conclusion.....	45
Chapitre III : Etude de rejet	
III -1- Introduction.....	46
III -2- Prélèvement.....	46
III -2-1-Echantillonnage.....	46

III -2-2 - Lieu de prélèvement.....	46
III -2-3- Conditionnement.....	46
III -2-4- Méthodes d'analyses et résultats	47
III -2-4- 1- Détermination des pH.....	47
III -2-4- 2-Détermination de la conductivité :.....	47
III -2 -4 -3- Détermination de la turbidité	50
III -2 -4 - 4 -Détermination de l'azote ammoniacal	51
III -2 -4 -5- Détermination de nitrite NO_2^-	51
III -2 -4 -6- Détermination de nitrate NO_3^-	52
III -2 -4-7- Détermination des matières en suspension.....	53
III -2 -4 -8- Détermination de la demande biochimique en oxygène DBO_5	54
III -2 -4 -9-Détermination de la demande chimique en oxygène DCO.....	55
III - 3 – Inrterpretation des résultats	58
III -4-Conclusion	59

Deuxième partie : Dimensionnement des ouvrages de la station

Chapitre IV: Dimensionnement de la station d'épuration

IV -1-Introduction	58
IV -2- Détermination du débit des eaux potable.....	58
IV – 3– Détermination du débit des eaux usées Q_{eu}	59
IV – 4-Calcul des charges polluantes	60
IV – 4-- 1- Calcul des concentrations des charges polluantes	61
IV -5- Les ouvrages de prétraitement	63
IV -5-1- Le collecte des eaux usées	63
IV -5-2 -Canal d'amenée.....	63
IV-5- 3 - Dimensionnement de la grille	66
IV-5-4 - Dimensionnement du dessableur.....	69
IV – 6- Dimensionnement des lagunes.....	72
IV – 6-1- Les lagunes aérés.....	72
IV-6-1-1-Calcul du volume total des eaux usées à l'entrée de la station	73
IV-6-1-2-Calcul du temps de séjour total de la station	74
IV-6-1-3- Calcul de la surface de chaque lagune	75
IV-6-1-4- Calcul de la longueur de chaque lagune.....	75

IV-6-1-5 - Quantité DBO ₅ éliminée par jour dans chaque lagune.....	77
IV-6-1-6- Calcul de la concentration en boue dans chaque lagune.....	78
IV-6-1-7- Les besoins en oxygène dans chaque lagune.....	79
IV-6-1-8 - Puissance de l'aérateur dans chaque lagune.....	80
IV - 6-2 - Le lagunage de finition	81
IV-6-2-1- Calcul du volume total des eaux usées de l'étage.....	81
IV-6 -2-2- Calcul du volume des eaux usées dans chaque lagune.....	81
IV-6 -2-3- Calcul du temps de séjour de l'étage.....	82
IV-6 -2-4- Calcul de la surface de chaque lagune.....	82
IV -6-3 – Calcul de la longueur de chaque lagune.....	82
IV- 7 - Dimensionnement du lit de séchage	83
IV-7-1 -Calcul du volume de boue.....	83
a) - Calcul de la surface totale des lits de séchage	83
b) Calcul de la surface de chaque bassin	83
c) -Calcul de la longueur du bassin.....	83
IV-8 -Ouvrages hydrauliques.....	84
IV-8-1- Dispositifs de comptage des débits	84
IV-8 -2 - Répartiteurs de débit.....	85
IV-8-3 - Ouvrages d'entrée dans les lagunes.....	85
IV-8-4- Ouvrages de sortie des lagune	85
IV-9- Matériel de curage des lagunes	85
IV-10- Conclusion.....	86
Chapitre V: Maintenance et exploitation de la station d'épuration	
V-1-Introduction	87
V-2- Contrôle de fonctionnement	87
V-3-Mesures de paramètres de fonctionnement de la station	88

V-4- Entretien des ouvrages.....	89
V-5- Hygiène et sécurité dans le travail.....	90
V-6-Disposition générale.....	92
V-7-Conclusion.....	92
Conclusion Général	
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE.	

Liste des Tableaux

N° de Tableau	Chapitre I : Présentation de la région étude. (Titre de Tableau).	Page
Tableau (N° 01)	Distribution mensuelle des caractéristiques climatiques pour la région d'étude (1999-2009).	04
Tableau (N° 02)	Estimation de la population pour différents horizons.	08
Tableau (N° 03)	Les forages alimentent la ville d'El Oued en eau potable.	09
Tableau (N° 04)	Analyses d'eau d'El-Oued.	10
Tableau (N° 05)	les équipements existants	11
Tableau (N° 06)	Récapitulatif de tous les besoins.	12
N° de Tableau	Chapitre II: Caractéristiques des effluents urbains et méthodes d'épuration (Titre de Tableau).	Page
Tableau (N°07)	Le dimensionnement des lits bactériens	28
Tableau (N°08)	Base de dimensionnement pour les lagunes aérées	39
Tableau (N°09)	Base de dimensionnement pour la lagune de décantation	39
Tableau (N°10)	Exploitation des lagunes aérées	40
N° de Tableau	Chapitre III : Etude de rejet (Titre de Tableau).	Page
Tableau (N° 11)	Résultats d'analyses physico-chimiques	57
Tableau (N° 12)	Le rendement des paramètres des eaux traitées	62

N° de Tableau	Chapitre IV: Dimensionnement de la station d'épuration (Titre de Tableau).	Page
Tableau (N° 13)	Calcul des débits des eaux usées pour les deux horizons	66
Tableau (N° 14)	caractéristiques de canal d'amenée	68
Tableau (N° 15)	caractéristiques du dégrillage.	72
Tableau (N° 16)	caractéristiques du dessableur.	76
Tableau (N° 17)	caractéristiques des lagunes aérés	81
Tableau (N° 18)	Caractéristiques de quantité de DBO ₅ éliminé et puissance d'aération des lagunes.	82
Tableau (N°19)	caractéristiques du lagunage de finition.	84
Tableau (N° 20)	caractéristiques du lits de séchage .	84

Liste des Figures

N° de Figure	Chapitre I : Présentation de la Région d'Etude Etude (Titre de Figure).	Page
Figure (N° 01)	situation géographique de la zone d'étude.	02
Figure (N° 02)	Moyennes mensuelles des températures moyennes en (°C) (1999-2009)	05
Figure (N° 03)	mensuelles des pluies en (mm) (1999-2009)	05
Figure (N° 04)	Moyennes mensuelles des vitesses des vents (m/s). (1999- 2009)	06
Figure (N° 05)	Moyennes mensuelles des Ensoleillement en (h) (1999-2009)	06
Figure (N° 06)	Moyennes mensuelles des Evaporation en (mm) (1999-2009)	07
Figure (N° 07)	Situation générale des ouvrages d'assainissement.	14
N° de Figure	Chapitre II: Caractéristiques des effluents urbains et méthodes d'épuration (Titre de Figure).	Page
Figure (N° 08)	Schéma de principe d'un décanteur primaire .	23
Figure (N° 09)	mécanisme de l' épuration par lagunage naturel .	25
Figure (N° 10)	Synoptique d'une station d'épuration comportant un lit bactérien .	26
Figure (N° 11)	Schéma général du procédé de traitement des eaux par boues activées.	30
Figure (N° 12)	Principe des disques biologiques.	31
Figure (N° 13)	Synoptique d'une station d'épuration comporte un disque biologique .	32
Figure (N° 14)	Schéma de principe d'un épaisseur gravitaire	35
Figure (N° 15)	coupe d'un lit de séchage.	36
Figure (N° 16)	Schéma de principe d'un lagunage aéré	38
Figure (N° 17)	aérateur Fuchs	43
Figure (N° 18)	AQUA SYSTEME	43

Liste des Photos

N⁰ de Photo	Chapitre II : Caractéristiques des effluents urbains et méthodes d'épuration	Page
	(Titre de photo)	
Photo (N° 01)	Dégrilleur	22
Photo (N° 02)	lit bactérien à remplissage traditionnel	27
Photo (N° 03)	Alimentation du lit bactérien (garnissage plastique)	28
Photo (N° 04)	Bassin d'aération à boues activées	31
Photo (N° 05)	Disques biologiques	32
Photo (N° 06)	Epaississeur gravitaire	35
Photo (N° 07)	lit de séchage	37
N⁰ de Photo	Chapitre III : Etude de rejet	Page
	(Titre de photo)	
Photo (N° 08)	PH mètre.	48
Photo (N° 09)	Conductimètre.	49
Photo (N° 10)	Turbidimètre (HACH 2100N)	50
Photo (N° 11)	Spectrophotomètre U.V visible.	53
Photo (N° 12)	la balance	54
Photo (N° 13)	dessiccateur	54
Photo (N° 14)	DBO mètre	55
Photo (N° 15)	Réacteur	56
Photo (N° 16)	Spectrophotomètre	56

Liste des abréviations

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



INTRODUCTION GENERAL

LISTE DES PLANCHES

PLANCHE N 01: Plan Situation De STEP

PLANCHE N 02: Plan Générale Des Ouvrages De La
STEP de Kouinine

PLANCHE N 03: Vue En Plan De La STEP

PLANCHE N 04: Ouvrages de La STEP



CHAPITRE I

Présentation de la Région d'Etude

I-1-Introduction

Dans le présent chapitre, nous allons présenter la ville de Kouinine, 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 (EL-Oued, Kouinine, Bayadha, Robbah).

I - 2 - Situation Géographique de la ville de Kouinine :

Kouinine est l'une des municipalités de la wilaya d'EL-Oued située au Nord de la vallée du Souf, qui appartient au groupe et de la Vallée sera oasis. Elle occupe une superficie de 116 Km², et située au centre de la route nationale N° 48, et donc elle est loin du siège du département d'État d'environ sept kilomètres, elle est située sur 97 m au-dessus du niveau de la mer,

Elle est limitée par : (Figure N° 01)

- la commune de Taghzout au Nord.
- la commune d'EL-Oued et Sud l'Ouest Oued Alenda au Sud .
- la commune de Hassani Abd Elkarim à l'Est .
- Ourmès à l'Ouest . (1) .

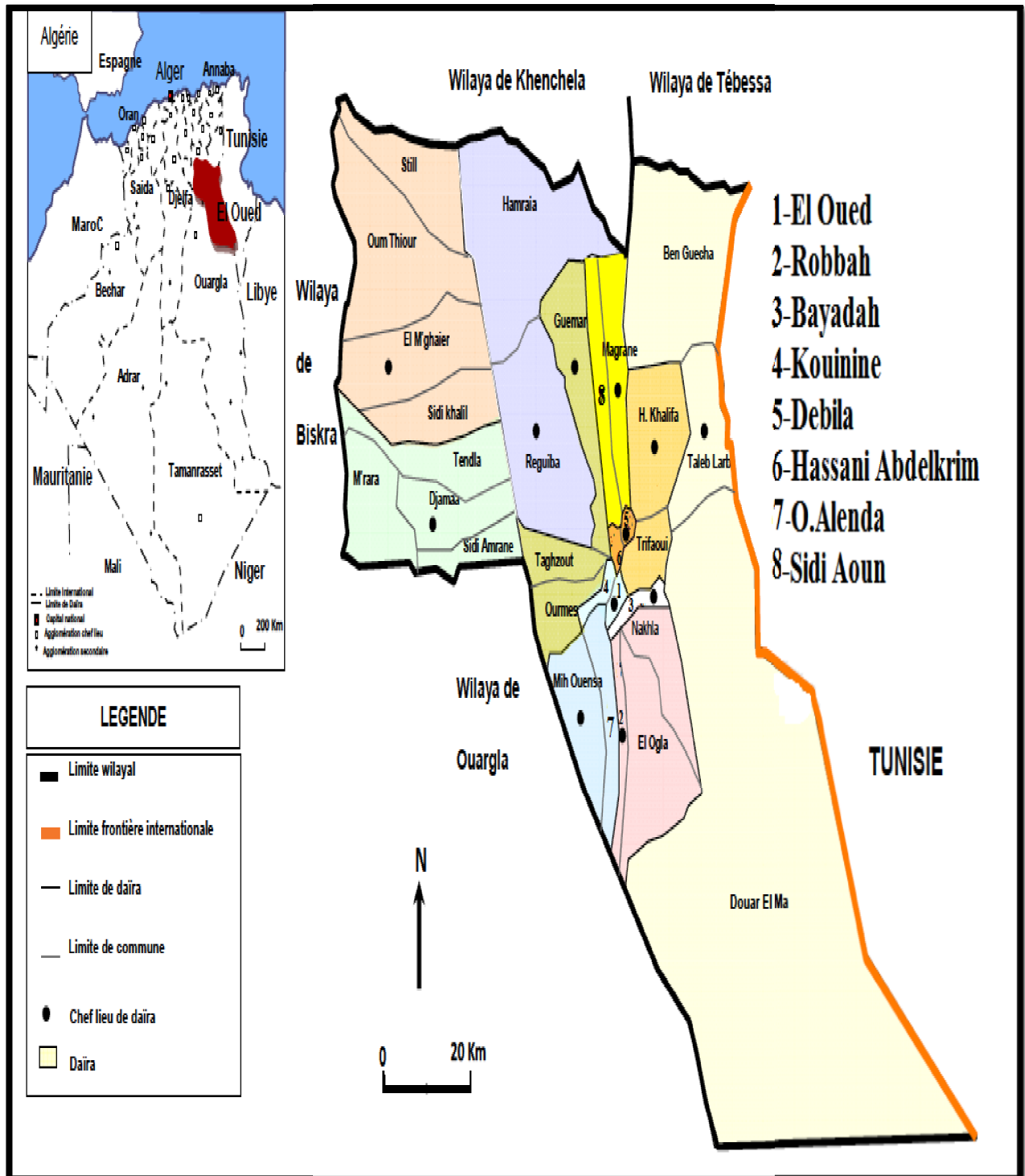


Figure N° 01 :situation géographique de la zone d'étude (source D.U.C).

I -3 – La Topographie de la région

L'altitude moyenne de la région est de 80 mètres accuse une diminution notable du Sud au Nord peut être de 25 mètres au dessous du niveau de la mer dans la zone des Chotts qui occupent le fond de l'immense bassin du bas Sahara (2) .

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) (3) .

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 N° 01 : évaluation mensuelle des paramètres climatiques pour la région d'étude (1999-2009) .

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

(Source: O.N.M , 2014).

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.

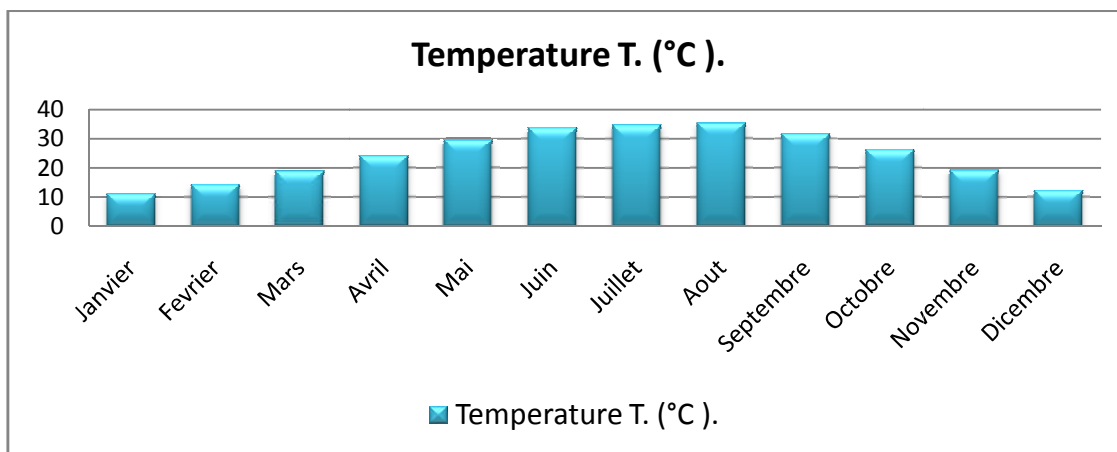


Figure N° 02 : Moyennes mensuelles des températures moyennes en (°C) (1999-2009).

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 .

