

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE -ARBAOUI Abdellah-

DEPARTEMENT DE L'HYDRAULIQUE URBAIN

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option : Assainissement

THEME:

**Etude de la station d'épuration des eaux usées de la ville
de Souk-El-Tenin (W.Bejaia)**

Présenté par :

Mr : GUECHARI Fodil

DEVANT LES MEMBRES DE JURY

Nom et prénom	Grade	Qualité
M ^{me} MEDDI HIND	M.C.B	Présidente
M ^r DERNOUNI YUCEF	M.A.A	Examineur
M ^{me} HOULI SAMIA	M.A.A	Examinatrice
M ^r BOUNAH YOUNES	M.A.B	Examineur
M ^r TAARABET MOHAMMED	Ingénieur	Invité
M ^{me} TAFAT LEILA	M.A.A	Promotrice

Septembre - 2014

REMERCIEMENTS

Je remercie Dieu le tout puissant, pour m'avoir donné la santé, le courage et la volonté d'étudier et pour m'avoir permis de réaliser ce travail.

Je tient à remercié vivement ma famille, surtout mes parents qui grâce a eux je suis là aujourd'hui.

Et j'exprime tout ma reconnaissance à :

Ma promotrice M^{me} TAFAT pour ces précieux conseils et tous les enseignats de l'ENSH.

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

M^{me} Chergui et M^r Mansour de la DHW de la wilaya de Bejaia pour leurs soutiens .

Enfin je remercie tout ceux qui m'on épaulé a faire ce travail.

G.Fodil

Dédicace

Je dédie mon travail à :

Mon père et ma mère et mes frères Amar, Bouhou et Moussa et à mes soeurs
et leurs maris Hamid, Belkacem et Bouzid

Et leurs enfants Rayane, Amine, Mohand et Baya.

Ma grand mère Yaya Zahra.

Mes amis : Sao, Bilel, Farid, Mounir, Yahia, Hicham, Thiziri, Fatima, Samia,
Larbi, Bank's, Belaid, Stephane, Hcissou.

Mes amis de l'ENSH : Rabah, Rachid, Omar, Mehdi, Kaci, Zinou, Karim,
Djamel, Aghilas, Akli, Aziz, Belkacem, Fayçal, Hicham, Hilal, Latif, M'hend,
Mouloud, Mumus, Nabil, Nacer, Mouloud, Redouane, Sami, Sofiane, Tarik,
Tayeb, Toufik, Yazid, Yassine, Ahmed, Moussa, Zouhir, Aghilas.

G. Fodil

ملخص

عملنا الحالي يتضمن إقامة محطة تطهير المياه المستعملة على مستوى مدينة سوق الاثنين بولاية بجاية.

يهدف هذا العمل الى المحافظة على الوسط الطبيعي وحماية الصحة العمومية ضد كل تلوث
مذكرتنا هذه تتضمن دراسة لتجسيد المحطة على مرحلتين

- 1-الأولى معالجة المياه المستعملة في أفق 2025 ذات قدرة 38041 نسمة.
- 2-الثانية توسيع المحطة لضمان رفع قدرة الاستيعاب إلى 49667 نسمة في أفق 2040

Résumé

Notre travail consiste à réaliser une station d'épuration des eaux usées au niveau de la ville de Souk-El-Tenin a la wilaya de Bejaia afin de préserver le milieu naturel et protéger la santé publique contre toute pollution

Cette station se réalise en deux phases :

La première phase permettra de traiter la pollution de 38041 équivalent habitant à l'horizon de 2025.

La deuxième phase correspond à une augmentation de la capacité initiale de la station soit de 49667 équivalent habitant à l'horizon de 2040.

Abstract

Our dissertation turns around establishing a water purification station for used water in the town Souk-El-Tenin (BEJAIA). This study aims at protecting the natural environment as well as the public health through.

The study is divided into two phases:

- 1-The first phase permits to treat the used water of 38041 inhabitants till 2025.
- 2-The second aims of enlarging the station to raise its capacity to 49667 till 2040.

Sommaire :

Introduction générale

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

Introduction	2
I-1 situation géographique	2
I-2 Topographie et relief de la région	4
I-3 localisation du site d'implantation	4
I-4 La situation climatique	5
I-4-1 les précipitations	5
I-4-2 La température	6
I-4-3 L'ensoleillement	7
I-4-4 L'évaporation	7
I-4-5 Les vents	8
I-4-6 L'humidité	8
I-5 La situation hydraulique	9
I 5-1 situations actuelles et futures du réseau d'alimentation en eau potable	9
I 5-2 situations actuelles et futures du réseau d'assainissement	10
I-6 La situation économique	10
I-6-1 Activités agricoles	10
I-6-2 Activités industrielles	10
I-7 La situation démographique	10
Conclusion	12

Chapitre II : Les types de pollution dans les eaux usées

Introduction :	13
II-1 Définition de la pollution des eaux usées	13
II-2 Origine des eaux usées	13
II-2-1 Les eaux usées domestique	13
II-2-2 Les eaux usées industrielles	13
II-2-3 les eaux pluviales	13
II-2-4 les eaux parasites	14
II-2-5 les eaux d'origine agricoles	14
II-3 Pollution des eaux usées	14

II-3-1 pollution organique	14
II-3-2 pollution minérale	15
II-3-3 pollution microbiologique	15
II-3-4 pollution toxique	15
II-4 Paramètres de pollution des eaux usées	15
II-4-1 Paramètres physiques	15
II-4-2 Paramètres chimiques	17
II-4-2 Paramètres biologiques	21
II-5 normes de rejets	21
II-6 pollution rencontrées dans la région d'étude	22
II-6-1 pollution due à l'activité l'industrie	22
II-6-2 pollution due à l'activité agricole	22
II-6-3 La situation actuelle de l'assainissement et recensement des rejets	22
Conclusion	22

Chapitre III : Les procédés d'épuration des eaux usées

Introduction	23
III-1 Procédés de traitements des eaux usées	23
III-1-1 procédés physique	23
III-1-1-1 les prétraitements	23
III-1-1-2 les traitements primaires	27
III-1-1-2 : traitements biologiques	28
III-2 Choix du procédé d'épuration	31
III-3 Caractéristique du procédé a boues activées	32
III-4 Traitement tertiaire	33
Conclusion	34

Chapitre IV : Analyse des eaux brutes et mesure de la charge polluante

Introduction	35
IV-1 Analyse des rejets	35

IV-1-1 L'échantillonnage	35
IV-1-2 conditions générales du prélèvement	35
IV-1-3 précaution à prendre durant le transport des échantillons	35
IV-1-4 identification des points de prélèvement	35
IV-1-5 paramètres analysés	36
IV-2 les résultats de l'analyse	36
IV-2-1 interprétation des résultats	38
IV-2-2 Mesure de la charge polluante et les charges hydrauliques	39
IV-2-2-1 Les charges hydrauliques	39
IV-2-2-2 Les charges polluante	42
Conclusion	44

Chapitre V : Traitement des boues

Introduction	45
V-1 Objectif du traitement des boues	45
V-2 Origine et nature des boues	45
V-3 Composition des boues	45
V-3 Traitement des boues	46
V-3-1 Epaissement des boues	46
V-3-2 La stabilisation des boues	46
V-3-3 La déshydratation	47
V-3-4 Le séchage	47
V-4 Destination finale des boues	48
Conclusion	49

Chapitre VI : Dimensionnement des ouvrages :

Introduction	50
VI-1 les prétraitements	50
V-1-1- Le dégrilleur	50
V-1-2- le Dessableur-déshuileur	53
VI-2- les traitements primaires	56
VI-2-1- le décanteur primaire	56
VI-3- les traitements biologiques	58

VI-3-1-variante a faible charge	58
VI-3-1-1- Bassin d'aération	58
VI-3-1-2- Calcul du clarificateur (décanteur Secondaire)	63
VI-3-2-variante a moyenne charge	66
VI-3-2-1- Calcul du bassin d'aération	67
VI-3-2-2-Calcul du clarificateur (décanteur secondaire)	71
VI-4- Traitement tertiaire (désinfection)	74
VI-4-1-Dose du chlore à injecter	74
VI-4-2-Calcul de la quantité de l'eau javel (X)	74
VI-4-3- La quantité d'hypochlorite de sodium nécessaire (Qj)	74
VI-4-4- La quantité annuelle d'hypochlorite de sodium (Qa)	75
VI-4-5- Dimensionnement du bassin de désinfection	75
VI-5- Traitement des boues	76
VI-5-1- Variante a faible charge	76
VI-5-1-1-L'épaississement	76
VI-5-1-2- Calcul des lits de séchage	77
VI-5-2- Variante moyenne charge	79
VI-5-2-1-L'épaississement	79
VI-5-2-2-Stabilisateur aérobie	79
VI-5-2-3-Calcul des lits de séchage	82
Conclusion	84

Chapitre VII : Calcul hydraulique :

Introduction	85
VII-2-Profil hydraulique	85
VII-2-1- Côtes du terrain naturel et cotes radier des différents ouvrages de la station d'épuration des zones d'implantation des ouvrages	85
VII-2-2- Calcul des pertes de charges et des diamètres des conduites reliant les ouvrages	85
VII-2-3-Calcul des pertes de charges	86
VII-2-4-Calcul des longueurs des conduites reliant les ouvrages	86
VII-2-Station de relevage	88
VII-2-1-Le volume du bassin (bâche d'aspiration)	88

VII-2-2-Calcul du diamètre de la conduite de refoulement	89
VII-2-3-Calcul de la hauteur manométrique de la pompe	89
VII-2-4-Choix de la pompe	89
Conclusion	90

Chapitre VIII : Gestion et exploitation de la station d'épuration

Introduction	91
VIII-1-Mesures et contrôles effectués au niveau de la station d'épuration	91
VIII-2-Contrôle de fonctionnement	91
VIII-3-Entretien des ouvrages	92
VIII-3-1-Le dégrilleur	92
VIII-3-2-Déssableur-déshuileur	93
VIII-3-3-Bassin d'aération	93
VIII-3-4-Clarification	93
VIII-3-5-Désinfection des eaux épurées	93
VIII-3-6-Lits de séchage	93
VIII-3-7-Epaississeur	94
Conclusion	94
Conclusion générale	95

Liste des tableaux :

Tableau I-1 : moyennes mensuelles et annuelles des précipitations	5
Tableau I-2 : moyenne mensuelles et annuelle des températures	6
Tableau I-3 : moyennes mensuelles et annuelles d'ensoleillement	7
Tableau I-4 : moyenne mensuelle et annuelle d'évaporation	7
Tableau I-5 : moyenne mensuelle et annuelles de vitesse des vents	8
Tableau I-6 : moyennes mensuelles et annuelle de l'humidité	9
Tableau I-7 : estimation de la population de la commune de Souk-El-Tenine et Melbou jusqu'aux horizons de 2025 et 2040	11
Tableau I-8 : Récapitulation de la population des deux communes	11
Tableau II-1 : coefficient de biodégradabilité	19
Tableau II-2 : norme de rejet	21
Tableau III-1 : classification des procédés par boues activées	33
Tableau IV-1 : Résultats d'analyse du prélèvement du rejet N°1 Souk-El-Tenin	36
Tableau IV-2 : Résultats d'analyse du prélèvement du rejet N°2 Louta	37
Tableau IV-3 : Résultats d'analyse du prélèvement du rejet N°1 Souk-El-Tenin (DBO, DCO, Nh4)	37
Tableau IV-4 : Résultats d'analyse du prélèvement du rejet N°2 Louta (DBO, DCO, Nh4).....	37
Tableau IV-5 : Valeurs moyennes des résultats d'analyse de la première série	38
Tableau IV-6 : valeurs moyennes des résultats d'analyse de la deuxième série	38
Tableau IV-7 : Norme de l'effluent urbain	38
Tableau IV-8 : récapitulatif des besoins en eau domestique pour les deux horizons	40
Tableau IV-9 : récapitulatif des besoins en eau des équipements	40
Tableau IV-10 : calcul du débit total d'eau potable consommée ($Q_{moy\ j\ pot}$)	40
Tableau IV-11 : récapitulatif des différents débits calculés	42
Tableau IV-12 : les charges polluantes	43
Tableau IV-13 : récapitulatif de la composition des effluents arrivant en tête de la station d'épuration	43
Tableau VI-1 : espacement et épaisseur des barreaux	50
Tableau VI-2 : Résultats de calcul de la grille fine et la grille grossière pour les deux horizons 2025 et 2040	52

Tableau VI-3 : Résultats de calcul du dessableur-déshuileur pour les deux horizons 2025 et 2040 (extension)	55
Tableau VI-4 : Valeur de la vitesse limite en fonction de $K=Q_{pte}/Q_{moy}$	56
Tableau VI-5 : Résultats de calcul du décanteur primaire pour les deux horizons 2025 et 2040 (extension)	58
Tableau IV.6 : Charge massique en fonction de a' et b'	60
Tableau VI-7 : Résultats de calcul du décanteur primaire pour les deux horizons 2025 et 2040(extension)	65
Tableau VI-9 : résultats de calcul du décanteur primaire pour les deux horizons 2020 et 2035 (extension)	72
Tableau VI-10 : Calcul du bassin de désinfection	76
Tableau VI-11 : Résultats du calcul de l'épaisseur et le lit de séchage	78
Tableau VI-12 : Résultats du calcul de l'épaisseur et le stabilisateur aérobique et le lit de séchage	83
Tableau VII-1 : Cotes du terrain naturel et cotes radier des différents ouvrages	85
Tableau VII-2 : Longueurs des conduites entre les ouvrages de la Station	86
Tableau VII-3 : Récapitulatif des résultats	88

Liste des figures :

Figure I-1 : Situation géographique de la zone d'étude	3
Figure I.2 : Vue terrestre du site d'étude (Source Google Earth)	3
Figure I-3 histogrammes des précipitations mensuelles moyennes	6
Figure I-4 : Représentation graphique des températures mensuelles	6
Figure I-5 : histogramme de l'ensoleillement moyen mensuel par heure	7
Figure I-6 : histogramme de l'évaporation mensuelle moyenne en mm	8
Figure I-7 : histogramme de la vitesse des vents mensuelle moyenne en m/s	8
Figure I-8 : histogramme représentant la population des deux communes	12
Figure III-1 : Schéma représentant les étapes de traitement des eaux usées	23
Figure III-2 : Les étapes des prétraitements	24
Figure III-3 : Grille manuelle	24
Figure III-4 : Grille mécanique.....	24
Figure III-5 : image représentative d'un Tamis	25
Figure III-6 : dessableur-dégraisseur combiné	26
Figure III-7 : Dessableur-dégraisseur rectangulaire	27
Figure III-8 : Décanteur lamellaire	27
Figure III-9 : schéma représentant le principe du procédé de traitement a boues activées.....	31
Figure III-10 : schéma représentant le principe de fonctionnement d'un lit bactérien	32

Liste des planches

Planche 1/ plan topographique de la step de Souk-El-Tenin (W.Bejaia)

Planche 2/ vue en plan de la step de Souk-El-Tenin (W.Bejaia)

Planche 3/ profil hydraulique

Planche 4/ ouvrages des traitements des eaux

Planche 5/ ouvrages de traitements des boues

Liste des abréviations :

ONM : Office national de météorologie

RGPH : Recensement général de la population et de l'habitat

DRE : Direction des ressources en eau

RN : route nationale

ERU : Eau usée urbaine

ERI : Eau usée industrielle

AEP : Alimentation en eau potable

ADE : Algérienne des eaux

PEHD : Polyéthylène à haute densité

HMT : Hauteur manométrique totale

EH : Equivalent habitant

CTN : Côte terrain naturel

CR : Côte radier

CP : Côte piézométrique

Cv : Charge volumique

Cm : Charge massique

MES : Matières en suspensions

MVS : Matières volatiles en suspensions

MMS : Matières minérales en suspensions

DBO : Demande biologique en oxygène

DCO : Demande chimique en oxygène

COT : Carbone organique total

Introduction générale

L'eau sur terre est essentielle pour tous les organismes vivants connus, C'est le milieu de vie de la plupart des êtres vivants, et c'est la base de tout développement qu'il soit domestique ou agricole ou industriel. Mais après son utilisation dans les différents domaines elle devienne polluée et chargée des matières organiques et minérales et d'azote...etc., et cela engendre la pollution et le déséquilibre des milieux récepteurs comme les rivières et les cours d'eau ce qui peut nuire a la santé publique en provoquant des maladies.

Vu que les dangers provoqués par la pollution des eaux sont énormes alors l'homme a pensé depuis des siècles au processus d'élimination des contaminants d'une eau usée, et ce dernier a pu se développer au fil du temps jusqu'aujourd'hui qui se fait dans des station d'épuration bien équipé en suivant une série de traitement bien étudiée afin d'avoir une eau épurée capable d'être déversé dans un milieu naturel ou même être destinée à l'irrigation.

Notre travail consistera à étudier la station d'épuration qui se réalisera à la ville de Souk-El-Tenin à la wilaya de Bejaia qui sera d'un impact très important vu que les eaux usées se déverse directement dans l'oued Agrioune qui finit son écoulement sur la mer qui se constitue d'un beau littoral qui doit être protéger contre toute pollution pour garder la belle image de l'environnement dans cette région qui s'inspire du tourisme et des campements de vacances.

Notre étude vise a dimensionner les différents ouvrages de cette station d'épuration qui accueilleront les eaux usées des agglomérations des deux communes Souk-El-Tenin et Melbou, pour garantir une eau épurée prête à se déverser sans risque dans la mer, et pour cela on a choisi deux horizons d'étude 2025 et 2040 en suivant deux variantes moyenne charge et faible charge, et reste à déterminer celle qui sera adéquate pour notre projet.