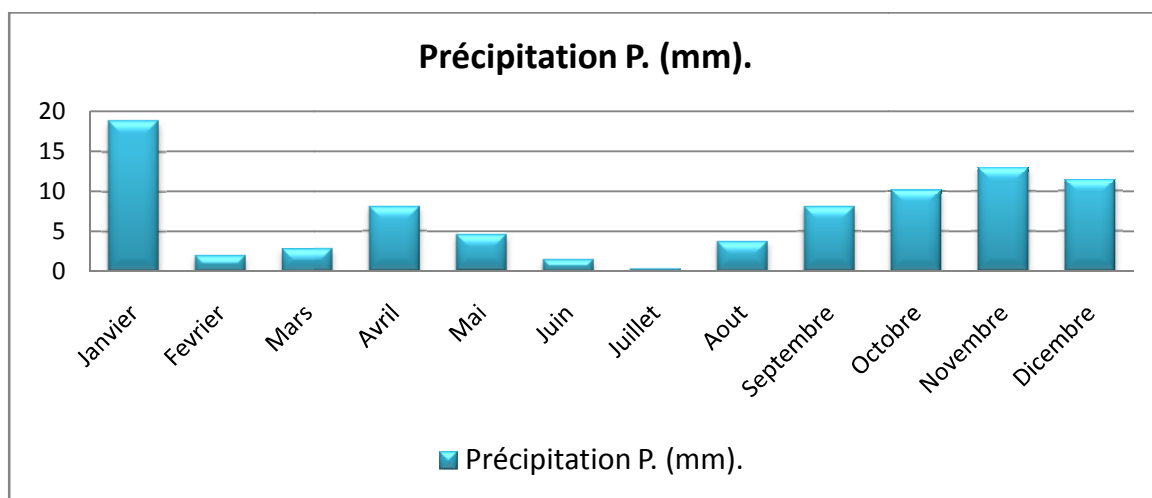


Figure N° 03 : Moyennes mensuelles des pluies en (mm) (1999-2009) .

c) – Les vents

La direction des vents dans la région d'étude est Est, Nord-Est prédominant, puis à un degré moindre ceux de direction Ouest et Sud-Ouest, caractérisé par des températures très élevées (Sirocco).

Généralement au printemps les vents sont les plus forts (période de pollinisations des palmiers). Ils sont chargés des sables éoliens donnant au ciel une teinte jaune et peuvent durer jusqu' à 3 jours consécutifs, avec une vitesse allant de 40 à 50 km / h .

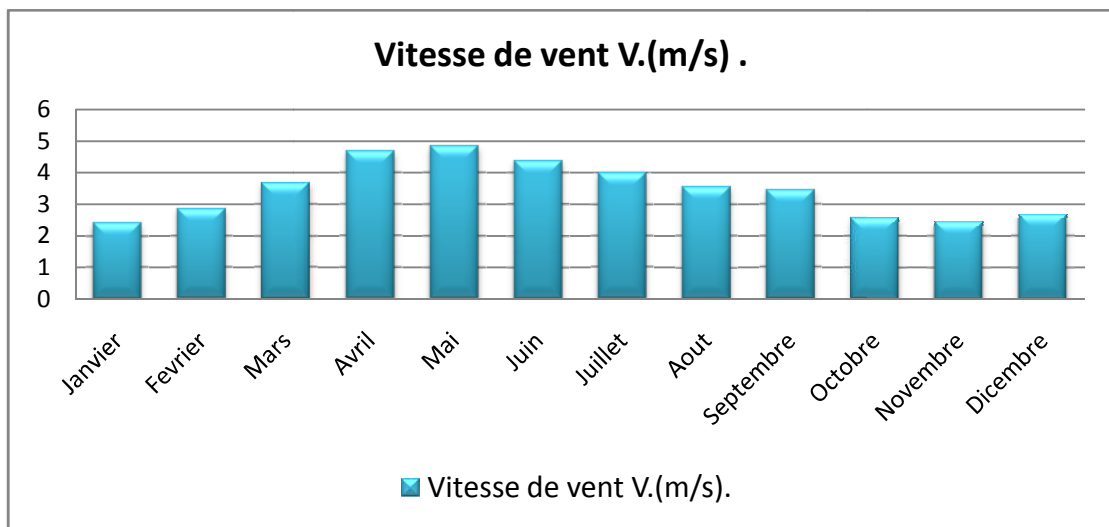


Figure N° 04 : Moyennes mensuelles des vitesses des vents (m/s). (1999- 2009) .

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

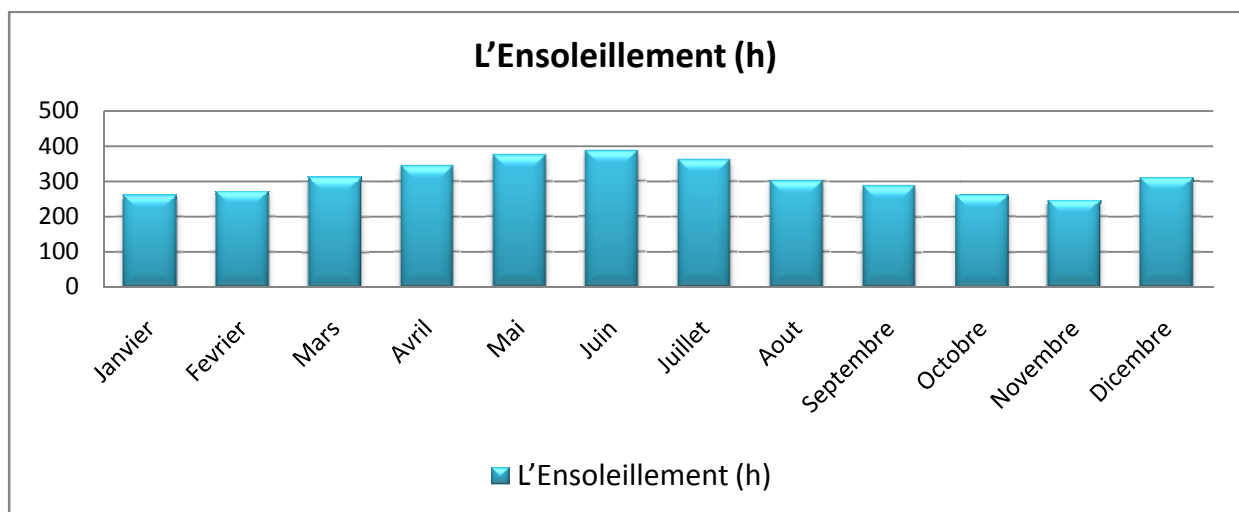


Figure N° 05 : Moyennes mensuelles des Ensoleillement en (h) (1999-2009) .

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 .

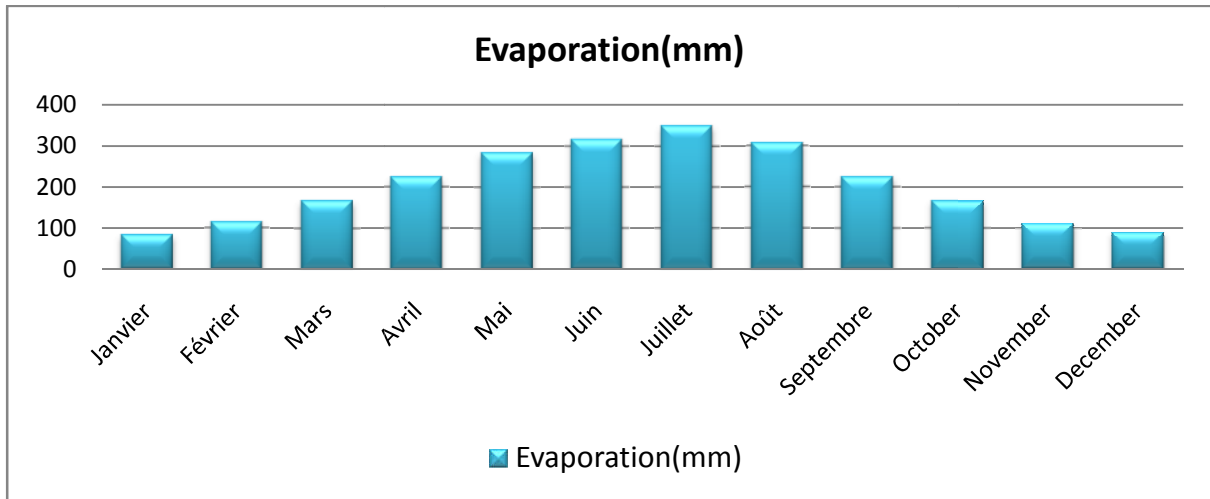


Figure N° 06 : Moyennes mensuelles des Evaporation en (mm) (1999-2009) .

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 196626 habitants avec un taux d'accroissement de 2,72%.

la densité est :

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

$d = 196626 / 831,2 = 237 \text{ hab/km}^2$

C'est la densité considérée comme petite, en la 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:

$$P = P_0 (1+T)^n \dots\dots\dots(01)$$

P₀ : 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 N° 02 : Estimation de la population pour différents horizons.

Année	2008	2012	2015	2020	2025	2030
Population	196626	220497	234200	258956	286329	305953
Taux d'accroissement	2.72		2.03			

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) (4) .

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 .

(5) .

Dans Le tableau ci-dessous (tableau N° 03) sont regroupés les différents forages alimentant la région d'étude en eau potable actuellement :

Tableau N° 03 : Les forages alimentent la ville d'El-Oued en eau potable.

Commune	N° de forage	Nappe captée	Nom de forage	Débits (l/s)
EL-Oued	01	Eoc-inf	El Asnam 400LGTS	22
	02	Pontien	Chouhada	30
	03	Mio pliocène	Sidi mestour	12
	04		Chott	160
	06	Barrem	Barrémien Chouhada	17
	07		Barrémien EL-Oued	160
Kouinine	01	Pontien	Chikh Echarae F ₅	29
	02		Kouinine 2	30,5
	03		Kouinine 1	26,6
	04	Mio pliocène	El Gouarir	30
	05		Saha Azeddine	10
	06		Kouinine F ₃ zone	37
Bayadha	01	Pontien	Leftahza	25
	02		Lebbama	27
	03		Leghdamisi	27

	04	Mio pliocène	Essoualah	23
	05		AEP Bayadha 1 bis	23
Robbah	01	Mio pliocène	Beghazlia	39,5
	02		Amir A/E/K	32,25
	03		Laouachir	26,5

(Source : D.R.E, 2014).

b) - Qualité des ressources

L'eau de 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 plants: " les nitrates et le phosphore, l'eau est très pauvre de ces éléments (6) .

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

Tableau N° 04 : Analyse d'eau de EL-Oued -Tiksebt

Origine	Teneurs en milligrammes par litre					
	Ca^{++}	Mg^{++}	Na^+	Cl^-	So_4^{--}	Co_3^-
forage Tiksebt	646	87	196	319	1796	50

(Source : A.D.E .2009)

L'aquifère superficielle est de mauvaise qualité d'eau 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 (6) .

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 N° 05: les équipements existants

Commune équipements	EL-Oued	kouinine	Bayadha	Robbah
scolaires	78 Ecole. 08 Lycées Tech et Gêner. 03 C.N.F.P.A 01 C.N.S.F.P 05 Instituts universitaires	07 Ecole. 01 Lycées Tech et Gêner. 01 C.F.P	23 Ecole. 01 Lycées Tech et Gêner. 01 C.F.P.A	15 Ecole. 02 Lycées Tech et Gêner. 01 C.F.P.A
sanitaires	02 Hôpitaux 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
socioculturels	78 Mosquée 06 Hôtels 02 Maison de jaune	07 Mosquée 06 Hôtels 01 Maison de jaune	28 Mosquée 01 Maison de jaune	07 Mosquée 01 Maison de jaune
sportifs	03 Stade	03 Stade	02 Stade	03 Stade
administratifs	01 APC 01 Wilaya 33 Entreprises	01 APC 03 Entreprises	01 APC 01 Entreprises	01 APC 01 Entreprises
commerçant et activités	32 Café 01 Abattoir 08 Restaurant 75Boulangier 04 Station de lavage	02 Café 04 Boulangier 04 Station de lavage	13 Boulangier 04 Station de lavage	06 Boulangier 06 Station de lavage

Tableau N° 06 : Récapitulatif de tous les besoins

Consommation (m³/j)		
Désignation (besoins)	2023	2030
Besoins domestiques	53160,5	61190,6
Besoins scolaires	6887,1	10330,7
Besoins sanitaires	261,25	322,4
Besoins socioculturels	2825,35	3719,71
Besoins sportifs	411,42	548,56
Besoins administratifs	378,39	453,52
besoins commerciels	11978.2	17790.22
TOTAL	68926,16	94355,81

I – 8 - Réseau d'assainissement :

Le réseau d'assainissement existant est un réseau unitaire, ancien située dans les cites EL-Oued (EL gara –Tiksebt –EL Nazla – EL Aachache – EL Asnam –Msaaba.).

Il existe un autre nouveau réseau en cours de réalisation par l'O.N.A, caractérisé par un système séparatif . Le raccordement du réseau d'assainissement dans la région d'étude est atteignent 80 %.

I – 8 – 1 - Commune d'EL-Oued:

* Réseau à réhabiliter : 23 km de réseau existant dont 3.664 m (ayant donné lieu à profil)

* Réseau gravitaire : 14,60 km de réseau structurant (principal et secondaire) et 53,3 Km réseau de desserte.

* Refoulement : 4 stations, non compris la station de transfert ST10 (SPE-U01), stations de débit compris entre 9 et 424 l/s et de Puissance variant entre 4,41 et 175 KW , et 2,84 km de refoulement de diamètre 100 à 400 (mm)

I – 8 – 2 - Commune de Kouinine:

* Réseau gravitaire : environ 8,83 Km de réseau structurant (principal et secondaire), 16,96 Km de réseau de desserte, et 2 220 branchements.

* Refoulement : 02 stations, 2,72 Km de canalisation de diamètre compris entre (100, 200 mm)

I – 8 – 3 - Commune de Bayadha :

* Réseau gravitaire : environ 21,10 Km de réseau structurant (principal et secondaire) et 55,73 Km de réseau de desserte avec 6 190 branchements.

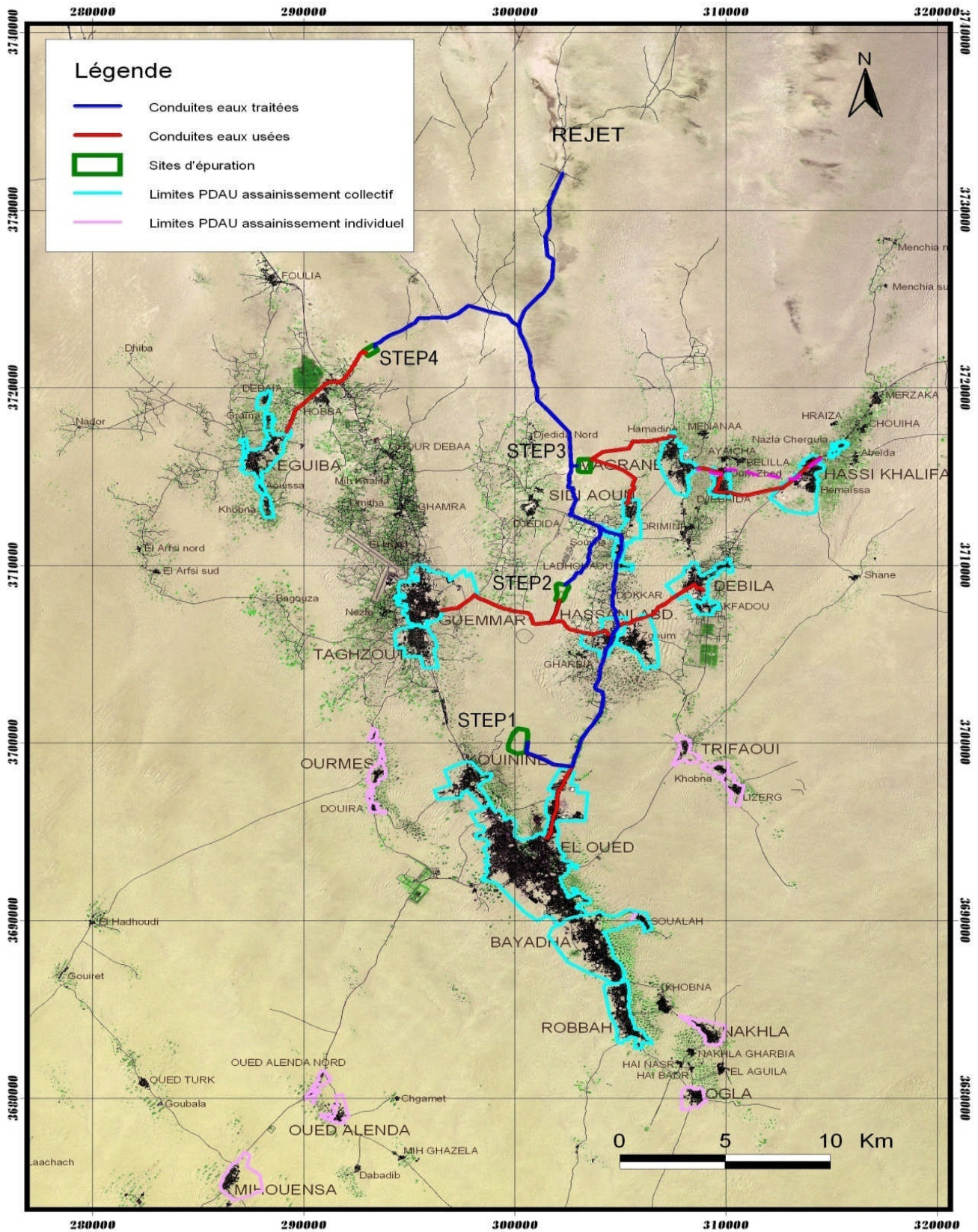
* Refoulement : 04 stations et 2,64 Km entre (80, 200, 250, 300) mm

I – 8 – 4 - Commune de Robbah :

* Réseau gravitaire : environ 22,65 Km de réseau structurant (principal et secondaire), 25,63 Km de réseau de desserte, et 4 410 branchements.