Chapitre I

Présentation de la Zone D'étude

Introduction

Cette étude a pour but de dimensionner une station d'épuration des eaux usées rejetées par les deux communes Souk-El-Tenine et Melbou, pour protéger le littoral de ces deux communes.

Avant tout projet d'implantation d'une station d'épuration, une étude du site est obligatoire pour faire une analyse des différentes caractéristiques, ainsi que des facteurs qui peuvent avoir une influence directe ou indirecte sur la réalisation du projet, surtout en ce qui concerne les critères de sélection du site d'implantation de la station.

Pour cela on fait les études suivantes :

- Etude géographique ;
- Etude topographique ;
- Etude géologique ;
- Etude géotechnique ;
- Etude démographique ;
- Evaluation des débits et des charges polluantes ;

I-1- situation géographique

La commune de Souk-El-Tenine est située au nord-est de la wilaya de Bejaia et aux bords de la mer méditerranéenne, et à l'intersection des deux axes routiers qui sont la RN 9 et la RN 43. Elle s'étend sur une superficie de 2628 ha.

Souk-El-Tenine est l'une des daïras issue du dernier découpage administratif, elle est distante de 35 km du chef-lieu de wilaya, elle se trouve à une altitude de 36° 37' 30'' Nord et 5° 20' 9'' Est

Elle est limitée :(figure I-1)

- Au nord par la mer méditerranéenne.
- A l'est par la commune de Melbou.
- A l'ouest par la commune d'Aoukas, (non concernée pas l'étude)
- Au sud par la commune de Taskriout et Darguina, (non concernée pas l'étude) [1]

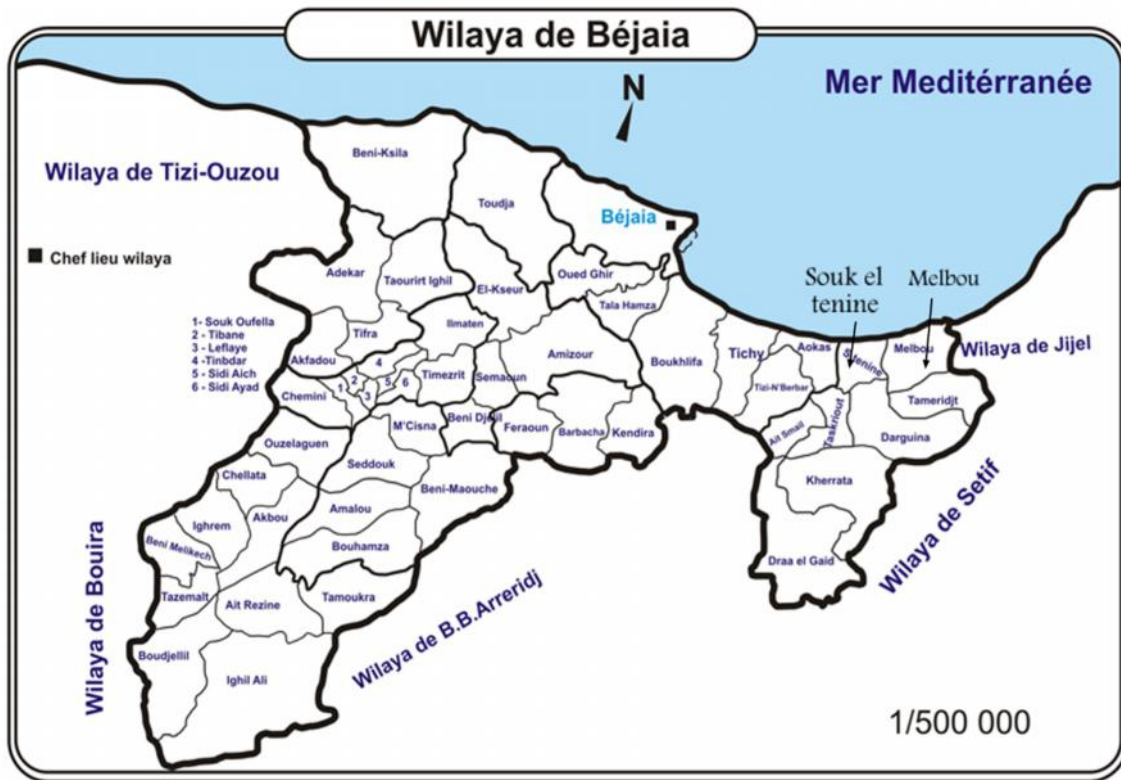


Figure I-1 : Situation géographique de la zone d'étude (commune Melbou et Souk-el-Tenin)

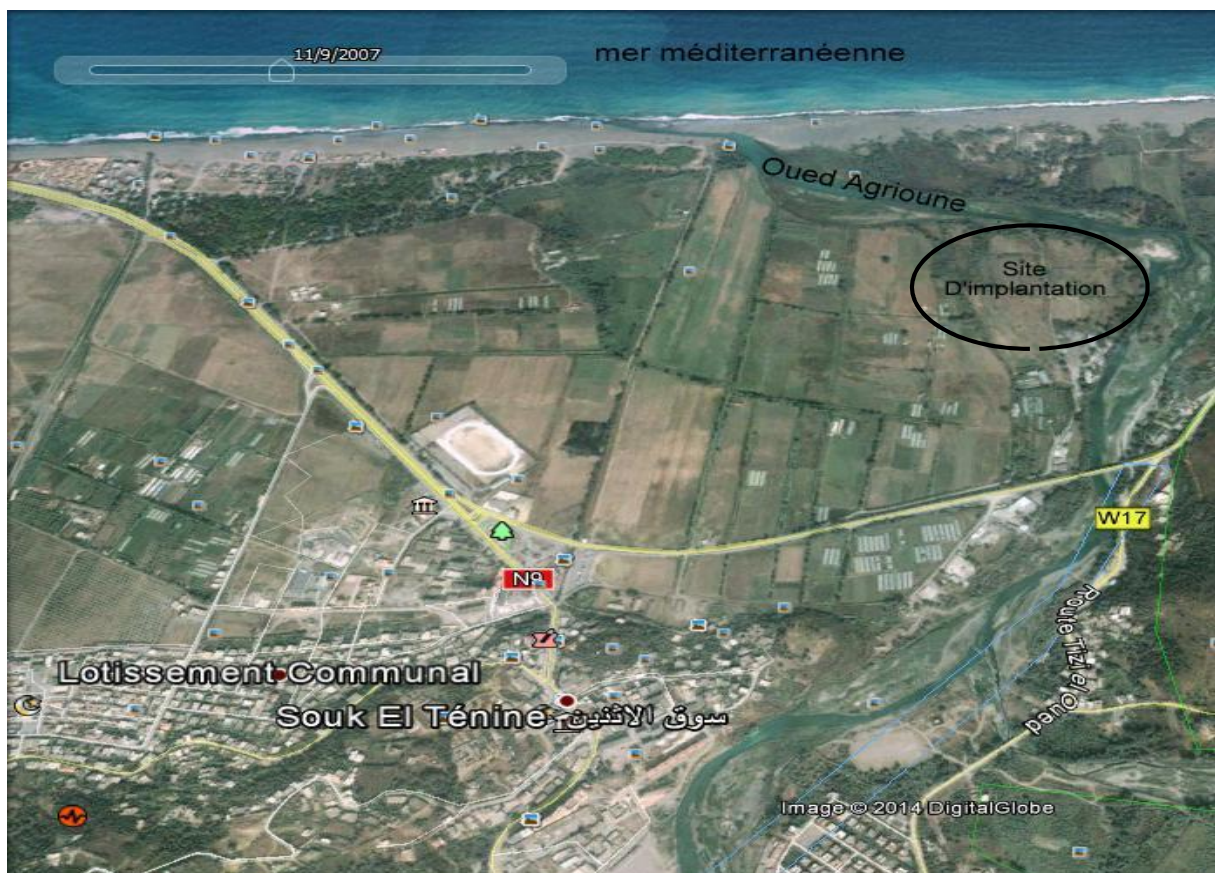


Figure I.2 : Vue aérienne du site d'étude (Source Google Earth)

I-2-Topographie et relief de la région :

Le territoire communal de Souk-El-Tenine présente deux grands ensembles de relief qui se distinguent comme suit :

- La plaine du littoral :

Elle présente sur la partie nord du territoire de la commune, qui s'étend d'est en ouest sur une distance de 4,5 km, et du nord au sud sur une distance de 1,8 km.

Au nord, la plaine est bordée sur toute l'étendue par des plages de sable et de galets à l'est par l'oued Agrioun.

- Le massif montagneux :

Il présente la moitié du territoire communal, l'ensemble montagneux fait parti de la chaîne des borbors, il prend naissance du nord à partir de la limite de la plaine.

Les altitudes varient entre 200 et 1500m, le point culminant se trouve à adrar Masbah qui atteint 1384m.

- les principaux oueds de la région :

Oued Agrioun qui est alimenté par les petits oueds à écoulement intermittent. Ils prennent leurs sources dans les parties hautes et l'orientent vers la mer.

- Les cours d'eau secondaires :

Ils constituent la quasi-totalité du réseau hydrographique de la commune, leur importance du point de vue nombre est à l'origine du façonnement du relief.

I-3 localisation du site d'implantation :

Le site retenu pour l'implantation de la future station d'épuration est situé sur la rive gauche de l'oued Agrioun, en aval de l'agglomération chef-lieu de Souk-El-Tenine en allant vers le nord. Le site est étendu sur 1,31ha.

L'accessibilité est assurée par une piste de 500m à partir de la RN 43.

Il est limité par :

- Au nord par une propriété UAC
- A l'ouest par l'oued Agrioun
- A l'est par un chemin d'exploitation
- Au sud par une décharge publique

Parmi les avantages que ce site présente on cite :

- Son éloignement des lotissements agglomérés
- Son emplacement qui engendre un minimum de terrassement

L'inconvénient majeur qui se présente c'est que cette station d'épuration est à proximité de l'oued Agrioun qui pourra provoquer des inondations en cas de crues. [1]

I-4 La situation climatique :

L'aspect climatique dans un projet d'étude d'une station d'épuration est à considérer au niveau local (microclimat). En raison de l'inexistence d'une station météorologique au niveau du site, la station de référence choisie pour les données climatiques utilisées dans ce projet est celle de Bejaia.

Caractéristique de la station de référence :

Altitude : 2m

Latitude : 36°43

Longitude : 05°04^E

La région de Bejaia est caractérisée par un climat méditerranéen avec des hivers humides et doux et des étés chauds.

Dans cette région la saison des pluies s'étalent de novembre à avril ; Bejaia est considérées comme l'une des régions la plus arrosées d'Algérie.

Les températures sont relativement douces, les moyennes annuelles sont de 19,48°C, et les températures moyennes mensuelles varient entre 12,5°C en janvier et 27,46°C en Aout.

Pour une période qui s'étale de 1994 à 2003, les principaux paramètres météorologiques sont comme suit :

I-4-1 les précipitations :

Tableau I-1 : moyennes mensuelles et annuelles des précipitations

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout	M.A
Précipitation (mm)	69,93	57,5	96,3	60,9	128,03	84,77	39,68	71,64	38,04	14,21	12,52	11,3	57,07

Source : ONM

Le tableau ci-dessus fait ressortir que la valeur maximale des précipitations est enregistré au mois de janvier (128,03mm), tandis que le minimum est atteint au mois d'Aout avec une valeur de 11,3mm.

La moyenne annuelle des précipitations est de : 57,07mm.

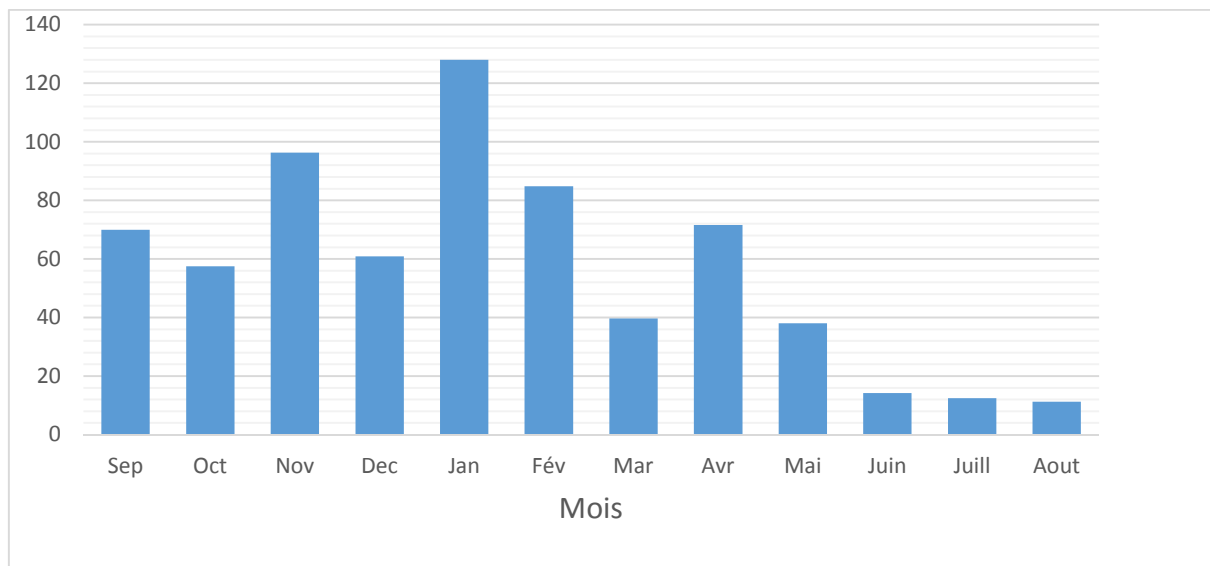


Figure I-3 histogrammes des précipitations mensuelles moyennes

I-4-2 La température :

Tableau I-2 : moyenne mensuelles et annuelle des températures

mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout	M.A
Tmax (°C)	28,1	25,4	21,1	18	16,7	17,1	19,34	20,4	23,26	27,19	29,22	30,2	23
Tmin (°C)	19,38	16,34	12,23	10,12	7,8	7,2	9,4	10,65	14,56	18,38	20,78	22,35	14,14
Tmoy (°C)	24,77	21,27	16,82	14,26	12,5	13,7	15,44	16,72	20,23	24	26,18	27,47	19,48

Source : ONM

On remarque que la température diminue pendant les trois mois d'Hiver (décembre, janvier, février) et atteint le minimum de 12,5°C en janvier, elle augmente pendant les trois mois d'été (juin, juillet, aout) et atteint le maximum de 27,46°C.

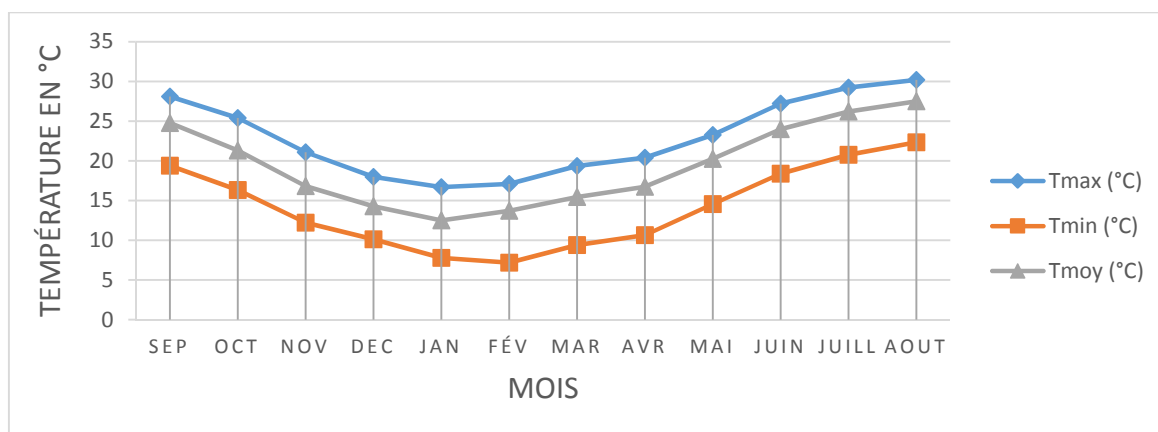


Figure I-4 : Représentation graphique des températures mensuelles

I-4-3 L'enseillement :

Tableau I-3 : moyennes mensuelles et annuelles d'enseillement

mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout	M.A
Ensol (h)	6,98	6,81	5,38	4,59	5,33	5,9	7,41	8,4	9,06	10,13	11,05	9,59	7,56

Source : ONM

On remarque que les valeurs les plus importantes sont enregistrées en période allant du mois de mars au mois d'octobre, la valeur la plus élevées est celle du mois de juillet (11,05°C).