* Refoulement : 02 stations, 1,55 Km de canalisation, de diamètre compris entre (125,150, 200 mm) (A.P.D , 2004) .

La figure ci – dessous représente la situation générale des ouvrages d'assainissement.



I – 9 - Conclusion

Au cours de ce chapitre, nous avons vu que la région d'étude est caractérisée par un climat saharien, et elle repose sur trois nappes aquifères qui forment 21 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 sables.



CHAPITRE II

Caractéristiques des
effluent urbains et
méthodes d'épuration

II -1-Introduction

Les effluents urbains sont caractérisés généralement par une pollution importante et très variable qui peut provoquer des nuisances de nature écologique et sur la santé publique.

La connaissance de cette pollution est donc le premier critère de choix du type de traitement à envisager.

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

II -2-1- Origine des effluents

Les Effluents urbains comprennent :

- Les eaux résiduaires urbaines caractérisées par un mélange d'eau usée domestique (ménagères et eaux de vannes) et d'eau usée industrielle s'y ajoute une troisième composante formée par les effluents des installations à caractère collectif (hôpitaux, école, commerces, administrations etc....) .
- les effluents d'origine industrielles sont généralement croissants avec la taille de l'agglomération.
- Les établissements industrielles qui rejettent une pollution importante et exigeant un traitement spécifique sont généralement dotés d'un système d'épuration autonome.

Des eaux de ruissellement qui comprennent les eaux pluviales, les eaux de lavages des rues et l'arrosage des voies publiques (7) .

II -2-2- Mode de collecte des effluents

L'assainissement englobe la collecte, le transport et le traitement des effluents urbains avec.

Les deux principaux systèmes de collecte a savoir :

- **Le système séparatif** : comporte deux réseaux de canalisations différents, l'un pour les eaux pluviales et l'autre pour les eaux usées proprement dites.
- **Le système unitaire** : reçoit dans les mêmes canalisations les eaux usées et les eaux pluviales.

Ils sont équipés de déversoirs d'orage conduisant au rejet en rivière d'une partie du débit par temps de pluie.

Seule une partie plus ou moins importante au flux de pollution atteint alors la station d'épuration .

Ceci permet de traiter en station les eaux de ruissellement mélangées aux eaux usées dans les limites théoriques variant suivant les pays entre 3 et 5 fois le débit de temps sec

(8) .Le transport jusqu'à la station est réalisé dans la mesure du possible voie gravitaire. Cependant, les conditions topographiques exigent fréquemment la mise en place de station de relevage intermédiaire.

II -3- 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 : $Q_m = \frac{Q_j}{24}$ (02)

➤ Débit moyen horaire diurne : $Q_d = \frac{Q_j}{14}$ (03)

➤ Débit de pointe à temps sec peut être approché par la formule:

$$Q_p = C_p Q_m = Q_m \left(1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{Q_m}}\right) \quad Q_p \text{ et } Q_m \text{ en } \frac{\ell}{s} \quad \dots\dots(04)$$

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

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

II -4 -Estimation de la pollution

II - 4 -1-Composition des eaux usées

Les eaux usées sont principalement de l'eau contenant une petite quantité de déchets solides.

Ces derniers sont essentiellement composés de matière organique d'origine animale ou végétale.

Lorsqu'ils sont organiques, les déchets solides vont se décomposer. Pour un traitement plus efficace des eaux usées, ces matières organiques ont besoin d'être stabilisées ou converties en une forme qui ne risquera pas de propager les maladies ou de polluer les lacs et rivières.

Les déchets solides inorganiques doivent aussi être extraits afin que les eaux usées soient traitées correctement.

Les eaux usées contiennent aussi beaucoup de bactéries. Même si certaines de ces bactéries peuvent être pathogènes, la plupart sont en fait inoffensives. Ces bactéries non pathogènes sont très utiles parce qu'elles décomposent les matières organiques contenues dans les eaux usées. Il s'ensuit que les bactéries non pathogènes sont à la base de tous les procédés de traitement biologique des eaux usées (9).

II -4-2-Méthodes globales d'évaluation de la pollution

L'appréciation globale courante de la qualité d'une eau usée s'appuie sur les testes ci-après

- Les matières en suspension MES;
- La pollution organique carbonée;
- Autres paramètres : PH, température, azote, phosphore, tensioactifs, micro-élément (métaux lourds).

II - 4 -2-1- Les matières en suspension

Les eaux résiduaires urbaines et industrielles contiennent des matières en suspension qui sont des matières ni solubilisées ni colloïdales . On peut considérer qu'elle représentent un intermédiaire entre les particules minérales du type sable ou poussières .

Les MES peuvent être décantables (les plus denses et plus grossières) et les MES non décantables (plus fins , colloïdales) les teneurs en MES sont obtenues après séchage à 105° C d'un volume connu d'échantillon .Les concentration en MES dans les eaux usées sont très variables et sont de l'ordre de 100 à 300 mg/l .

La fraction volatile est déterminée par calcination à 600 °C et correspond à la fraction organique qui constitue environ 50 à 70 % des MES totales .

Signalons qu'une concentration élevée de MES défavorise la pénétration (dissolution) de l'oxygène et par la suite causer la fermentation , c'est-à-dire que l'activité des micro-organismes aérobies est affaiblie (10) .

II - 4 -2-2-Pollution organique carbonée

a) - Demande biochimique en oxygène (DBO)

La DBO est définie comme la concentration d'oxygène consommée pour réaliser la destruction des composés non azotée dans les conditions de l'essai d'incubation à 20°C et à l'obscurité et pendant un temps donné. Elle représente seulement la pollution organique carbonée biodégradable.

L'oxydation biologique nécessite un temps de 20 à 28 jours, on mesure dans le cas DBO ultime ou DBO_{21} ou DBO_{28} , cette mesure étant longue, on a choisi par convention une mesure après 5 jours d'incubation appelée DBO_5 .

b) - Demande chimique en oxygène

La DCO est la teneur en oxygène consommée par les matières oxydables (réductrices) dans des conditions définies.

Cette mesure correspond à une estimation des matières oxydables présentes dans l'eau quelle que soit leur origine organique ou minérale, biodégradable ou non (11).

La détermination de la DCO se fait par l'ajout à un volume connu d'échantillon d'une quantité d'oxygène sous forme d'agent oxydant chimiquement efficace, comme le bichromate de potassium qui est porté à ébullition pendant 2h, qui conduit à l'oxydation chimique (7).

Le rapport DCO/DBO nous renseigne sur la biodégradabilité de la matière organique. Il est généralement voisin de 2 pour les eaux usées urbaines. Une augmentation de ce rapport est révélatrice d'une pollution industrielle (12).

II - 4-2-3- Autres paramètres

a) -pH

Le pH indique la concentration en H^+ présentée dans l'eau. Il joue un rôle important à la fois dans les propriétés physico-chimiques (acidité, agressivité) et dans l'efficacité de certains procédés de traitement. Ainsi, l'épuration biologique est possible lorsque le pH = 6,5 à 8,5, un pH différent est l'indice d'une pollution industrielle (10).

b) - Température

Les variations de la température affectent les processus d'épuration (13).

c) - Minéralisation

C'est l'ensemble des sels minéraux mesurés par la conductivité. Le rendement épuratoire des micro-organismes est diminué lorsque la minéralisation est élevée (7).

d) - Azote et phosphore

Le taux d'azote NTK est de l'ordre de 15 à 20 % dans les eaux usées urbaines. Pour que le processus aérobie se déroule, il est indispensable qu'il y ait un minimum d'azote et de phosphore c'est-à-dire :

DBO_5/N proche de 20.

$DBO_5/P = 100$.

Les proportions minimales sont $DBO_5/N/P = 100 / 5 / 1$ (14).

e) - Les métaux lourds

la présence des métaux lourds dans les eaux résiduaires industrielles ou urbaines même en faibles concentrations (0,1 mg / l) peut annihiler l'action des bactéries .

Parmi ces métaux lourds on peut citer le chrome Cr^{6+} , le mercure Hg^{2+} , cadmium Cd^{2+} , Plomb Pb , Cuivre Cu^{2+} ,...etc (10) .

Les tensions actives dérivent de l'utilisation de savons et détergents divers qui provoquent des difficultés d'exploitation liées aux mousses (7) .

II -5 -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 (15) .

Son principe consiste en une reproduction accélérée du processus naturel de l'épuration biologique, phénomène qui élimine les déchets organiques (10) .

La réglementation sanitaire fixe dans chaque pays la limite de pollution tolérée pour le rejet en rivière (10) .

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) (10) .

II -6 - Moyens de réduction de la pollution

II – 6 -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.) **(16)** .

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 **(10)** .

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° à 80° 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° .

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 **(10)** .

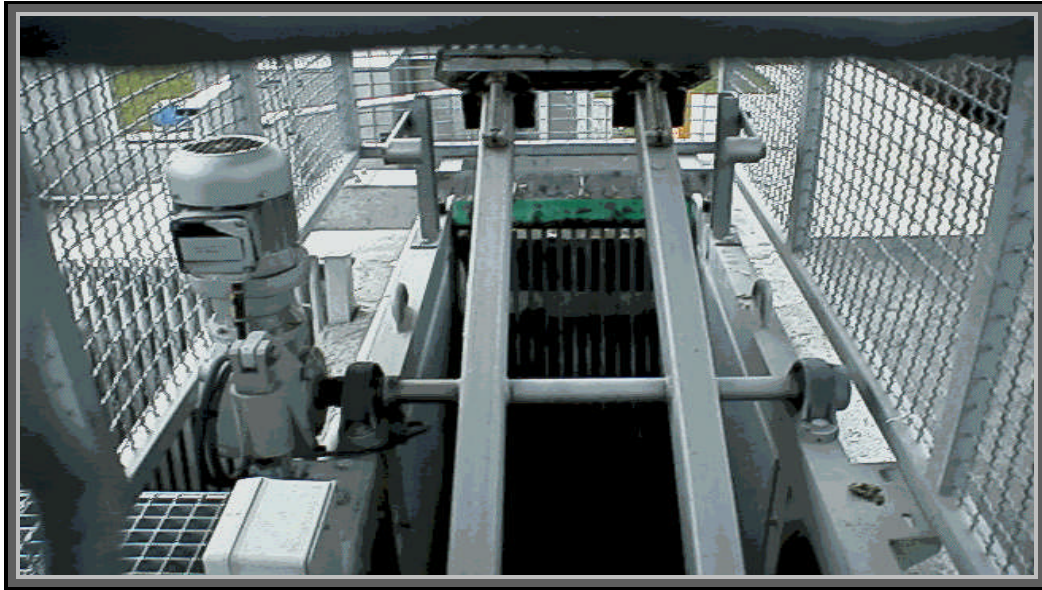


Photo N° 01: Dégrilleur

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 (17) . 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 (10) .

❖ Déssableur circulaire

Il est encore nommé centrifugeur ou cyclone où 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 (10).

❖ Déssableur rectangulaire aéré

C'est un bassin muni d'un dispositif d'agitation fonctionnant de l'air insufflé 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 (7).

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 (10).

II – 6 -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 DBO₅ et de 40 à 60 % environ des matières en suspension (10).

La figure N°07 représente un exemple de séparation des matières en suspension dans un décanteur circulaire

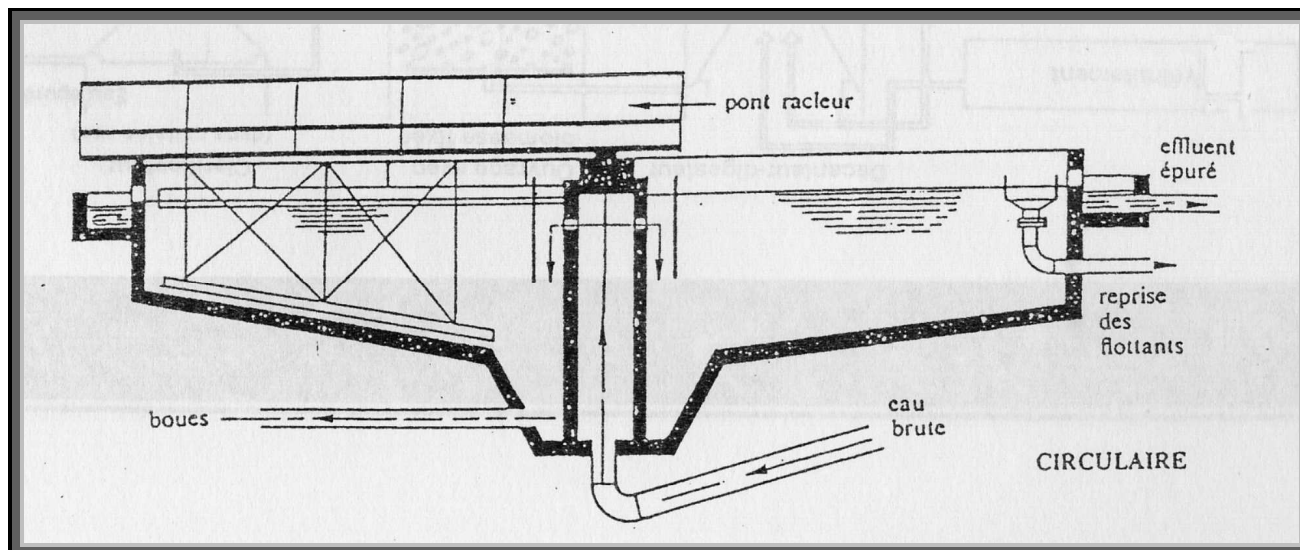


Figure N° 08 : Schéma de principe d'un décanteur primaire .

II -6 -3-Traitement secondaire

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

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

II -6-3-1- 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 % DBO₅) (14) .

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 (10) .

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 ensoleillées et libres de gel, mêmes alors l'aérobie intégral est probablement rare (10) .

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 (18) .

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 (18).

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 (19) .

Sous l'action de la forte agitation, le milieu liquide devient turbide et les algues ne peuvent proliférer (10).

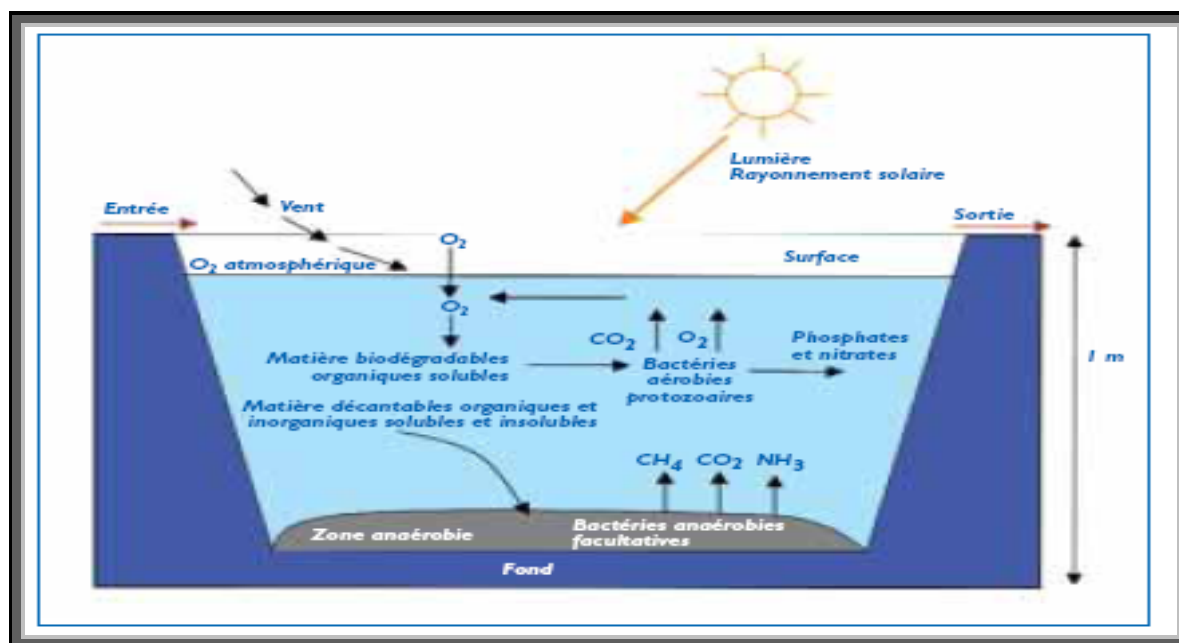


Figure n° 10: Mécanisme de l'épuration par lagunage naturel
(Rubrique guide des services ,2002).

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 les nappes phréatiques et les points d'eaux utilisés comme captage ou eau potable (15) .

Pour réduire la surface d'épandage, il faut néanmoins séparer les eaux polluées et non polluées (19) .

II – 6 -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) .

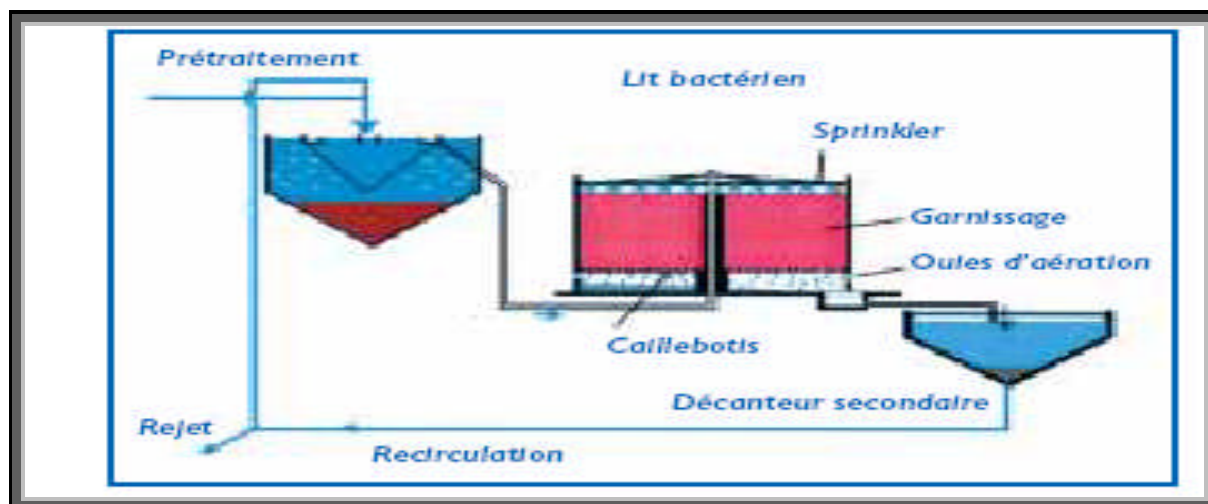


Figure N° 11: Synoptique d'une station d'épuration comportant un lit bactérien (Rubrique guide des services,2002) .

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 zoogée est éliminé par le courant (19) .

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 .



Photo N° 02: 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.(7)

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 (19) .



Photo N° 03: Alimentation du lit bactérien (garnissage plastique)

(Joseph. P et Al, 2002) .

Tableau N° 07 : Le dimensionnement des lits bactériens .

Objectif de rejet	Type de garnissage	Charge organique maximum (kg DBO ₅ /m ³ .j)	Hauteur de matériau minimum (m)	Charge hydraulique minimum (m/h)	Taux de recirculation minimum
≤ 35 mg DBO ₅ /l	Traditionnel	0,7	2,5	1	2
	Plastique	0,7	4	2,2	2
≤ 25 mg DBO ₅ /l	Traditionnel	0,4	2,5	0,7	2,5
	Plastique	0,4	5	1,8	2,5

(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 (21).

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 flocculés suffisamment long (10).

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 (.figure N° 11).

❖ 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.

$$C_M = \frac{DBO_5 \text{ entré (kg / j)}}{M_{boue}} \quad \text{Kg/ j /Kg} \quad \dots\dots\dots(05)$$

On distingue les systèmes :

- A oxydation totale (aération prolongée)0,05 < Cm < 0,1
- à faible charge (Kg DBO₅ / Kg boue .j).....0,1 < Cm <0,2
- à moyenne charge (Kg DBO₂ / Kg boue .j).....0,2 < Cm < 0,5
- à forte charge (Kg DBO₂ / Kg boue .j)..... 0,5 < Cm < 1
- à très forte charge (Kg DBO₂ / Kg boue .j).....1 < Cm < 5

2) - Charge volumique :

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

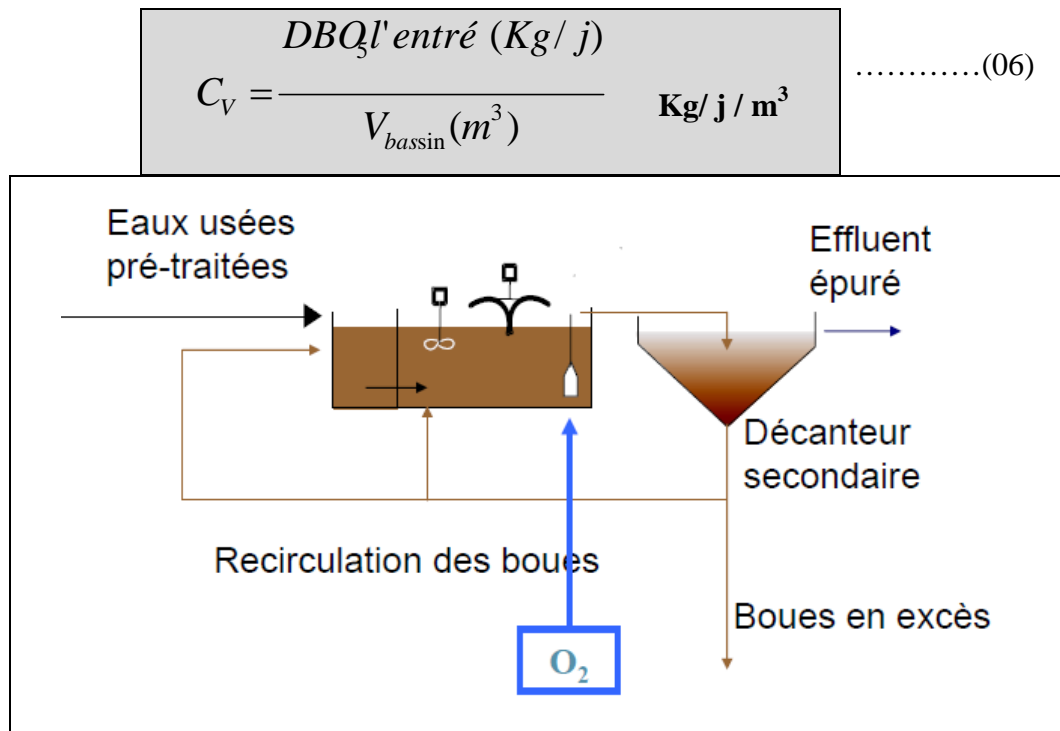


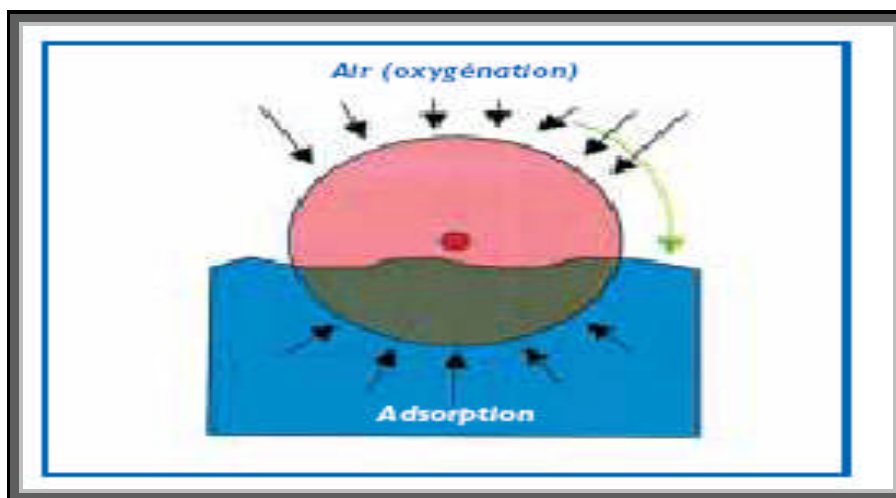
Figure N °12 : Schéma général du procédé de traitement des eaux par boues activées (Thévenot , 2005) .



**Photo N° 04: Bassin d'aération à boues activées
(Thévenot ,2005) .**

c) -Disques biologiques

Une autre technique faisant appel aux cultures fixées est constituée par les disques biologiques tournants (schémas ci-dessous)



**Figure N° 13 : 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) (20) .

La figure N° 14 représente une station d'épuration comporte un disque biologique.

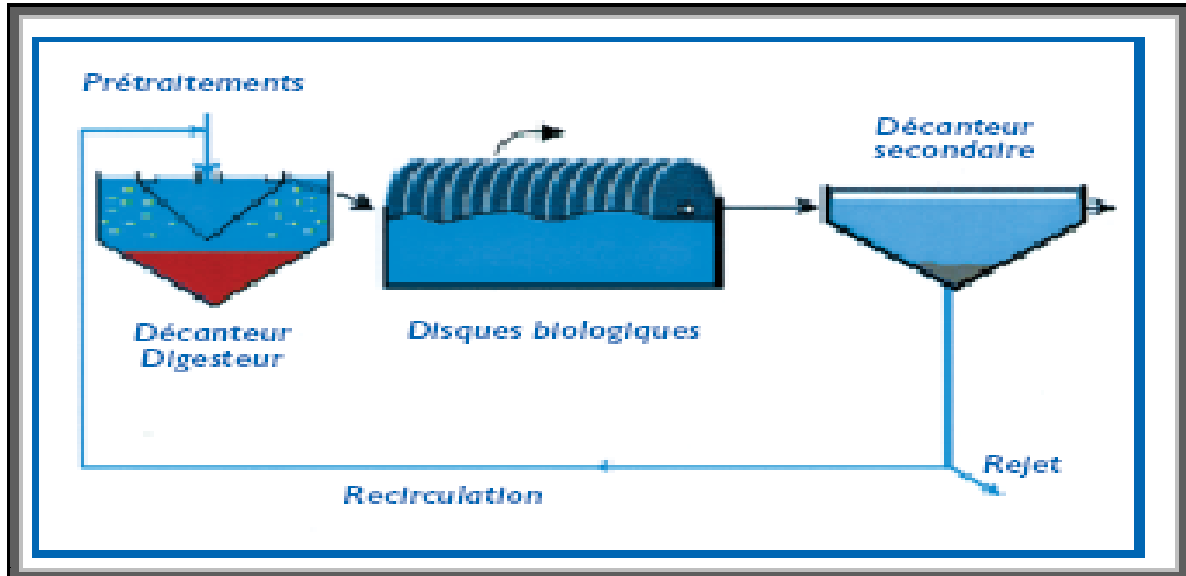


Figure N° 14 : Synoptique d'une station d'épuration comporte un disque biologique (Rubrique guide des services,2001) .



Photo N° 05: Disques biologiques

(Joseph. P et Al, 2002) .

II - 6-4 -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 (13) .

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 (10).

Les objectifs finaux du traitement des boues sont:

- Réduction du pouvoir fermentescible
- Réduction du volume.

II – 6 - 4 - 1-Réduction du pouvoir fermentescible

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

- la stabilisation aérobie.
- La digestion anaérobie.
- la stabilisation chimique.
- pasteurisation. (19) .

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 (19) .

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 (CH₄) et gaz carbonique (10) .

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 (10) .

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 (10).

d) -Pasteurisation:

Elle a pour but unique d'assurer l'aseptisation de la boue de façon à rendre sans risque sans emploi à l'état liquide à fins agricoles. même en cultures légumières, les boues fraîches d'eaux résiduaires urbaines au préalable congelées sont très rapidement le siège de fermentation un fois rendue à l'état liquide (10).

II - 6-4 -2-Réduction du volume

a) -Epaississement

L'épaississement consiste à séparer par gravité ou flottation l'eau interstitielle des particules de boues (10).

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

❖ Epaississement 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 (15).

Le temps de séjour des boues dans les épaississeurs statiques, de forme cylindro-coniques (cf. figures N°14) et (Photo N°06), ne doit pas excéder 24H00 (raisons évoquées précédemment).

Il 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.

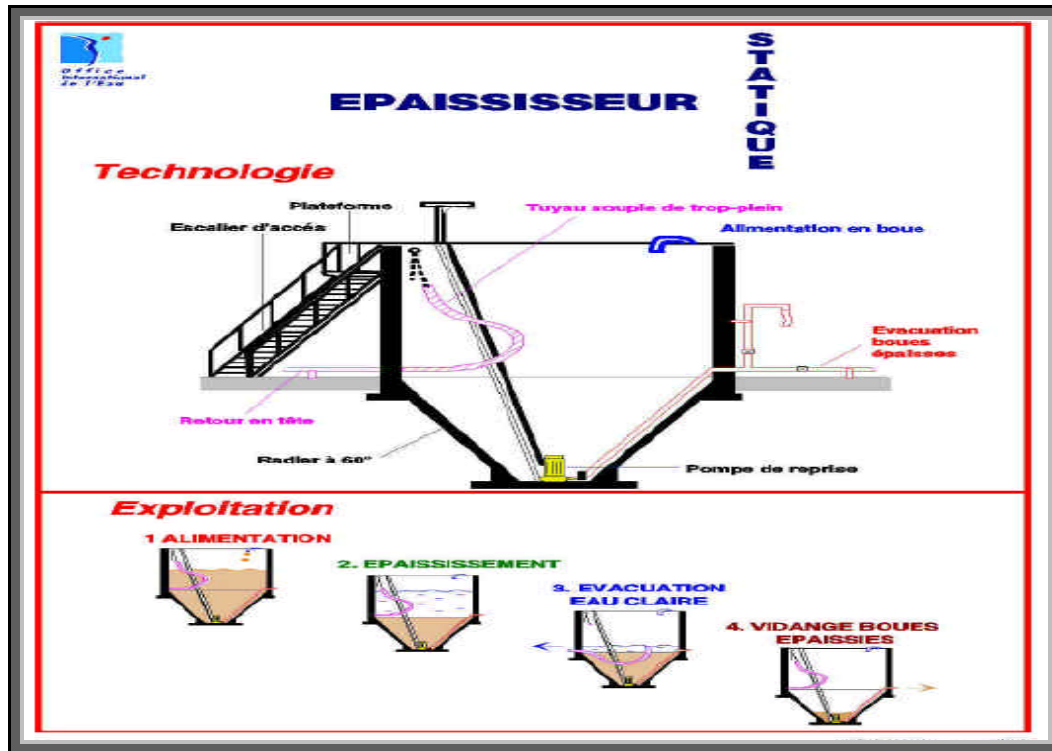


Figure N° 15 : Schéma de principe d'un épaisseur gravitaire (Joseph. P et Al, 2002) .