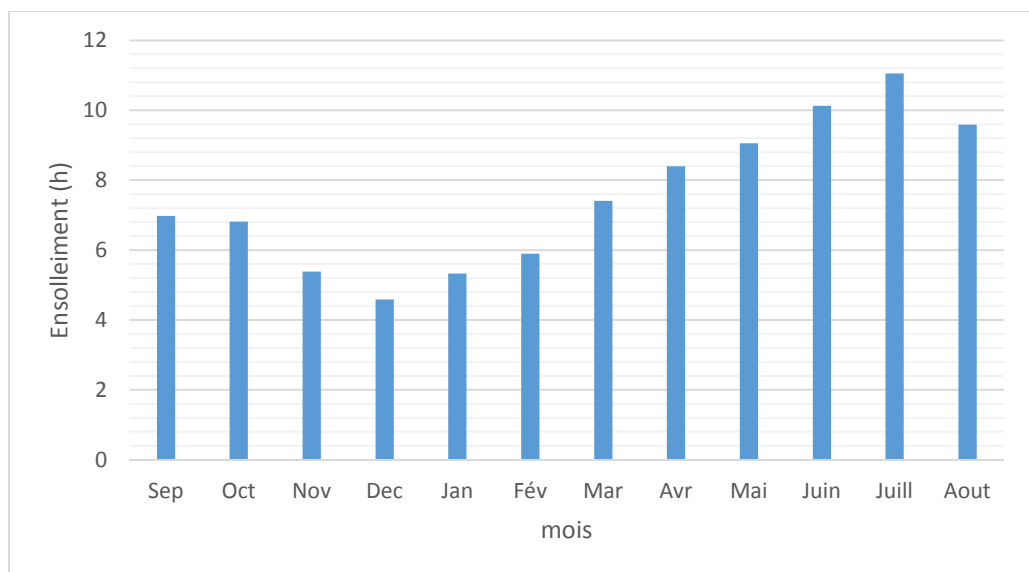


Figure I-5 : histogramme de l'enseillement moyen mensuel par heure

I-4-4 L'évaporation :

Tableau I-4 : moyenne mensuelle et annuelle d'évaporation

mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout	M.A
evapo (mm)	85,7	80,4	78,4	66,6	68,11	57,5	52,4	76	76,3	90,6	97	96,7	930,5

Source : ONM

Le tableau ci-dessus montre que l'évaporation est importante en été. Elle atteint son maximum au mois de juillet avec une valeur de 97mm. Le minimum est enregistré au mois de mars avec une valeur de 52,4mm.

La moyenne annuelle d'évaporation est de 930,5.

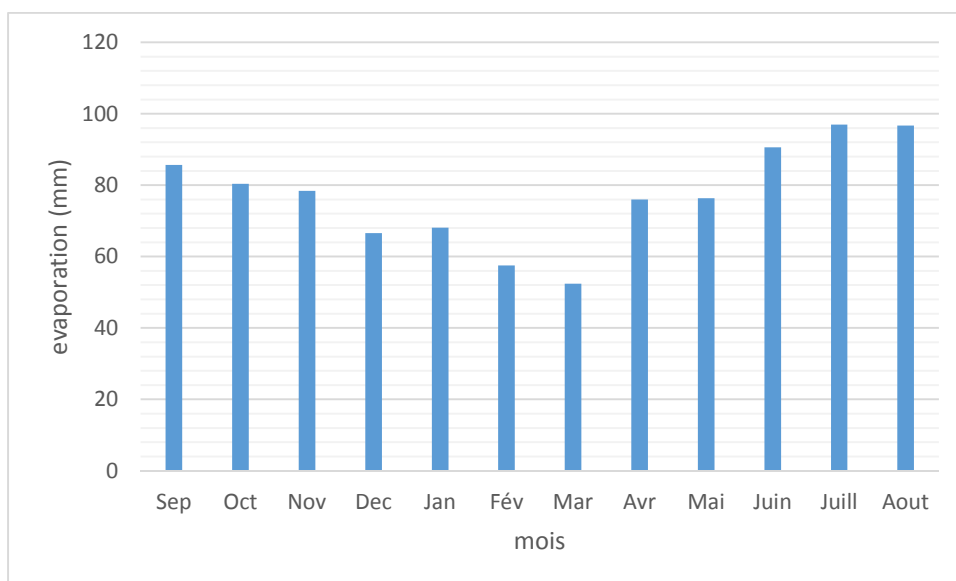


Figure I-6 : histogramme de l'évaporation mensuelle moyenne en mm

I-4-5 Les vents :

Tableau I-5 : moyenne mensuelle et annuelles de vitesse des vents

mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout	M.A
V(m/s)	2,49	2,7	3,08	3,32	2,98	3,1	2,84	3	2,62	2,7	2,62	2,67	2,83

Source : ONM

Les vents dans cette région sont calmes et soufflent avec une intensité annuelle moyenne enregistrée de 2,83m/s.

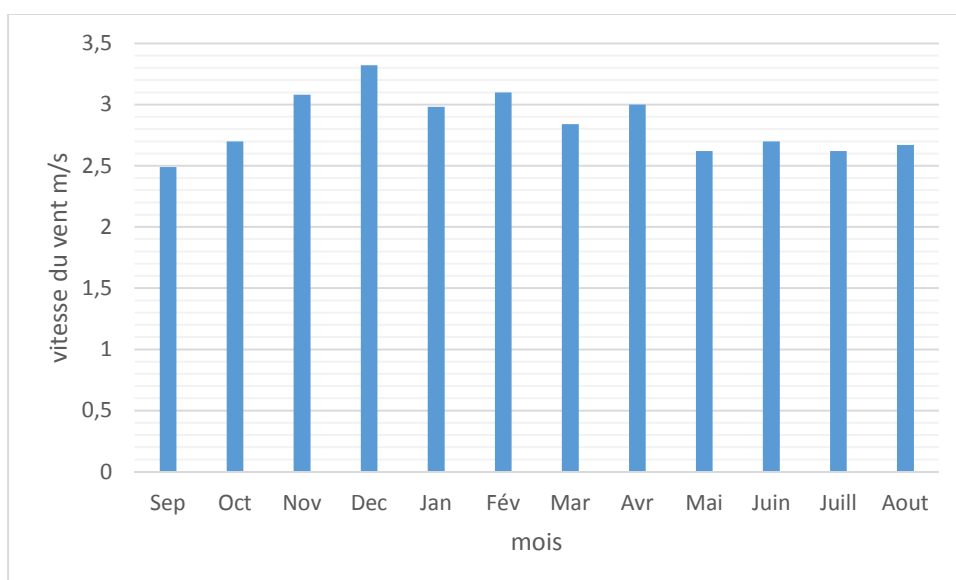


Figure I-7 : histogramme de la vitesse des vents mensuelle moyenne en m/s

I-4-6 L'humidité :

Le tableau ci-dessous illustre les données relatives aux humidités moyennes mensuelles :

Tableau I-6 : moyennes mensuelles et annuelle de l'humidité :

mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout	M.A
humidité %	64	72	78	82	79	82	72	68	61	57	49	50	68

Source : ONM

Les pourcentages d'humidité varient entre 49 et 78% au cours de l'année. La moyenne minimale a été enregistrée dans le mois de juillet avec une valeur de 49%

Et la valeur de l'humidité moyenne annuelle est de 68%.

I-5 La situation hydraulique :

I 5-1 situations actuelles et futures du réseau d'alimentation en eau potable :

- Situation actuelle de l'alimentation en eau potable :

Actuellement, l'alimentation en eau potable de la commune de Souk-El-Tenine s'effectue à partir de 05 forages débitant 6566 m³/j avec deux forages d'appoint (utilisé durant la période d'été). L'adduction se fait par pompage vers 06 réservoirs d'une capacité totale de 2100m³.

Selon les informations recueillies auprès du service de la subdivision de l'hydraulique de Souk-El-Tenine, l'alimentation en eau potable se fait continuellement et couvre les besoins en eau domestiques et ceux des services publique avec une dotation peuvent atteindre les 150 l/j/hab. et un taux de branchement au réseau de distribution pour Souk-El-Tenine et Melbou respectivement de 100% et 80%.

- Situation future d'alimentation en eau potable :

On sait la dépendance de la consommation en eau potable, la quantité des eaux usées rejetées avec la capacité de la station d'épuration qui devra être conçue de la manière à répondre aux variations des débits futurs. Pour cela on devra procéder à l'estimation des besoins en eau permettant la détermination de l'importance des déficits ou excédents.

La quantité d'eau nécessaire à l'alimentation d'une agglomération dépend des critères suivants :

- le niveau de vie de la population
- le nombre d'habitants
- le développement urbain de la ville
- ressources en eaux existantes

Les besoins en eau domestiques seront évalués sur la base d'une dotation de 150 l/j/hab.

La zone d'étude est caractérisée pas sa vocation touristique. En période estivale on note des variations importantes de la consommation en eau. Ces variations sont liées au importants flux touristique.

I-5-2 situations actuelles et futures du réseau d'assainissement :**- situation actuelle :**

Le réseau d'assainissement au niveau de la zone d'étude est structuré comme suit :

1. Souk-El-Tenine :

Le réseau collectant les eaux usées de la commune chef-lieu est séparatif, et se développe sur une longueur de 6100 ml. L'évacuation de la majeure partie des eaux usées se fait sur un rejet situé sur le côté gauche de la RN 43 menant vers Melbou.

2. Agglomération secondaire de Louta :

L'évacuation des eaux usées se fait par deux réseaux de type séparatif.

3. Commune de Melbou :

Actuellement, la commune de Melbou est assainie par un réseau d'assainissement de type séparatif qui se développe sur une longueur de 7381m.

- Situation future du réseau d'assainissement :

On fait référence aux études d'assainissement élaborée par Géosystem, des collecteurs de toutes les eaux usées vers la future station d'épuration intercommunale ont été projetés. Ces collecteurs assureront l'assainissement des deux communes.