Photo N° 06: Epaisseur gravitaire (Joseph. P et Al, 2002) .

❖ **Epaississement 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 (22).

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 résiduaire 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 (22).

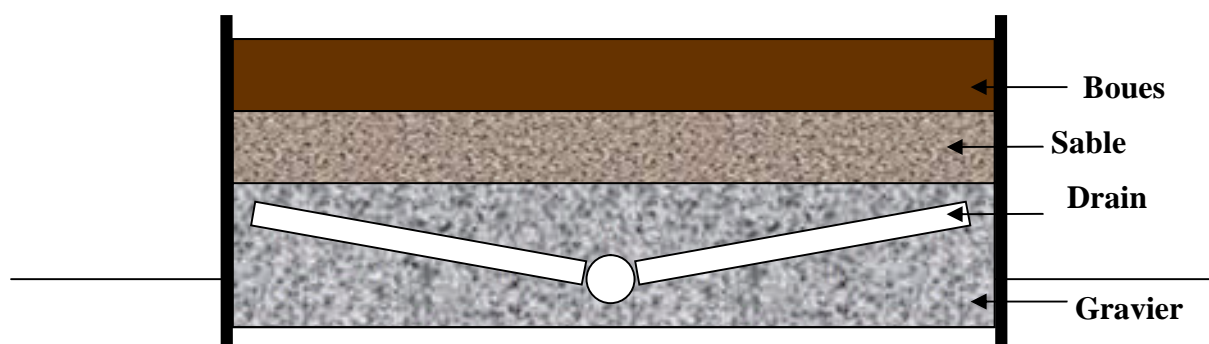


Figure N ° 16 : Coupe d'un lit de séchage .



Photo N° 07: 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 résiduelles 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 (22) .

II – 7 Lagunage aéré :

a) Principe de fonctionnement :

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).

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.

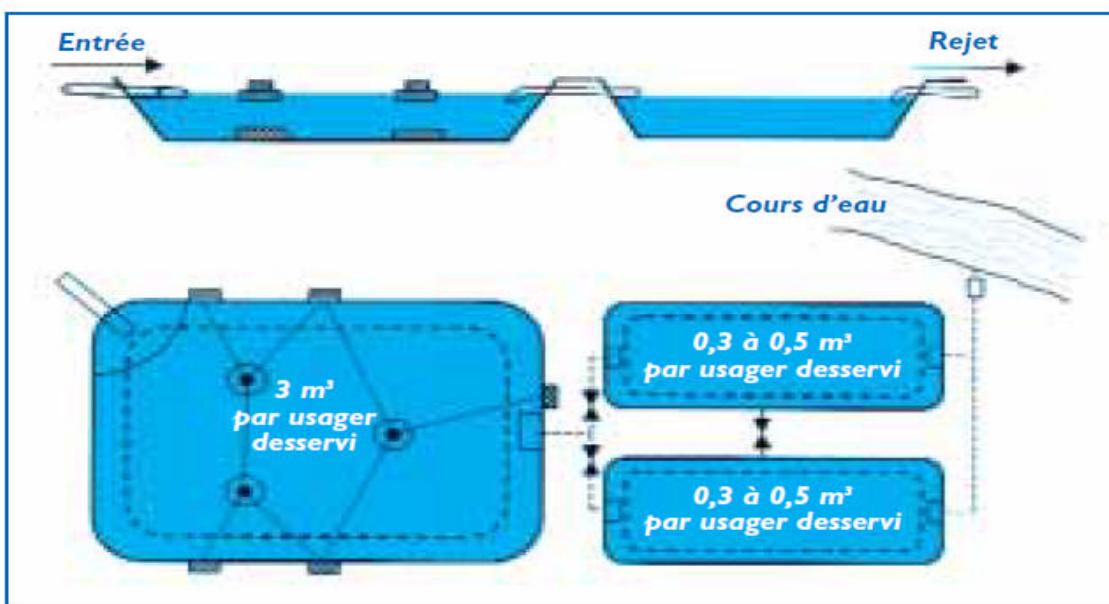


Figure N ° 17 :Schéma de principe d'un lagunage aéré(d'après Agences de l'Eau, CTGREF)

b) Bases de dimensionnement :**Choix des terrains :**

Il faut prévoir une surface comprise entre 1,5 à 3 m² par usager.

c) Lagune d'aération :**Tableau n°08 : Base de dimensionnement pour les lagunes aérées**

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 ³ 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 ₂ / kg DBO ₅ . 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 ³ . 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.

(Rubrique guide des services,2002)

d) Lagunes de décantation :**Tableau n°09 : Base de dimensionnement pour la lagune de décantation**

Paramètre	Base de dimensionnement
volume	0,6 à 1 m ³ par usager desservi (2 bassins de 0,3 à 0,5 m ³ /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.

(Rubrique guide des services,2002)

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

e) Mise en œuvre :

A l'inverse du lagunage naturel, l'étanchéité par une géomembrane 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 étanchéification 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 n°10: 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 ^{ère} 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	

(Rubrique guide des services,2002)

f) 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.

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 tout les deux ans.

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 .

AÉRATION DES LAGUNES :

La fourniture de l'oxygène, indispensable à la vie de la biomasse épuratrice, constitue la part prépondérante de la consommation énergétique d'une station d'épuration à boues activées (50 à 80 %). Généralement, cet oxygène dissous est fourni à partir du transfert de l'air atmosphérique dans le mélange eaux - boues activées, soit par injection d'air dans l'eau, soit par projection d'eau dans l'air.

Dans beaucoup de cas, les dispositifs utilisés ont une double fonction : l'aération et le brassage des boues, afin de maintenir en suspension les micro-organismes et permettre les échanges d'oxygène et de matières nutritives entre le liquide et les bactéries.

L'oxygène apporté doit satisfaire les besoins liés à la respiration des bactéries et autres organismes vivants de la boue activée, ce qui représente une part non négligeable des besoins.

Il ne faut pas oublier que cet oxygène est aussi à la base de l'oxydation de la matière organique (DBO5), ce pourquoi on épure l'eau ! Dans beaucoup de cas (norme ou besoin de fiabilité), les notions d'épuration travaillent en "faible charge" ou "aération prolongée" (charge massique).

Il est impératif de satisfaire les besoins en oxygène, vis-à-vis de l'oxydation de l'ammoniaque (N-NH₄⁺) en nitrates (N-NO₃⁻), ce qui correspond à une dépense très importante d'oxygène.

Par contre, pour éviter de mettre en péril la qualité de l'épuration, et accessoirement pour économiser de l'énergie, il faudra récupérer l'oxygène des nitrates en créant une anoxie (temporelle ou géographique), cet oxygène étant à nouveau disponible pour l'épuration.

II – 8 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.

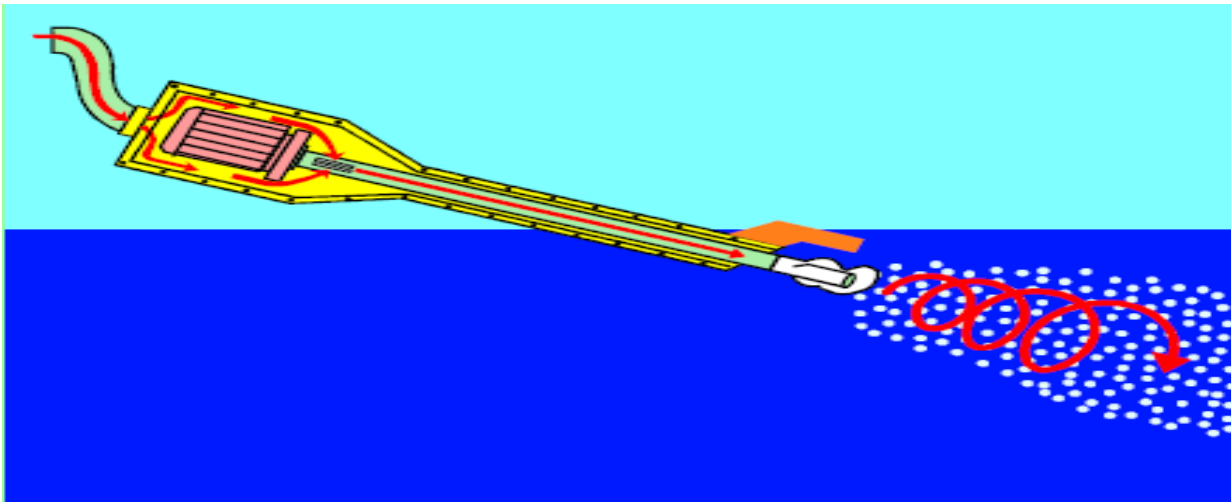


Figure N ° 18 : aérateur Fuchs

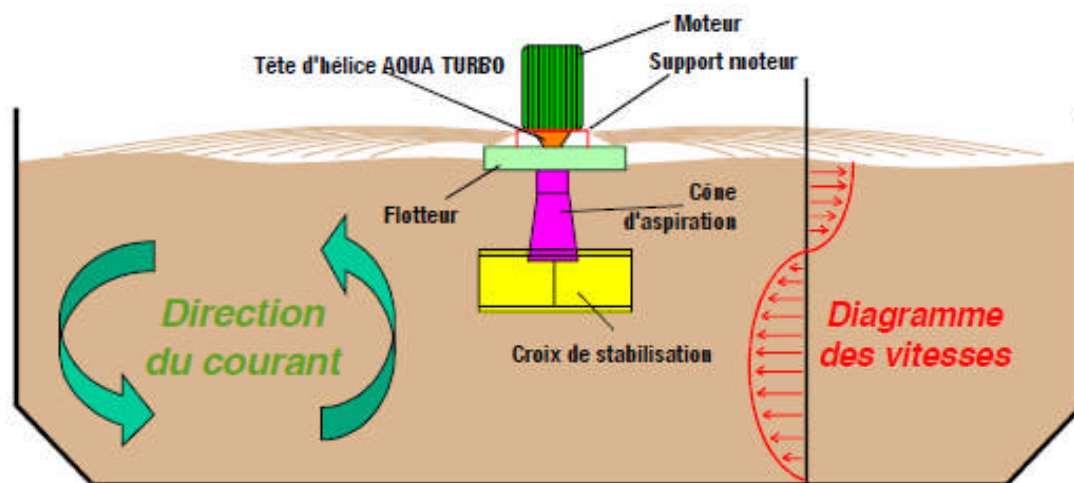


Figure N ° 19 : AQUA SYSTEME

II – 9 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 étudié, la puissance spécifique nécessaire se situe entre 1 et 2 W/m³.

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/m³.

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).

II – 10 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 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).

II -11-Conclusion

L'établissement d'un projet d'épuration des eaux usées nécessite une bonne connaissance des caractéristiques des effluents afin de préserver le traitement biologique contre tout risque de perturbation de fonctionnement.

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 des eaux usées urbaines de la ville d'El -Oued exigent le choix d'une épuration par lagunage aérée.



CHAPITRE III

Etude de rejet

III -1- Introduction

L'évaluation des caractéristiques de pollution se fait sur des échantillons qui ont été correctement prélevés. Il y a tout d'abord un lieu de prélèvement à choisir qui sera caractérisé par un bon mélange de matière à prélever, les prélèvements peuvent être manuel ou par des appareils automatiques.

Le but essentiel de ce type d'étude est la détermination des valeurs des paramètres de pollution et l'interprétation de celle-ci.

III -2- Prélèvement

III -2-1-Echantillonnage

Un échantillonnage vraiment représentatif exige un brassage en amont et aval de l'emplacement choisi pour la prise d'échantillon, puisque le réseau d'égout n'est pas entièrement rempli.

Les prélèvements doivent être dans des flacons en plastique préalablement bien lavés et rincés avec de l'eau à examiner.

III -2-2 - Lieu de prélèvement

Nous avons pu effectuée les prélèvements sur deux principaux emplacement au niveau du:

* Les eaux usées: station de pompage (ST10).

III -2-3- Conditionnement

Les échantillons ont été transportés sur le champ vers le laboratoire I A.D.E de Touggourt ou nous avons réalisé nos analyses

Les échantillons ont été conservés au froid jusqu' au jour suivant pour la détermination des autres paramètres de qualité .

III -2-4- Méthodes d'analyses et résultats

Les mesures de la pollution sont effectuées par analyses physico –chimiques des eaux usées et des eaux traitées au laboratoire A.D.E. d'EL-Oued et les analyses biologiques sont effectuées au laboratoire de Touggourt.

III -2-4- 1- Détermination des pH

➤ **Appareil :** pH Mètre

➤ **Electrode :** Electrode de pH combinée

➤ **Mode opératoire :**

❖ **Etalonnage de l'appareil :**

- Allumer le pH Mètre.
- Rincer l'électrode avec de l'eau distillée.
- Prendre dans un petit bêcher, la solution tampon pH = 7
- Régler l'agitation à faible vitesse.
- Tremper l'électrode de pH dans la solution tampon pH = 7
- Laisser stabiliser un moment jusqu'à affichage du standard 2.
- Enlever l'électrode et la rincer abondamment avec l'eau distillée.
- Ré étalonner de la même manière avec les solutions tampon pH = 9 où pH = 4.
- Puis rincer abondamment l'électrode avec l'eau distillée.

❖ **Dosage de l'échantillon :**

- Prendre environ \approx 100 ml d'eau à analyser.
- Mettre un agitateur avec une faible agitation.
- Tremper l'électrode dans le bêcher.
- Laisser stabiliser un moment avec une faible vitesse d'agitation.
- Puis noter le pH.



Photo N° 08 : pH mètre.

III -2-4- 2-Détermination de la conductivité

➤ Définition :

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm² de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm.

Elle est l'inverse de la résistivité électrique.

L'unité de la conductivité est le Siemens par mètre (S/m).

La conductivité électrique d'une eau s'exprime généralement en microsiemens par centimètre (μS/cm). La relation entre la résistivité et la conductivité est la suivante:

$$R\acute{e}sistivit\acute{e}(\Omega.cm) = \frac{1000000}{conductivit\acute{e}(\mu S / cm)} \dots\dots\dots(07)$$

➤ Matériel :

Conductimètre.

➤ Mode opératoire :

D'une façon générale, opérer de la verrerie rigoureusement propre et rincée, avant usage, avec de l'eau distillée.

Rincer plusieurs fois la cellule à conductivité, d'abord avec de l'eau distillée puis en la plongeant dans un récipient contenant de l'eau à examiner; faire la mesure dans un deuxième récipient en prenant soin que les électrodes de platine soit complètement immergée.

Agiter le liquide (barreau magnétique) afin que la concentration ionique entre les électrodes soit identique à celle du liquide ambiant. Cette agitation permet aussi d'éliminer les bulles d'air sur les électrodes.

➤ **Expression des résultats :**

Le résultat est donné directement en $\mu\text{S}/\text{cm}$.



Photo N° 09 : Conductimètre.

III -2 -4 -3- Détermination de la turbidité**> Définition :**

Réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matière non dissoute.

> Appareil :

- HACH 2100N

> Mode opératoire :

Remplir une cuvette de mesure propre et bien essuyer avec du papier hygiénique avec l'échantillon à analyser bien homogénéisé et effectuer rapidement la mesure, il est nécessaire de vérifier l'absence de bulle d'air avant la mesure.

> Expression des résultats :

La mesure est obtenue directement en NTU.



Photo N° 10 : Turbidimètre (HACH 2100N)

III -2 -4 - 4 -Détermination de l'azote ammoniacal**> Réactifs:**

- Réactif I (décoloré) .
- Acide dichloroisocyanurique 2 g.
- Hydroxyde de sodium (NaOH) 32 g.
- H₂O distillée q.s.p 1000 ml.
- Réactif II (coloré)
- Trictrate de sodium 130 g.
- Salicylate de sodium 130 g.
- Nitropruciate de sodium 0.97 g.
- H₂O distillée q.s.p 1000 ml

> Appareil:

Spectrophotomètre UV-Visible

> Mode opératoire:

- Prendre 40 ml d'eau à analyser
- Ajouter 4 ml du réactif I
- Ajouter 4 ml du réactif II et ajuster à 50 ml avec H₂O distillée et attendre 1h 3 minutes .
- L'apparition de la coloration verdâtre indique la présence de : NH₄⁺ Effectuer la lecture à 655 nm.