I-6 La situation économique :**I-6-1 Activités agricoles :**

La zone d'étude présente des surfaces agricoles utiles à haut rendement. Leurs terres pouvant être exploitées dans le domaine du maraichage, les agrumes, les fourrages, et les élevages bovins, laitiers, et avicoles.

D'après les renseignements recueillis au niveau du service agricole (APC Souk-El-Tenine), le secteur commence à se ranimer par le lancement du programme de développement agricole FNRDA. [1]

I-6-2 Activités industrielles :

Au niveau de la zone d'étude, il n'existe aucune industrie importante pouvant engendrer une pollution perturbant le fonctionnement de la future station d'épuration. L'activité principale se limite à une seule unité de la fabrication de carreau granito située à la commune de Souk-El-Tenine, les rejets de cette dernière n'aboutiront pas à la future station d'épuration et sont déversés après décantation dans l'oued Agrioun.

I-7 La situation démographique :

La population représente l'élément fondamental autour duquel s'articulent tous les programmes de développement.

La détermination de la capacité de la future station d'épuration est tributaire de la population susceptible d'être raccordée au réseau d'assainissement.

Pour déterminer l'évolution future de la population, on utilise la formule du taux

D'accroissements exponentiels :

$$P = P_0 (1+\tau)^n \dots\dots\dots (I-1)$$

Avec :

P : Population projetée

P₀: Population à l'année de référence (dernier recensement 2008)

τ : Taux d'accroissement annuel de la population en %

n : Nombres d'années compris dans l'intervalle de temps considéré.

Pour la commune de Souk-El-Tenine le taux d'accroissement est de 2% et il est de 1,5% pour la commune de Melbou.

Tableau I-7 : estimation de la population de la commune de Souk-El-Tenine et Melbou jusqu'aux horizons de 2025 et 2040.

population concernée	RGPH 2008	estimation2025	estimation 2040
commune Souk-El-Tenine	14292	20013	26935
commune de Melbou	10820	13936	17424

Source : DRE de la wilaya de Bejaia

Tableau I-8 : Récapitulation de la population des deux communes

Horizon	Commune		Total
	Souk-El-Tenine	Melbou	
2008	14292	10820	25112
2025	20013	13936	33949
2040	26935	17424	44359

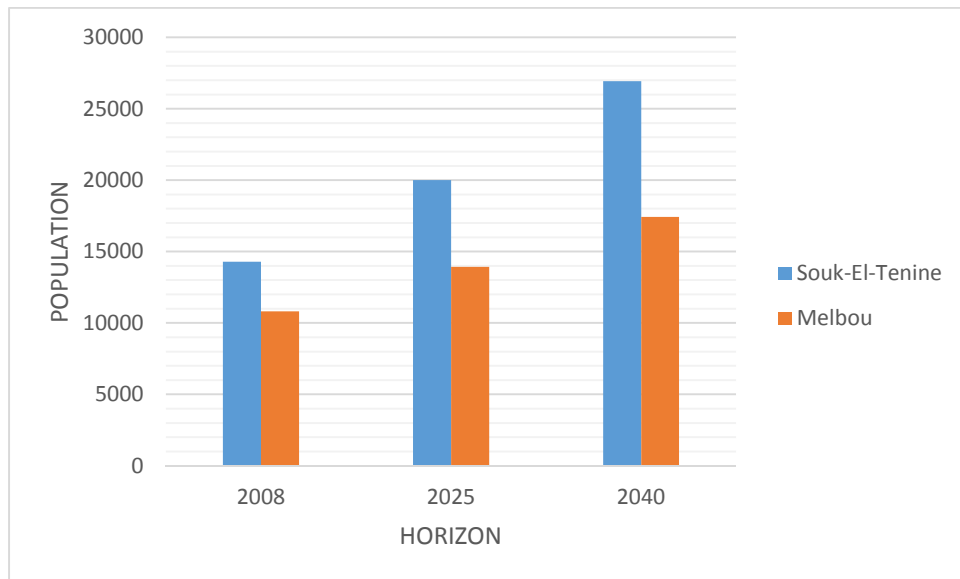


Figure I-8 : histogramme représentant la population des deux communes.

En analysant l'évolution de la population aux différents recensements, on s'aperçoit que le taux d'accroissement suit une courbe ascendante. Donc la population future évaluera sur la base d'un taux d'accroissement qui suivra la même tendance en tenant compte aussi de l'état actuel et futur de l'urbanisation.

Conclusion :

Cette étude nous ramène à dire que la région de Souk-El-Tenine est caractérisée par un climat de type méditerranéen avec un hiver très froid et un été chaud, le relief est constitué d'une plaine littoral et une autre plaine montagneuse, quant au réseau d'alimentation en eau potable il est en bon état et il fonctionne 24/24, et le réseau d'assainissement est de type séparatif.

Chapitre II

Les types de Pollution Dans Des Eaux Usées

Introduction :

L'utilisation des eaux usées engendre un nouveau produit appelé effluent ou eau usée. Les problèmes liés aux eaux usées sont aussi anciens que ces eaux elle-même et ils s'aggravent suivant la croissance démographique, l'amélioration de la qualité de vie des populations et le développement des activités industrielles. Les eaux usées se divisent en deux grandes catégories : les eaux résiduaires urbaines (ERU), et les eaux résiduaires industrielles (ERI).

II-1 Définition de la pollution des eaux usées :

La pollution des eaux usées est l'Infection due à la présence d'agents chimiques, biologiques ou physiques ou d'agents toxiques dans l'eau qui détruisent la faune et la flore et rendent l'eau impropre à la consommation et Dégradent sa qualité.

II-2 Origine des eaux usées :

Les eaux usées sont des eaux altérées par les activités humaines à la suite d'un usage domestique, industriel, artisanal, agricole ou autre. Elles sont considérées comme polluées et doivent être traitées.

II-2-1 Les eaux usées domestique :

Les eaux usées domestiques sont les eaux provenant des cabinets d'aisance ainsi que les eaux ménagères (eaux de cuisine, de salle de bain, de buanderie et eaux générées par certains appareils d'usage domestique autres qu'un cabinet d'aisance). Elles sont généralement porteuses d'une pollution organique et leurs productions dépendent directement de la consommation d'eau potable.

II-2-2 Les eaux usées industrielles :

L'eau usée industrielle désigne l'eau qui provient des activités industrielles, elle est différente des eaux usées domestiques et ses caractéristiques varient d'une industrie à l'autre. En plus de matières organiques, azotées ou phosphorées, elle peut également contenir des produits toxiques, des solvants, des métaux lourds, des micropolluants organiques, des hydrocarbures, des huiles et des graisses, des sels. Certaines d'entre elles doivent faire l'objet d'un prétraitement de la part des industries avant d'être rejetées dans les réseaux de collecte. Elles sont mêlées aux eaux domestiques que lorsqu'elles ne présentent plus de danger pour les réseaux de collecte et ne perturbent pas le fonctionnement des stations de traitement.

II-2-3 les eaux pluviales :

L'eau pluviale désigne l'eau issue des précipitations. Les eaux pluviales peuvent constituer la cause de pollutions importantes des cours d'eau, notamment pendant les périodes orageuses. L'eau de pluie se charge d'impuretés au contact de l'air (fumées industrielles), puis, en ruisselant, des résidus déposés sur les toits et les chaussées des villes (huiles de vidange, carburants, résidus de pneus et métaux lourds...). En outre, lorsque le système d'assainissement est dit "unitaire", les eaux pluviales sont mêlées aux eaux usées domestiques. En cas de fortes précipitations, les contraintes de préservation des installations d'épuration peuvent imposer un déversement de ce mélange très pollué dans le milieu naturel. Enfin, dans

les zones urbaines, les surfaces construites rendent les sols imperméables et ajoutent le risque d'inondation à celui de la pollution

II-2-4 les eaux parasites :

Elles proviennent des remontées des nappes sous-terraines ou des fuites des conduites d'alimentation en eau potable (AEP) ; ces eaux s'infiltrent dans les collecteurs et se mélangent aux eaux usées et les diluent ; ce qui influe par la suite sur le fonctionnement de la station d'épuration. Les eaux parasites doivent être mesurées sur le réseau, mais en absence de valeurs mesurées la directive Allemande préconise de prendre un débit d'eau parasite compris entre 0,05 et 0,15l/s/ha.

II-2-5 les eaux d'origine agricoles :

Elles proviennent essentiellement des fermes et cultures. Elles se caractérisent par une forte teneur en sels minéraux (azote, phosphore) issues des purins et lisiers d'élevage, ainsi que de l'usage fréquent des pesticides et des engrais solubles lessivés dans les sols agricoles. Les différents polluants d'origine agricole ne peuvent de ce fait pas être collectés et traités dans une station d'épuration. De ce fait ils atteignent les cours d'eau par ruissellement ou par écoulement souterrain.