> Expression des résultats :

Le résultat est donné directement en mg/l.

III -2 -4-5- Détermination des nitrites NO₂⁻**> Réactifs :**

Réactif Mixte :

- Sulfanilamide 40 g.
- Acide phosphorique 100 ml.
- N-1- Naphtyl éthylène diamine 2 g.
- H₂O distillée q.s.p 1000 ml.

➤ **Appareillage :**

Spectrophotomètre UV Visible

➤ **Mode opératoire:**

- Prendre 50 ml d'eau à analyser
 - Ajouter 1 ml du réactif mixte.
 - Attendre 10 mn.
 - L'apparition de la coloration rose indique la présence des NO_2^- .
- Effectuer la lecture à 543 nm.

➤ **Expression des résultats:**

Le résultat est donné directement en mg/l.

III -2 - 4 - 6 - Détermination de nitrate NO_3^-

➤ **Appareil:**

Etuve.

Spectrophotomètre U.V visible.

➤ **Mode opératoire:**

- Prendre 10 ml de l'échantillon à analyser.
- Ajouter 1 ml de salicylate de sodium.
- Evaporer à sec au bain marie ou à l'étuve 75 - 88° C.
(ne pas surcharger ni surchauffer très longtemps) laisser refroidir.
- Reprendre le résidu avec 2 ml. H_2SO_4 laisser reposer 10 mn.
- Ajouter 15 ml d'eau distillée.
- Ajouter 15 ml de tartrate double de sodium et de potassium puis passer au spectro au 415 nm.

➤ **Expression des résultats:**

Le résultat est donné directement en mg/l à une longueur d'onde de 415 nm.



Photo N° 11: Spectrophotomètre U.V visible.

III -2 - 4 -7 - Détermination des matières en suspension

➤ Appareil:

- Etuve.
- Température : 105 °C.
- Matériels: Fiole, capsules, filtres, rampe de filtration, balance, dessiccateur

➤ Mode opératoire:

- Dans des eaux d'une faible concentration en MES, on utilise des filtres.
- Mouiller le filtre avec de l'eau distillée.
- Mettre dans l'étuve pendant quelques minutes.
- Sortir le filtre, puis le mettre dans le dessiccateur pour le refroidissement.
- Puis peser le filtre sur la balance jusqu'à obtention d'un poids stable.
- Prendre une fiole de 100 ml, laver abondamment avec de l'eau du robinet, puis avec de l'eau distillée.
- Prendre une prise d'essai de 100 ml, placer le filtre dans la rampe de filtration.
- Verser le volume d'eau (100 ml) jusqu'à filtration complète.
- Récupérer le filtre et le mettre à l'étuve à 105 °C pendant 2 heures.
- Mettre le filtre dans le dessiccateur pendant 15 minutes jusqu'à refroidissement total.
- Peser le filtre.

Formule : M.E.S = (P1 - P2) x 1000000 / 100 = (P1 - P2) x 10000(08) .

Avec :

P1 : Poids de filtre en vide.

P2 : Poids de filtre en plein

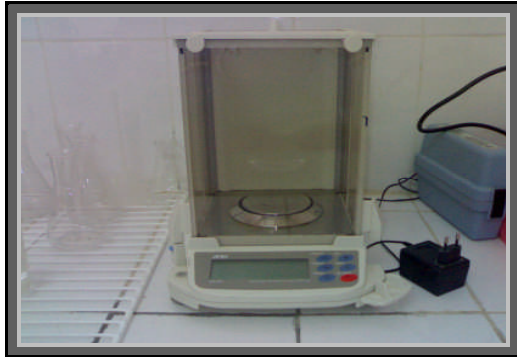


Photo N° 12 : La balance



Photo N° 13 : Dessiccateur

III -2 -4 - 8 - Détermination de la demande biochimique en oxygène :

➤ Appareillages:

- Matériel courant de laboratoire.
- Flacons d'incubation à bouchons rodés de 150 ml.
- Enceinte réglable à 20° C.
- Matériel nécessaire pour le passage de l'oxygène dissous.

➤ Mode opératoire:

L'échantillon est placé sous agitation dans une flacon incubateur hermétiquement relié à manomètre à mercure lors de la biodégradation des matières organiques . Les micros organismes consomment l'oxygène de l'aire contenu dans le flocon provoquant une diminution de la pression au dessus de l'échantillon .

Cette dépression est transmise au manomètre à mesure et la consommation en oxygène et lue sur l'échelle monométrique .



Photo N° 14 : DBO mètre

III -2 -4 -9-Détermination de la demande chimique en oxygène DCO:

➤ Appareillages:

- Spectrophotomètre DREL / 820
- Adaptation de tube **DCO** sur DREL / 820 jaugée 2,00 ml Poire à pipete .

➤ Réactifs:

Produit chimie de la **DCO** sur une bouteille (tube de réactif **DCO**)

➤ Mode opération:

- Ajouter 2 ml d'échantillon en tube de réactif **DCO**.
- Placer le tube bouché dans le réacteur **DCO** et chauffer deux heures à 150 °C.
- Lire la **DCO** directement avec un colorimètre ou Spectrophotomètre.



Photo N° 15 : Réacteur



Photo N° 16 : Spectrophotomètre

Tableau N° 08 : Résultats d'analyses physico-chimiques et biologiques.

Paramètres	Unité	Eaux usées
PH	-	7,84
Conductivité	(μ s/cm)	5130
O ₂ Dissous	(mg/l)	0,18
Température	°C	27,1
Azote Ammoniacale NH ⁺⁴	(mg/l)	1,328
Nitrites NO ₂	(mg/l)	1,082
Nitrates NO ₃	(mg/l)	2,385
Turbidité	(NTU)	-
Matière en suspension Résidu sec à 105 °C MES	(mg/l)	1098
DCO	mg O ₂ / l	573
DBO5	mg O ₂ / l	300

III -3- Interprétation des résultats

Les résultats d'analyse des échantillons nous révèlent la nécessité de traiter les eaux usées avant leur rejet dans l'exutoire, les valeurs de la DBO₅ et de la DCO nous donnent une idée sur le degré de pollution et ainsi la charge polluante qui va se présenter à l'amont du système d'épuration propre.

Le rapport $\frac{DCO}{DBO_5}$ qui donne une indication sur la biodégradabilité des substances

Le rapport est utilisé comme index de biodégradabilité des eaux usées on distingue trois cas cités dans le tableau suivant :

$\frac{DCO}{DBO_5}$	Caractéristiques de l'eau
$\frac{DCO}{DBO_5} < 2$	Facilement biodégradable donc on peut envisager un traitement biologique
$2 < \frac{DCO}{DBO_5} < 3$	L'effluent biodégradable à condition de mettre en place un traitement adéquat (on ajoute des bactéries)
$\frac{DCO}{DBO_5} > 3$	Non biodégradable un traitement physico-chimique s'impose

a) - Température de l'eau :

La température de l'eau usée analysée oscille entre 20 °C et 30 °C ce qui est lié à la période et l'heure du prélèvement, néanmoins les valeurs de la température sont raisonnables.

b) - Potentiel hydrique pH :

Les mesures qui ont été réalisées montrent que la totalité des échantillons ont des valeurs de pH caractéristiques des eaux usées urbaines et sont propices à une bonne épuration biologique.

c) - La conductivité:

Les valeurs de la conductivité sont élevées.

d) - Oxygène dissous:

La concentration à saturation de l'O₂ augmente dans une eau usée, ce qui conduit à l'augmentation de la réserve d'O₂ mise à la disposition des processus d'auto-épuration.

e) - Les matières en suspension (MES):

L'eau usée analysée à une concentration en matières en suspension élevée.

f) - Demande chimique en oxygène (DCO):

La valeur de la DCO est 573 mg/l. Cette valeur est inférieure à 750 mg/l ce qui caractérise eaux urbaines.

g) - Demande biochimique en oxygène (DBO) :

La DBO_5 constitue un bon indicateur de la teneur en matières organiques biodégradables d'une eau brute.

III - 5 -Conclusion

L'évaluation de la quantité de la pollution arrivant en tête de station d'épuration dépend du prélèvement de l'échantillon . Il doit être homogène et représentatif du rejet des eaux usées.

Les eaux brutes qui nous avons testés ont des valeurs dépassent les normes de rejet (Voir tableau N°01 ANNEXE).



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.

- Le prétraitement physique (dégrillage, dessablage et éventuellement déshuilage);
- Le traitement primaire (décantation primaire);
- Le traitement secondaire biologique;
- 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: **(10)**.

$$Q_{\text{moy}} = Q_{\text{moy dom}} + Q_{\text{moy équi}} \dots\dots\dots(10)$$

Avec :

- * Q_{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 :

$$Q_{\text{moy dom}} = N_{\text{habitant}} \times D \dots\dots\dots(11)$$

$$Q_{\text{moy j dom}} = 305953 \times 200$$

$$Q_{\text{moy j dom}} = 61190600 \text{ l/j}$$

$$Q_{\text{moy j équi}} = 33165210 \text{ l/j}$$

$$Q_{moy\ j} = Q_{moy\ dom} + Q_{moy\ \acute{e}qui} \dots\dots\dots(12)$$

$$Q_{moy\ j} = 61190600 + 33165210$$

$$Q_{moy\ j} = 94355810\ l/j$$

$$Q_{moy\ j} = 94355,81\ m^3/j$$

IV – 3– Détermination du débit des eaux usées Q_{eu}

On prend un taux de réduction de 0,8 (23)

$$Q_{eu\ j} = 0,8 \times Q_{moy\ j} \dots\dots\dots(13)$$

$$Q_{eu\ j} = 94355,81 \times 0,8\ m^3/j$$

$$Q_{eu\ j} = 75484,65\ m^3/j$$

➤ **Débit moyen horaire $Q_{eu\ h}$**

$$Q_{eu\ h} = \frac{Q_{moy\ j}}{24} \dots\dots\dots(14)$$

$$Q_{eu\ h} = \frac{75484,65}{24}$$

$$Q_{eu\ h} = 3145,2\ m^3 / h = 0,874\ m^3 / s$$

➤ **Débit diurne:**

$$Q_d = \frac{Q_{moy\ j}}{14} \dots\dots\dots(15)$$

$$Q_d = \frac{94355,81}{14}$$

$$Q_d = 6739,7 \text{ m}^3 / \text{h}$$

► Débit de pointe par temps sec Q_p

- Calcul du coefficient de pointe k_p

$$K_p = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{Q_{moyj}}} \dots\dots\dots(16)$$

$$K_p = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{874}} = 1,584$$

- Débit de pointe :

$$Q_p = k_p \times Q_{moyj} = 1,584 \times 874 \dots\dots\dots(17)$$

$$Q_p = 1384,4 \text{ l/s} \approx 1,38 \text{ m}^3/\text{s}$$

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 intéressés 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 : (24).

DBO5 = 54 g / hab / j .

MES = 70 g /hab / j .

DCO = 120 g / hab/ j .

Matières azotes = 14 g /hab/j .

Matières de phosphore = 04 g /hab /j .

► Charge en **DBO5**

Nombre population de la région d'étude dans l'année 2030 égale 305953 habitant.

* Population total EH = Population total en habitant \times 1,32

* 1,32 Coefficient donné par la moyenne ville (23) .

$$\underline{A-N}: EH = 305953 \times 1,32 = 403857,96 \approx 403858 \text{ EH.}$$

La ratios de raccordement au réseau = 80%

Population raccordement EH = Population total EH × raccordement au réseau

$$\underline{A-N} :N (EH) = 403858 \times 0,8 = 323086,4 \text{ EH.}$$

$$L (Kg DBO_5/j) = 54 \times 10^{-3} \times N (EH)$$

L : Charge en DBO₅ .

$$L = 54 \times 10^{-3} \times 323086,4 = 17447 \text{ Kg /j .}$$

➤ Charge en MES

$$L_0 = 70 \times 10^{-3} \times 323086,4 = 22616 \text{ Kg /j .}$$

L₀ : Charge en MES .

➤ Charge en DCO

$$L_1 = 120 \times 10^{-3} \times 323086,4 = 38770,4 \text{ Kg /j .}$$

L₁ : Charge en DCO .

➤ Charge en Matières azotes

$$L_2 = 14 \times 10^{-3} \times 323086,4 = 4523,21 \text{ Kg /j.}$$

L₂ : Charge en Matières azotes .

➤ Charge en Matières de phosphore

$$L_3 = 4 \times 10^{-3} \times 323086,4 = 1292,34 \text{ Kg /j.}$$

L₃ : Charge en Matières de phosphore .

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

➤ Concentration de la DBO₅ (S) :

$$S = \frac{L}{Q_{eu}} \dots\dots\dots(18)$$

$$S = \frac{17447 \times 10^3}{75484,65} = 231,13 \text{ mg /l}$$

$$S = 231,13 \text{ mg/l}$$

➤ Concentration de la MES (S₀) :

$$S_0 = \frac{22616 \times 10^3}{75484,65} = 299,61 \text{ mg /l}$$

$$S_0 = 299,61 \text{ mg/l}$$


➤ Concentration de la DCO (S_1) :

$$S_1 = \frac{38770,4 \times 10^3}{75484,65} = 513,62 \text{ mg/l}$$

$$S_1 = 513,62 \text{ mg/l}$$

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

Tableau N° 10 : Calcul de débit de eau usée pour le horizon 2030 .

	2030
Q eu (m³/j)	75484,65
Q_{moy h} (m³/h)	3145,2
Q_d (m³/h)	3739,7
K_p	1,584
Q_p (m³/h)	4968
Charge polluantes	
Charge DBO₅ en Kg/j	17447
Charge MES en Kg/j	22616
Charge DCO en Kg/j	38770,4
S (DBO₅) en mg/l	231,13
S₀ (MES) en mg/l	299,61
S₁ (DCO) en mg/l	513,62

IV -5- Les ouvrages 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_P :

$$Q_P = 1.38 \text{ m}^3/\text{s}$$

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

$$Q = V \times T_{eau} \times b \quad \dots\dots\dots(19)$$

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 : Perimetre 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. (25) .

b) - Calcul de b et h :

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

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

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

$$T_{eau} = \sqrt{\frac{1,38}{2 \times 1,2}} = 0,75 \text{ m}$$

$$b = 2 \times T_{eau} = 2 \times 0,75 = 1,5 \text{ m.}$$

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

$$H = 1,15 \times T_{eau} = 1,15 \times 0,75 = 0,8625 \text{ m.}$$

c) - Calcul de la section du canal:

$$S = b \times H = 1,5 \times 0,8625 = 1,29375 \text{ m}^2$$

S = 1,29375 m²

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.

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

$$h_c = \left(\frac{1,38^2}{9,81 \times 1,5^2} \right)^{1/3}$$

$$h_c = 0,442 \text{ m.}$$

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:

$$V_C = \sqrt{(9,81 \times 0,442)}$$

$$V_C = 2,08 \text{ m/s}$$

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

On obtient finalement:

$h > h_C$, $V < V_C$. Alors l'écoulement est fluvial.

❖ **Régime d'écoulement:**

Calculons le nombre de Reynolds défini par :

$$\mathbf{R e} = \frac{V \times D_h}{\partial} \dots\dots\dots(20)$$

Où :

- V : la vitesse d'écoulement.
- ∂ : la viscosité cinématique de l'eau avec $t^\circ = 20^\circ \text{ c}$.
- D_h : diamètre hydraulique.

$$D_h = 4 \times R_h = \frac{4 \times b \times h}{b + 2 \times h} = 2 \times h = 2 \times 0,8625 \text{ (car } b = 2h)$$

$$D_h = 1,725 \text{ m}$$

$$R_e = \frac{V \times D_h}{\partial} = \frac{1,2 \times 1,725}{10^{-6}}$$

$$R_e = 2,07 \times 10^6$$

$R_e > 4000$ Régime d'écoulement turbulent.