II-3 Pollution des eaux usées :

La pollution des eaux usées est répartie selon les formes suivantes :

- Pollution organique
- Pollution minérale
- Pollution microbiologique
- Pollution toxique (minérale ou organique)

Ces formes de pollutions correspondent à une modification du milieu récepteur qui peut engendrer des conséquences graves sur l'individu.

II-3-1 pollution organique :

Les matières organiques ont longtemps été les principaux polluants des milieux aquatiques. Elles proviennent des déchets domestiques (ordures ménagères,), agricoles (lisiers) ou industriels (papeterie, tanneries, abattoirs, laiteries, huileries, sucreries...), lorsque ceux-ci sont rejetés sans traitement préalable. Une ville de 100 000 habitants par exemple déverse environ 18 tonnes de matière organique par jour dans ses égouts.

Ces polluants organiques engendrent l'augmentation de la turbidité de l'eau et la création du phénomène d'eutrophisation avec une diminution de la quantité d'oxygène dissous.

Certaines substances organiques sont facilement biodégradables et peuvent donc être décomposées et éliminées grâce aux capacités naturelles d'auto-épuration des milieux aquatiques. Mais, lorsqu'elles sont en excès, leur décomposition peut entraîner l'asphyxie de la faune aquatique. Ce sont les poissons qui souffrent le plus du manque d'oxygène, les invertébrés étant moins affectés, et les bactéries encore moins. En cas de forte pollution, la vie végétale aussi tend à disparaître.

II-3-2 pollution minérale :

Il s'agit principalement d'effluents industriels contenant des substances minérales tels que : Les sels, les nitrates, les chlorures, les phosphates, les ions métalliques, le plomb, le mercure, le chrome, le cuivre, le zinc et le chlore.

Ces substances suscitent :

- Peuvent causer des problèmes sur l'organisme de l'individu.
- Perturbent l'activité bactérienne en station d'épuration.
- Affectant sérieusement les cultures.

II-3-3 pollution microbiologique :

La pollution microbiologique est une autre forme de pollution organique. Les déchets organiques, en particulier les excréments, contiennent des germes pathogènes (virus, bactéries ou parasites) véhiculés par l'eau. Ces germes peuvent provoquer des maladies aussi graves que le choléra, la typhoïde, la dysenterie... Ils ont été jadis responsables d'épidémies dramatiques dans nos pays. Aujourd'hui, cette pollution des eaux continentales a fortement diminué dans les pays industrialisés grâce à la mise en service de stations d'épuration qui assurent le nettoyage des eaux usées avant leur rejet dans la nature. Mais cela n'est pas le cas des pays en développement où elle provoque encore des morts innombrables.

II-3-4 pollution toxique :

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

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

II-4 Paramètres de pollution des eaux usées :

La pollution des eaux usées se présente sous trois catégories :

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

II-4-1 Paramètres physiques :

- **La turbidité :**

La turbidité est un paramètre, qui varie en fonction des composés colloïdaux (argiles) ou acides humiques (dégradation des végétaux) mais aussi pollutions qui troublent l'eau. On mesure la résistance qu'elle oppose par l'eau au passage de la lumière pour lui donner une valeur. Une importante turbidité de l'eau entraîne une réduction de sa transparence qui réduit la pénétration du rayonnement solaire utile à la vie aquatique (photosynthèse).

- **la température :**

La température de l'eau influe sur beaucoup d'autres paramètres. C'est en premier lieu le cas pour l'oxygène dissous indispensable à la vie aquatique : Plus la température de l'eau s'élève, plus la quantité d'oxygène dissous diminue. Une température trop élevée des eaux d'une rivière peut donc aboutir à des situations dramatiques de manque d'oxygène dissous pouvant entraîner, la disparition de certaines espèces, la réduction de l'auto épuration, l'accumulation de dépôts nauséabonds (odeurs), la croissance accélérée des végétaux (dont les algues), elle peut aussi influencer sur le PH et la conductivité.

- **Les matières en suspensions (MES) :**

Ce sont des très fines particules en suspension (sable, argile, produits organiques, particules de produits polluant, micro-organismes,...) qui donnent un aspect trouble à l'eau, (turbidité) et s'opposent à la pénétration de la lumière nécessaire à la vie aquatique. En trop grande quantité elles constituent donc une pollution solide des eaux.

Elles sont déterminées par filtration d'un échantillon d'eau et séchage à 105°C, le résultat s'exprime en mg/l. (On estime qu'un habitant rejette environ 90 grammes par jour de MES dans ses eaux usées). Elles sont constituées de matières volatiles en suspensions (MVS), et des matières minérales (MMS). [2]

- **Les matières volatiles en suspensions :**

Appelée aussi MVS, elles représentent la fraction organique des matières en suspensions, ces matières disparaissent au cours d'une combustion et sont mesurées à partir des matières en suspensions (résidu à 105°C), en les calcinant dans un four à 525°C pendant 2 heures.

Remarque : les matières volatiles en suspensions représentent en moyenne 70% de la teneur en MES pour les effluents domestiques.

- **Les matières minérales en suspensions :**

Appelée MMS, c'est la différence entre les matières en suspension (MES) est les matières volatiles en suspension (MVS).

$$MMS = MES - MVS \dots \text{II-1}$$

Elle représente donc le résidu de la calcination, et correspondant à la présence de sels, silice, poussières par exemple.

- **Matières grasses**

Les eaux résiduaires industrielles contiennent des quantités élevées de graisses et d'huiles, qui par formation de films et de couches superficielles peuvent empêcher l'accès de l'air dans l'eau et occasionner la mort des micro-organismes. Les matières grasses peuvent occasionner des obstructions dans les égouts et rendent plus difficile l'exploitation des stations d'épuration des eaux.

- **Matières décantables et non décantables :**

On distingue les fractions qui décantent en un temps donné. Les matières non décantables sont celles qui restent dans le surnageant et qui vont donc être dirigées vers le procédé de traitement physico-chimique comme la coagulation floculation.

- **La couleur :**

La couleur de l'eau est due aux éléments qui s'y trouvent à l'état dissous ou colloïdales. La couleur grisâtre de l'égout est d'origine domestique, une couleur noire indique une décomposition partielle, les autres nuances indiquent un apport d'eaux résiduaires Industrielles.

- **L'odeur :**

L'odeur est signe de pollution ou de présence des matières organiques en décomposition. S'ajoutent aussi ...les polluants. La conductivité permet d'apprécier globalement l'ensemble des produits en solution dans l'eau.

II-4-2 Paramètres chimiques :

- **la conductivité :**

La mesure en $\mu\text{S}/\text{cm}$ ou mS/cm (micro ou milli Siemens par cm) de la conductivité électrique d'une eau s'effectue à l'aide d'un conductimètre. Celui-ci mesure le passage de l'électricité entre deux électrodes plongées dans l'eau. La mesure s'effectue à 20°C ou avec un conductimètre avec compensateur automatique de température.

Si l'eau très pure est un isolant qui oppose une grande résistance au passage de l'électricité, il n'en est plus de même lorsqu'elle est chargée en sels minéraux d'origine naturelle (calcium, magnésium, sodium, potassium). A cette minéralisation naturelle liée à la nature des sols

- **Le potentiel hydrogène (PH) :**

Ce paramètre donne le degré d'acidité ou d'alcalinité d'une eau. Le pH (potentiel hydrogène), est le reflet de la concentration d'une eau en ions H⁺ : $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$.

L'eau des cours d'eaux avoisine en général la neutralité représentée par un pH de 7.

- **Dureté :**

Une eau est dite douce lorsqu'elle est peu chargée en calcium et en magnésium. La somme des deux constitue le Titre Hydrotimétrique. A l'inverse une eau sera dite dure. (> à 10 Th).

- **L'oxygène dissous :**

L'oxygène dissous dans l'eau est un élément fondamental qui intervient dans la majorité des processus biologiques ; végétaux et animaux et l'utilisent pour la respiration. L'oxygène participe également aux dégradations biochimiques et chimiques. L'oxygène est présent dans l'eau sous forme de molécules gazeuses, au sein de minuscules bulles d'air. Il se dissout dans cette eau par diffusion, jusqu'à un équilibre appelé (saturation). Cette saturation ou solubilité maximale de l'oxygène dans l'eau est, pour l'essentiel, fonction de la température et de la salinité. Elle est supérieure dans les eaux douces et froides, par exemple : la solubilité de 9,1 milligrammes d'oxygène par litre d'eau dans une eau douce à 20°C, ne sera que de 7,4 mg/l dans une eau de mer à même température, et sera de 11,3 mg/l dans une eau douce à 10 °C. [2]

- **Demandes en oxygène :**

1. Demande biologique en oxygène à 5 jours (DBO₅) :

La demande biologique en oxygène est la quantité d'oxygène nécessaire à la dégradation de la matière organique biodégradable d'une eau par le développement des micros organismes, pendant 5 jours à 20°C, on parle alors de le DBO₅, qui est exprimée en mg O₂/l, la DBO₅ pour les eaux usées domestique vaut 77% de la DBO_{ultime}. C'est un paramètre qui permet d'évaluer la fraction de la pollution organique biodégradable. Par convention, la DBO₅ est la valeur obtenue après cinq jours d'incubation.