Si la rugosité est estimée à $\mathcal{E} = 0,3 \text{ mm}$ (béton). (26).

$$\frac{\mathcal{E}}{D_h} = \frac{0,3 \times 10^{-3}}{1,725} = 0,174 \times 10^{-3}$$

e) – **Calcul de la pente du canal :**

Elle est donnée par :

$$I^{1/2} = V / K_S R^{2/3} \dots\dots\dots(21)$$

K_S : Coefficient de Strickler entre 70 et 80 .

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

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

A-N:

$$I = [\frac{1.2}{70 * 0.906}]^2 = 3.6 \times 10^{-4}$$

On prend : **I = 0,00036**

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

Tableau N° 11 : Caractéristiques du canal d'amenée

Caractéristiques	Valeurs
Nombre de canaux	1
Débit Q (m ³ /s)	1,38
Vitesse max V (m/s)	1,2
Section du canal S (m ²)	1,29375
Largeur b (m)	1,5
Tirant d'eau T _{eau} (m)	0,75
Profondeur du canal H (m)	0,8625
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 du conception :

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

$$S = \frac{Q_{max}}{V \cdot O \cdot C} \dots\dots\dots(23)$$

- ❖ S : Est la surface minimum de la grille, exprimée en m².
- ❖ Q_{\max} : Est le débit maximum admis sur la station, exprimé en m³/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 :

$$S = \frac{1,005}{1,2 \times 0,714 \times 0,5}$$

$S = 2.346 \text{ m}^2$

b)- Calcul de la surface utile des grilles :

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

$$S_u = \frac{1,38}{1,2 \times 0,714 \times 0,5}$$

$S_u = 3,22 \text{ m}^2$

c) - Calcul de tirant d'eau :

On prend la largeur du grille ($l = 1,8 \text{ m}$)

$$T_{eau} = \frac{S_u \times \sin \theta}{l}$$

.....(24)

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

A-N:

$$T_{eau} = \frac{3,22 \times 1}{1,8}$$

$T_{eau} = 1,74 \text{ m}$

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

On utilise la formule suivante :

Alors :

$$L = \frac{T_{eau}}{\sin \theta \times n}$$

.....(25)

* $\theta = 90^\circ$

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

$L = 0,87 \text{ m}$

$$L = \frac{1,74}{2} = 1.87m$$

e)- Calcul de la perte de charge à traversé la grille :

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

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

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

$\beta = 2,42$ (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 N° 12: Caractéristiques du dégrillage.

Caractéristiques	Valeurs
Nombre de grille	2
Débit Q (m ³ /s)	1,38
Vitesse de passage V (m/s)	1,2
Section minimale S(m ²)	3,13
Largueur de la grille l (m)	1,8
Tirant d'eau T _{eau} (m)	1.74
Longueur oblique mouillé L (m)	0,87
Angle d'inclination θ °	90
Epaisseur de barreaux E (mm)	10
Espacement des barreaux e (mm)	25

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 :

$$V_T = Q_P \times t_S \dots\dots\dots(26)$$

Avec :

* Q_P : Le débit de pointe = $1,38 \text{ m}^3/\text{s.}$

* t_S : Temps de séjour en minutes = 4 min.

Donc :

$$V_T = 1,38 \times 60 \times 4 = 331.2 \text{ m}^3$$

$$V_T = 331.2 \text{ m}^3$$

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

On utilisant la formule suivante :

$$S_t = \frac{Q_P}{V_d \times n} \dots\dots\dots(27)$$

(27)

Donc :

$$S_t = \frac{1,38}{0,3 \times 3} = 1,5 \text{ m}^2.$$

$$S_t = 1,5 \text{ m}^2$$

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

On utilisant la formule suivante :

$$S_h = \frac{Q_p}{V_p \times n} \dots\dots\dots(28)$$

Donc :

$$S_h = \frac{1,38 \times 3600}{60 \times 3} = 26,8 \text{ m}^2.$$

$$S_h = 26,8 \text{ m}^2$$

d) - Calcul de la Tirant d'eau :

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

$$T_{eau} = \frac{S_t}{l} \dots\dots\dots(29)$$

Donc :

$$T_{eau} = \frac{1,5}{2} = 0,75 \text{ m}$$

$$T_{eau} = 0,75 \text{ m}$$

e) - Calcul de la longueur du canal :

On utilisant la formule suivante :

$$L = \frac{S_h}{l} \dots\dots\dots(30)$$

Donc :

$$L = \frac{26,8}{2} = 13,4 \text{ m}$$

$$L = 13,4 \text{ m}$$

f) - Volume du sable retenu :

❖ Volume du sable retenu

$$W_s = N \times Q \dots\dots\dots(31)$$

Avec :

* W_s : Volume du sable retenu.

* N : Nombre d'équivalent habitant $N = 323086,4$ EH

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

$$W_s = 323086,4 \times 12 = 3877036,8 \text{ l/an.}$$

$$W_s = 3877,04 \text{ m}^3/\text{an}$$

❖ Injection d' air :

Le débit d'air est estimé de $0,5$ à 2 m³ /h et par m³ de capacité de l'ouvrage .

L'insufflation d'air est assuré avec une charge $1,5$ m³ / m³ d'eau , d'où le volume d'air nécessaire par jour est :

$$V_{\text{air}} = 1,5 \times Q_p = 1,5 \times 1,38 \times 3600 \times 24 = 178848 \text{ m}^3 \text{ d'air / j}$$

$$V_{\text{air}} = 178848 \text{ m}^3 \text{ d'air / j}$$

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

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

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 les dessableur:

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

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

Le tableau ci-dessous représente les caractéristiques du dessableur:

Tableau N° 13 : Caractéristiques du dessableur.

Caractéristiques	Valeurs
Critère de dimensionnement	-
Vitesse d'entraînement des particules V_d (m / s)	0,3
Vitesse de sédimentation V_p (m /h)	60
Caractéristiques géométriques	-
Type de dessableur : canal statique	-
Nombre de canaux n	03
Débit de point Q_p (m³ /s)	1,38
Temps de séjour t_s (min)	4
Volume total V_t (m³)	331,2
Largeur d'un canal l (m)	2
Section transversale humide d'un canal S_t (m²)	1,5
Tirant d'eau T_{eau} (m)	0,75
Section horizontale humide d'un canal S_h (m²)	26,8
Longueur d'un canal L (m)	13,4
Volume de sable retenu W_s (m³ /an)	3877,04
Quantité d'air injecter V_{air} (m³ d'air /j)	173664
Quantité de MM éliminée (mg /l)	230,58
Quantité de MM restante (mg / l)	98,82
Quantité de MES entrant dans les dessableurs (mg / l)	329,4

IV –6- Dimensionnement des lagunes

IV – 6-1- Les lagunes aérés

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

- Charge volumique inférieure ou égale à 25 g DBO / m³ . j .
- Temps de séjour minimal supérieur ou égal à 5 j .

➤ Hauteur d'eau comprise entre 2,5 et 4 m (27).

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

$$25 \text{ DBO}_5 \text{ g} \longrightarrow 1 \text{ m}^3 \cdot \text{j}$$

$$17447000 \text{ DBO}_5 \text{ g} \longrightarrow V_T \text{ (m}^3\text{)}$$

$$V_T = \frac{17447000 \times 1}{25} = 697880 \text{ m}^3$$

$$V_T = 697880 \text{ m}^3$$

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

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

* le premier étage $V_E = 50 \% V_T$

* le deuxième étage $V_E = 30 \% V_T$

* le lagunage de finition $V_E = 20 \% V_T$

a)- pour le 1^{er} étage:

$$V_E = V_T \times 0,5 = 697880 \times 0,5 = 348940 \text{ m}^3$$

$$V_E = 348940 \text{ m}^3$$

b) - pour le 2^{ème} étage:

$$V_E = V_T \times 0,3 = 697880 \times 0,3 = 209364 \text{ m}^3$$

$$V_E = 209364 \text{ m}^3$$

b) - pour le lagunage de finition:

$$V_E = V_T \times 0,2 = 697880 \times 0,2 = 139576 \text{ m}^3.$$

$$V_E = 139576 \text{ m}^3$$

➤ **Calcul du volume d'eaux usées dans chaque lagune :**

➤ a) - pour le 1^{er} étage: Nombre de lagunes : 3 pièces (A₁, A₂, A₃)

$$V_L = \frac{V_E}{3} = \frac{348940}{3} = 116313 \text{ m}^3.$$

$$V_L = 116313 \text{ m}^3$$

b) - pour le 2^{ème} étage: Nombre de lagunes : 3 pièces(B₁, B₂ , B₃)

$$V_L = \frac{V_E}{3} = \frac{209364}{3} = 69788 \text{ m}^3.$$

$$V_L = 69788 \text{ m}^3$$

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

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

$$Q = \frac{V_E}{t_S} \Rightarrow t_S = \frac{V_E}{Q} = \frac{697880}{119232} = 5.85 \text{ jours}$$

$$t_S = 5.85 \text{ jours}$$

➤ Calcul du temps de séjour dans chaque étage :

b)- pour le 1^{er} étage :

$$Q = \frac{V_E}{t_S} \Rightarrow t_S = \frac{V_E}{Q} = \frac{348940}{119232} = 2.93 \text{ jours}$$

$$t_S = 2.93 \text{ jours}$$

b) - pour le 2^{ème} étage :

$$Q = \frac{V_E}{t_S} \Rightarrow t_S = \frac{V_E}{Q} = \frac{209364}{119232} = 1.76 \text{ jours}$$

$$t_S = 1.76 \text{ jours}$$

V-6-1-3- Calcul de la surface de chaque lagunea) - pour le 1^{er} étage:

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

$$S_{L1} = \frac{V_L}{H} = \frac{116313}{3,5} = 33232.29 \text{ m}^2$$

$$S_{L1} = 33232.29 \text{ m}^2 = 3.3 \text{ ha}$$

La surface total dans le premier étage $S_{t1} = S_{L1} \times 3 = 33232.29 \times 3 = 99696.86 \text{ m}^2$

$$S_{t1} = 99696.86 \text{ m}^2 = 9,97 \text{ ha}$$

b) - pour le 2^{eme} étage

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

$$S_{L2} = \frac{V_L}{H} = \frac{69788}{2,9} = 24064.83 \text{ m}^2$$

$$S_{L2} = 24064.83 \text{ m}^2 = 2.4 \text{ ha}$$

La surface total dans le deuxième étage

$$S_{t2} = S_{L2} \times 3 = 24064.83 \times 3 = 72194,48 \text{ m}^2.$$

$$S_{t2} = 72194,48 \text{ m}^2 = 7,22 \text{ ha}$$

IV-6-1-4 - Calcul de la longueur de chaque lagunea) - pour le 1^{er} étage:

On prend la largeur l = 92 m

$$L = \frac{S_E}{l} = \frac{33232.29}{91} = 365.19 \text{ m}$$

$$L = 271,91 \text{ m}$$

b) - pour le 2^{eme} étage:

On prend la largeur l = 91 m

$$L = \frac{S_E}{l} = \frac{24064.83}{91} = 264.44 \text{ m}$$

$$L = 264.44 \text{ m}$$

Les caractéristiques des lagunes sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau N° 14 : Caractéristiques des lagunes aérées.

Caractéristiques	L'année	2030
Débit de pointe Q_P (m ³ /s)		1.38
Volume total V_T (m ³)		697880
Surface total S_t (ha)		17.2
Temps de séjour total t_s (jour)		5.85
1^{er} Etage		/
Temps de séjour de l'étage (j)		2.93
Volume de l'étage V_E (m ³)		348940
Volume de chaque lagune V_L (m ³)		116313
Hauteur d'eau H (m)		3,5
Surface total S_t (m ²)		99696.86
Surface de chaque lagune S_L (m ²)		33232.29
Longueur de chaque lagune L (m)		271.91
Largeur de chaque lagune l (m)		91
2^{eme} Etage		/
Temps de séjour de l'étage (j)		1.76
Volume de l'étage V_E (m ³)		209364
Volume de chaque lagune V_L (ml ³)		69788
Hauteur d'eau H (m)		2,9
Surface total S_t (m ²)		72194.48
Surface de chaque lagune S_L (m ²)		24064.83
Longueur de chaque lagune L (m)		264.44
Largeur de chaque lagune l (m)		91

V-6-1-5 - Quantité DBO₅ éliminée par jour dans chaque lagune

a)- pour le 1^{er} étage:

La concentration initiale de DBO₅ à l'entrée des lagunes est égale à 231,13 mg/l et la concentration de DBO₅ à la sortie est 92,45 mg/l

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

Avec :

C_E : Concentration de DBO₅ éliminé .

C₀ : La concentration initiale de DBO₅ à l'entrée des lagunes.

C_e : La concentration de DBO₅ à la sortie des lagunes .

A-N : C_E = 231,13 – 92,45 = 138,68 mg/l

$C_{ET} = C_E \times Q_P$

(33)

Avec:

C_{ET} : Quantité DBO₅ éliminé par jours .

C_E : Concentration de DBO₅ éliminé .

Q_P : Débit de pointe .

A-N : C_{ET} = 138,68 × 1,38 × 3600 × 24 × 10⁻³ = 16055,6 kg/j

$C_{ET} = 16055,6 \text{ kg / j}$

b)- pour le 2^{ème} étage:

La concentration initiale de DBO₅ à l'entrée des lagunes est égale à 92,45 mg/l et la concentration de DBO₅ à la sortie est 70,17 mg/l

$$C_E = C_0 - C_e$$

A-N : C_E = 92,45 – 70,17 = 22,27 mg/l

$C_{ET} = C_E \times Q_P$

A-N : C_{ET} = 22,27 × 1,38 × 3600 × 24 × 10⁻³ = 2578,33 kg/j

$C_{ET} = 2578,33 \text{ kg / j}$

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

a)- pour le 1^{er} étage:

La concentration en boue est déterminée par la formule suivante : (28)

$$X_a = \frac{X_0 + am \times C_E}{1 + \beta \times t} \dots\dots\dots(34)$$

Avec :

* X_0 : Concentration en MVS à l'entrée 768,6 mg/l .

* C_E : DBO₅ éliminée dans les lagunes = 138,68 mg /l .

Pour les eaux d'origines domestiques :

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

* t = Temps de séjour dans les lagunes = 2.93 jours.

A-N :

$$X_a = \frac{768,6 + 0,57 \times 138,68}{1 + 0,20 \times 2,93} = \frac{813,66}{1,602} = 533.11 \text{ mg /l .}$$

$$X_a = 533.11 \text{ mg/l}$$

b) - pour le 2^{ème} 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'entre du premier étage .

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

$$MVS_S = 768,6 \times 0,6 = 461,16 \text{ mg/l}$$

La concentration en MVS à l'entre du deuxième étage est égale : $768,6 - 461,16 = 307,44$ mg/l.

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

Avec :

* X_0 : Concentration en MVS à l'entrée 307,44 mg/l .

* C_E : DBO₅ éliminée dans les lagunes = 22,27 mg /l .

* t = Temps de séjour dans les lagunes = 1,8 jours.

A-N:

$$X_a = \frac{307,44 + 0,57 \times 22,27}{1 + 0,20 \times 1,8} = \frac{320,13}{1,36} = 235,4 \text{ mg/l}$$

$$X_a = 235,4 \text{ mg/l}$$

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

a) - pour le 1^{er} étage:

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

$$q_{O_2} = (a \times C_E \times Q) + (b \times X_a \times V) \dots\dots\dots(35)$$

Avec :

- * Q : Débit de pointe = 1,38 m³/s
- * V : Volume des lagunes = 116313m³.
- * C_E : La concentration de la DBO₅ éliminée = 0,139 g/l
- * X_a : La concentration en boue = 0,508 g/l
- * a : Coefficient représentant l'oxygène consommé à des fins énergétiques par unité de DBO éliminée ; $0,5 < a < 1,5$ kg d' O₂ / kg DBO (14).

A-N:

$$q_{O_2} = (1,5 \times 0,139 \times 119232) + (0,28 \times 0,508 \times 116313)$$

$$q_{O_2} = 41404.23 \text{ kg O}_2 / \text{j}$$

le nombre des aérateurs nécessaire pour oxygénation de lagune est 13 aérateurs .

$$q_{O_2} = \frac{41404.23}{13} = 3184.94 \text{ kg O}_2 / \text{j}$$

$$q_{O_2} = 132.71 \text{ kg O}_2 / \text{h}$$

b) - pour le 2^{eme} 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 = 1,38 m³/s
- * **V** : Volume des lagunes = 69788 m³.
- * **C_E** : La concentration de la DBO₅ éliminée = 0,0297 g/l
- * **X_a** : La concentration en boue = 0,235 g/l .
- * **a** : Coefficient représentant l'oxygène consommé à des fins énergétiques par unité de DBO éliminée ; 0,5 < **a** < 1,5 kg d' O₂ / kg DBO **(14)**.

A-N :

$$q_{O_2} = (1,5 \times 0,0297 \times 119232) + (0,28 \times 0,235 \times 69788)$$

$$q_{O_2} = 9903.84 \text{ kg O}_2 / \text{j}$$

le nombre des aérateurs nécessaire pour oxygénation des lagunes est 06 aérateurs .

$$q_{O_2} = \frac{9903.84}{6} = 1650.64 \text{ kg O}_2 / \text{j}$$

$$q_{O_2} = 68.78 \text{ kg O}_2 / \text{h}$$

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

Si on considère que l'apport spécifique d' O₂ à vitesse lente est de 1,5 kg O₂ par KWh.

a)- pour le 1^{er} étage:

On utilise de la formule suivant:

$$P_E (\text{KWh}) = \frac{132.71}{1,5} = \boxed{P(\text{KWh}) = \frac{q_{O_2}}{1,5}} \dots\dots\dots(36)$$

72,51 KWh.

$$P_E (\text{KWh}) = 88.47 \text{ KWh}$$

b) - pour le 2^{eme} étage:

$$P_E (\text{KWh}) = \frac{68.78}{1,5} = 45.85 \text{ KWh.}$$

$$P_E (\text{KWh}) = 45.85 \text{ KWh}$$

Le tableau ci-dessous représente les caractéristiques suivants

Tableau N° 15 : Caractéristiques de quantité de DBO₅ éliminé et puissance d'aérateur des lagunes.

L'année	2030
Caractéristiques	
Pour le 1^{er} étage	
Quantité de DBO ₅ éliminé CET (kg / j)	16055,6
Concentration en boue X a (mg / l)	507,90
Quantité d'O ₂ qO ₂ (kg O ₂ / h)	132,71
Nombre des aérateur n (KWh)	39
Puissance de l'aérateur P (KWh)	88,47
Pour le 2^{ème} étage	
Quantité de DBO ₅ éliminé CET (kg / j)	2578,33
Concentration en boue X a (mg / l)	235,4
Quantité d'O ₂ qO ₂ (kg O ₂ / h)	68,78
Nombre des aérateurs n	18
Puissance de l'aérateur P (KWh)	45,85

IV – 6 -2 - Le lagunage de finition(F₁, F₂, F₃) :

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

$$V_E = V_T \times 0,2 = 697880 \times 0,2 = 139576 \text{ m}^3.$$

$$V_E = 139576 \text{ m}^3$$

IV-3 -2-2- Calcul du volume des eaux usées de chaque lagune :

$$V_L = \frac{V_E}{3} = \frac{139576}{3} = 46525.33 \text{ m}^3.$$

$$V_L = 46525.33 \text{ m}^3$$

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

$$Q = \frac{V_E}{t_S} \Rightarrow t_S = \frac{V_E}{Q} = \frac{139576}{119232} = 1,2 \text{ jours}$$

$$t_S = 1,2 \text{ jours}$$

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

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

$$S_L = \frac{46525.33}{1.5} = 31016.89 \text{ m}^2$$

$$S_L = 31016.89 \text{ m}^2 = 3.1 \text{ ha}$$

La surface totale dans le lagunage de finition $S_t = S \times 3 = 31016.89 \times 3 = 93050,65 \text{ m}^2$

$$S_t = 93050,65 \text{ m}^2 = 9,3 \text{ ha}$$

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

On prend la largeur $l = 91 \text{ m}$

$$L = \frac{S}{l} = \frac{31016.89}{91} = 340.84 \text{ m}$$

$$L = 340.84 \text{ m}$$

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

Tableau N° 16 : Caractéristiques du lagunage de finition .

L'année	2030
Caractéristiques	
Volume total de l'étage (m³)	139576
Temps de séjour de lagune ts (jour)	1,2
Volume de chaque lagune V_L (m³)	46525.33
Hauteur d'eau H (m)	1,5
Surface total S_t (m²)	93050,65
Surface de chaque lagune S_L (m²)	31016.89
Longueur de chaque lagune L (m)	340.84
Largeur de chaque lagune l (m)	91

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 : 120 l/EH/an.
- Siccité des boues : 10% en fond de bassin 8% à l'extraction
- L'épaisseur maximale de boues épandues sur les lits : 65 cm.

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

$$120 \text{ l} \longrightarrow 1 \text{ EH}$$

$$V_b = \frac{V_b (1) \times 120}{1000} = 38770,4 \text{ m}^3 \quad \boxed{V_b = 38770,4 \text{ m}^3}$$

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

L'épaisseur maximale de boues épandues sur les lits : 65 cm. (H =0,65 m).

$$S_t = \frac{V_b}{H} = \frac{38770,4}{0,65} = 59647 \text{ m}^2 \quad \boxed{S_t = 59647 \text{ m}^2}$$

b)- Calcul de la surface de chaque bassin :

Il existant dans la station d'épuration 10 Bassins

Donc la surface de chaque bassin :

$$S_b = \frac{S_t}{10} = \frac{59647}{10} = 5964,7 \text{ m}^2 \quad \boxed{S_b = 5964,7 \text{ m}^2}$$

c) - Calcul de la longueur du bassin:

On prend la largeur $l = 48 \text{ m}$

$$L = \frac{S_b}{l} = \frac{5964,7}{48} = 124,26 \approx 124 \text{ m} \quad \boxed{L = 124 \text{ m}}$$

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

Tableau N° 17 : Caractéristiques du lits de séchage .

L'année	2030
Caractéristiques	
Débit de pointe (m³ /s)	1.38
Volume de boue V_b (m³)	38770,4
Volume de chaque bassin V_b (m²)	4260,5
L'épaisseur des boues H (m)	0,65
Surface total S_t (m²)	59647
Surface de chaque bassin S_b (m²)	5964.7
Longueur de chaque bassin L (m)	124
Largeur de chaque bassin l (m)	48
Nombre des bassins	10

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 déversants 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 siphonide 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 vu 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 de forme rectangulaire 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.



CHAPITRE V

Maintenance et
exploitation de la
station d'épuration

V-1-Introduction

Le bon fonctionnement et la durée de vie d'une station d'épuration dépendent fortement de l'entretien de ses ouvrages. A ce niveau, plusieurs travaux de nettoyage, entretien et réparation doivent être réalisés périodiquement.

V-2- Contrôle de fonctionnement

- 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 repeint 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.

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:

a) -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.

b) - 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 est 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.

V-3-Mesures de paramètres de fonctionnement de la station

a)- 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.

b) - 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.

c) - **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.

V-4- Entretien des ouvrages

a) - **Le dégrilleur**

Les déchets seront évacués quotidiennement afin d'assurer le bon fonctionnement électromécanique de l'installation.

b) - **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.

c) - **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.

d) - Lit de séchage

- ❖ Préalablement à l'épandage des boues liquides, le lit de sable devra être soigneusement désherbé et ratissé afin de détasser 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.

V-5- Hygiène et sécurité dans le travail

Parmi les aspects techniques du traitement, ceux qui ont trait à l'hygiène et la sécurité du personnel revêtent une importance de premier plan.

Les accidents de travail comme les maladies professionnelles pénalisent le travailleur lui-même

Par des douleurs physiques, des handicaps temporaires ou permanents et parfois mortels, sans oublier l'effet moral désastreux que cela peut engendrer sur le personnel. Ce dernier doit perpétuer aux soucis de l'hygiène et de la sécurité. En favorisant des habitudes saines et en mettant des consignes de nature à protéger tous les effectifs.

Les risques de traumatismes sont nombreux dans les stations de traitement et dans les ouvrages qui leur sont associés tels que les égouts et les stations de pompages. On distinguera:

a) - Les risques banals

Parmi les risques banals on citera:

- ❖ Les lésions au dos, les foulures et contusions;
- ❖ Les coupures, écorchures;
- ❖ La pénétration d'un corps étranger dans l'œil;
- ❖ La chute d'un objet sur le pied;
- ❖ Les blessures à la tête.

Ces risques banals peuvent être évités par un entretien ménager adéquat des lieux de travail et par le port de tenue de travail approprié (casques, gants, chaussures,...)

B)- Les risques spécifiques

Les risques d'infection associés aux eaux usées proviennent du contact avec ces eaux. Les boues ou les dispositifs souillés par ces eaux. Ce contact peut entraîner des infections telles que le tétanos, la fièvre typhoïde, dysenterie, diarrhée, il faut donc :

- ❖ Eviter tout contact avec les eaux usées et les boues.
- ❖ Après une intervention quelconque auprès des appareils de traitements des eaux usées, se laver les mains et la figure.
- ❖ Eviter de boire ou de manger dans le Voisinage des ouvrages de traitement des eaux usées.
- ❖ Se Vacciner obligatoirement contre le tétanos, la tuberculose, la typhoïde.

c) - Risques associés aux gaz Vapeurs et Vapeurs et poussières

Parmi les risques spécifiques, il y a ceux liés aux gaz Vapeurs et poussières. En effet, plusieurs réactifs chimiques gazeux tels que l'oxygène, le chlore, le dioxyde de chlore et le dioxyde de soufre sont utilisés pour traiter les eaux.

De plus, la fermentation anaérobie des eaux usées dans les égouts et puits de pompage occasionne le dégagement des gaz suivants:

- ❖ Le méthane CH₄;
- ❖ Le sulfure d'hydrogène, H₂S;
- ❖ Le dioxyde de carbone CO₂ auxquels s'ajoutant des traces d'hydrogène et d'ammoniac.

La plupart de ces gaz sont inflammables et hautement toxiques.

d)- Autres risques

Les autres risques auxquels le personnel exploitant la station est exposé sont:

- ❖ Les risques liés à l'électricité.
- ❖ Les risques d'incendie.
- ❖ .Les risques mécaniques.
- ❖ Les risques en laboratoire.
- ❖ Les risques de chute dans les bassins.

V-6- Disposition générale

Le préposé à l'exploitation d'une station de traitement a la responsabilité d'assurer à son personnel un milieu de travail sur 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 trousse de premiers soins;
- Maîtriser 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 tout les membres du personnel en ce qui trait à 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.

V-7- Conclusion

Le maintien en parfait de la station d'épuration exige des travaux d'entretien, de réparation et de nettoyage périodiques des différents ouvrages et dispositifs. La qualité des eaux épurées doit également être contrôlée par la mesure des différents paramètres physiques et chimiques.

Le bon fonctionnement de la station nécessite aussi la protection du personnel d'exploitation contre tous risques.



CONCLUSION GENERAL

CONCLUSION GENERALE

L'objectif de notre travail était l'étude d'une station d'épuration pour traiter les eaux usées avant le déversement dans le rejet .

Dans le dimensionnement d'une station d'épuration ,il est nécessaire d'analyser les eaux usées bruts et de déterminer le degré de pollution .Le choix du procédé d'épuration se basent sur les résultats d'analyses des paramètres physico-chimiques et biologiques testés afin de déterminer le procédé convenable.

Le procédé choisi est le traitement biologique par lagunage aérée.

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.

Notre station sert à :

- ✿ Supprimer les nuisances et les risques actuels de contamination au niveau des zones urbaines .
- ✿ Evacuer les eaux traitées afin de supprimer les impacts négatifs sur les ressources naturelles.
- ✿ Préserver les ressources en eau en réutilisant et valorisant les eaux traitées .

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

- (1) **D.U.C , 2001** , Direction urbaine et construire
- (2) **A.N.R.H,** Agence Nationale des Ressources Hydraulique Ouargla .
- (3) **O.N.M 2014** , Office Nationale de métrologique De la Wilaya d' El-Oued (2014- Guemar) .
- (4) **O.P.U,1980** , Cours d'assainissement urbain a l'université des sciences et des techniques , Alger 2^{ème} Ed , O.P.U.
- (5) **Kadraoui A , 1998** , Utilisation des ressources en eau souterraine au Sahara
- (6) **Dubost D , 2002** , Ecologie , aménagement et développement agricole des oasis Algériennes Ed: Centre dev recherche scientifique et technique
- (7) **Ediline , 1992** , épuration biologique des eaux usées urbaines Tome i I Ed O.P. U.
- (8) **Mecheri et Ben Abdslam , 1989** , Assainissement de la ZHUN OUEST et station d'épuration de la ville de Biskra ,thèse hydraulique , Biskra , Juin .
- (9) **Manic , 2000** , Réseaux communautaires d'eaux usées ,Octobre .
- (10) **Degrémont , 1978** , Memento technique de l'eau usée 8^{ème} Ed.
- (11) **Mohand , 2001** , Cours de procèdes unitaires biologiques et traitement des eaux .
- (13) **Bonnin .j ,1977** , Hydraulique urbain 4^{ème} Ed Eyrolles .
- (14) **Gomella .C , Geurree H ,1983** , Les eaux usées dans les agglomérations urbains ou rurale Tome 2, traitement , Ed Eyrolees .
- (15) **Mesmoudi.T,Y.A ,1990** , Station d'épuration d'eaux usées de la ville de sidi Okba W. Biskra thèse d'ingénieur en hydraulique Biskra Juin .
- (16) **Cemegref ,2002** , Etude des prétraitement compactes basés uniquement sur
- (17) **Rubrique guide des services , 2001** , Procédé extensifs d' épuration des eaux usées
- (18) **J.P Beaudry , 1984** , Traitement des eaux ,Ed Griffon d'argile.

(20) **Remini . B, 2005** , La problématique de l'eau en Algérie .Ed: Office des publication Universitaire Ben-Aknoune , p : 162

(21) **Durand .JH et Rent Y, 1983** , Les sols irrigables ,étude pédologique ,

(21) **Gaid ,1984** , épuration biologique des eaux usées Ed CEBEDOC .

(22) **Frank N Kemmer ,1984** , manuel de l'eau Ed Lavoisier .

(23) **Marc Sation et bécher Selmi ,1999**, Guide technique d'assainissement 2^{ème} Ed .EROLLES,Paris.

(24) **Carlier M ,1986**, Hydraulique générale et appliquée , Ed .

(25) **A.P.D , 2004** , Etude d'assainissement des résiduaires pluviale d'irrigation

(26) **Bonnin .j ,1977** , Hydraulique urbain appliquée aux agglomération de

MISSION IIC: AVANT PROJET DETAILLE

petite et Moyenne importance , 1^{er} Ed Eyrolles.

Le tamisages fin .cas du traitement des eaux usées résiduaires

Urbaines ou domestiques , Novembre .

(27) **Thévnnot ,2005** , Master SGE Module Eau (34U3) : Chap 3 : Epuration des eaux usées

Norme de rejet : Décret N° 39 .160 ,10/07/1993

Valeurs limites maximales des paramètre de rejet des installation de déversement industrielles :

Pparamètres	Unités	Valeurs maximales
Temperature	C°	30
PH	-	5,5 à 8,5
MES	mg/l	30
DBO₅	mg/l	40
DCO	mg/l	120
Azote kjeldahl	mg/l	40
Phosphates	mg/l	02
Cyanures	mg/l	0,1
Aluminum	mg/l	05
Chrome 3+	mg/l	0,2
Chrome 6+	mg/l	3,0
Fer	mg/l	0,1
Manganèse	mg/l	05
Mercure	mg/l	01
Nickel	mg/l	0,01
Plomb	mg/l	05
Guivre	mg/l	01
Zinc	mg/l	03
Huiles et graisses	mg/l	05
Hydrocarbures	mg/l	20
Phénols	mg/l	20
Soulants organique	mg/l	0,5
Chlore actif	mg/l	20
PCB	mg/l	0,1
Détergents	mg/l	0,001
Tensioactifs anioniques	mg/l	02
		10

Source : (centre de formation au métier de l' assainissement)