2. Demande chimique en oxygène (DCO) :

La demande chimique en oxygène c'est la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder la matière organique (biodégradable ou non) d'un oxydant comme le bichromate de potassium.

Ce paramètre offre une représentation plus ou moins complétée des matières oxydables présente dans l'échantillon. Elle est exprimée en mg O₂/l. la DCO théorique des composés organiques peut être calculée par la base de la réaction d'oxydo-réduction.

- **La biodégradabilité :**

La biodégradabilité est utilisée pour connaître les caractéristiques d'une eau, et sa propriété à être décomposé elle se calcul à l'aide de la relation suivante :

DCO/ DBO₅... II-2

Tableau II-1 : coefficient de biodégradabilité :

DCO/DBO ₅	caractéristique de l'eau
DCO/DBO ₅ <2	facilement biodégradable
2<DCO/DBO ₅ <3	traitement biologique traitement physico-chimique
DCO/DBO ₅ >3	l'effluent n'est pas biodégradable

- **Carbone organique total (COT) :**

C'est-à-dire la concentration en mg/l. de carbone organique total dissous dans l'eau. On parle aussi parfois de **COD**, carbone organique dissous. Pour une eau de surface, La concentration du COT d'une eau de surface varie de 2 à 10 mg/l et de 0,5 à 1 mg/l. pour une eau souterraine.

Sa mesure repose sur la combustion des matières organiques carbonées d'un effluent après passage au four à 950 °C sous un courant d'oxygène. Cette combustion libère du gaz carbonique qui est dosé par un analyseur infra-rouge, dont la réponse obtenue est proportionnelle à la quantité de carbone organique présent.

- **Les nutriments :**

1) Matières azotées :

L'azote rencontré dans les eaux usées peut avoir un caractère organique ou minéral, il se présente sous quatre formes : [7]

- **L'azote organique :** se transforme en azote ammoniacal.
- **L'azote ammoniacal (NH₄⁺) :** traduit un processus d'ammonification de la matière organique azotée. Les ions ammoniums subissent une nitrification par action des bactéries nitrifiantes.
- **L'azote nitreux (NO₂⁻) :** provient d'une oxydation incomplète de l'azote ammoniacal ou par une réduction des nitrates par dénitrification. Les nitrites sont instables et sont rapidement transformée en nitrates.
- **L'azote nitrique (NO₃⁻) :** est produit par nitrification de l'azote ammoniacal. Il joue un rôle important dans le développement des algues et participe au phénomène d'eutrophisation.

Remarque : dans les eaux usées l'azote se trouve principalement sous forme ammoniacal.

2) Composés phosphorés :

Le phosphore est l'une des composants essentiels de la matière vivante. Les composés phosphorés ont deux origines, le métabolisme humain et les détergents. Dans les eaux usées le phosphore se trouve soit sous forme d'ions orthophosphates isolés, soit sous formes d'ions phosphates condensés avec des molécules organiques.

Le phosphore que l'on retrouve dans les eaux des cours d'eau provient :

- Des rejets d'eaux résiduaires, en premier lieu des déjections humaines, des matières organiques en décomposition, des lessives, (Le rejet en phosphore total (PT) d'une personne (= 1 équivalent habitant (EH) est d'environ 4 g. de PT par jour. En rapportant cette quantité au volume journalier des effluent de cette personne, on obtient une concentration d'environ 25 mg/litre de PT.)
- des activités agricoles : "pertes" d'engrais phosphatés utilisés en agriculture et ruissellements d'effluents agricoles (lisier, purin, déjections,..)

Entraîné dans les eaux, cet élément s'y retrouve essentiellement sous forme de phosphore organique (résidu de la matière vivante) ou de phosphore minéral (ou phosphate inorganique) représenté essentiellement par les orthophosphates (PO₄).

- les Métaux lourds :

Les éléments métalliques et leurs dérivés organiques sont pour certains très dangereux parce que potentiellement toxiques, non-biodégradables et bio-accumulables dans les chaînes alimentaires. Ils sont principalement d'origine industrielle mais pas seulement. (rejets atmosphériques des incinérateurs de déchets, ...)

Si, à doses infimes, certains métaux constituent des oligo-éléments indispensables à un bon état de la santé humaine, à partir de certaines doses plus importantes ils deviennent directement toxiques. Ces métaux proviennent un peu du sous-sol (érosion) mais pour l'essentiel des rejets industriels (traitements de surface, métallurgie, chimie,..) dans le sous-sol ou les rivières mais aussi dans l'atmosphère où ils retombent avec les pluies. On retrouve les métaux dans les eaux sous formes ioniques libres ou incorporés dans des structures moléculaires ou des complexes organiques ou inorganiques... Ainsi pour le même métal, certaines formes peuvent être beaucoup plus toxiques que d'autres...

Parmi ces métaux on cite : l'aluminium, l'arsenic, le cadmium, le chrome, le cuivre, l'étain, Le fer, le magnésium, le manganèse....etc.

II-4-2 Paramètres biologiques :

Les microorganismes pathogènes présents dans les eaux usées peuvent être classés en quatre groupes principaux :

- les bactéries pathogènes
- les virus : représenté par :
 - les entérovirus.
 - Les réovirus et les adénovirus
 - Le virus de l'hépatite A.
- Les parasites : œufs des vers (tænia, ascaris, etc...).
- Les champignons.

Les germes témoins de contaminations fécale son :

- Les coliformes fécaux (l'Escherichia coli...etc.).
- Les streptocoques fécaux.
- Les Clostridium sylfito-réducteurs.

II-5 normes de rejets :

Les normes de rejet, après traitement, ont pour objet la protection de l'environnement en général et les milieux récepteurs en particulier mais également d'éviter la prolifération des maladies dues aux rejets d'eaux usées telles que le la tuberculose, le typhoïde ou encore le Choléra. Les normes de rejets en Algérie, avant ou après traitement sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau II-2 : norme de rejet :

Paramètres	Unités	Valeurs limites	Tolérances aux valeurs limites anciennes installations
Température	°C	30	30
Matières En Suspension (MES)	mg/l	35	40
Demande Biochimique en Oxygène (DBO5)	mg d'O2/l	35	40
Demande Chimique en Oxygène (DCO)	mg d'O2/l	120	130
Azote Kjeldahl	mg/l	30	40
Phosphore total	mg/l	19	15
Huiles et graisses	mg/l	20	30
Ph	-	6.5-8.5	6.5-8.5

Suite du tableau II-2

Substances toxiques Bioaccumulables	mg/l	0.005	0.01
Cyanures	mg/l	0.1	0.15
Fluor et composés	mg/l	15	20
Indice de phénols	mg/l	0.3	0.5
Hydrocarbures	mg/l	10	15
Cadmium	mg/l	0.2	0.25
Cuivre total	mg/l	0.5	1
Mercuré total	mg/l	0.01	0.05
Plomb total	mg/l	0.5	0.75
Chrome total	mg/l	0.5	0.75

(Source : journal officiel de la république Algérienne, N°26 du 23/04/2006)

II-6 pollution rencontrées dans la région d'étude :**II-6-1 pollution due à l'activité l'industrie :**

Au niveau de la zone d'étude (la commune de Souk-El-Tenine et Melbou) il n'existe aucune industrie importante qui peut engendrer des déchets qui peuvent nuire à la future station d'épuration, l'activité principale se résume à une seule unité de fabrication de carreau granito situées à la commune de Souk-El-Tenine, les rejets de cette dernières n'aboutiront pas la futur station d'épuration et sont déversé après décantation de l'oued Agrioun. [1]

II-6-2 pollution due à l'activité agricole :

La zone d'étude présente des surfaces agricoles exploitées qui donne un bon rendement en ce qui concerne le domaine de maraichage, les agrumes, les fourrages, et l'huile d'olive et enfin l'agro-pastoral.

L'élevage des bétails et des bovins engendre en quelque sorte une pollution des cours et des nappes souterraines due au ruissellement des eaux qui entraînent avec elle les déjections animales qui sont riche en dérivées azotées qui crée une pollution bactériologique.

En plus de sa on cite la pollution crée par les engrais chimique utilisés par les agriculteurs pour améliorer le rendement de leurs cultures, ces dernières qui sont entraîné par le ruissellement des eaux de surface, et elle cause des effets toxique sur l'homme. [1]

Conclusion :

Dans ce chapitre on a vu les différents types et paramètres de pollutions dans les eaux usées, et on déduit que pour bien traiter ces eaux il faut bien connaître tous ces paramètres et il faut respecter les normes de rejets pour protéger le milieu récepteur des déchets engendrés par ces eaux.

Chapitre III

Les procédés

D'épurations

Des Eaux Usées

Introduction :

Le développement des activités domestiques et industriel dépend principalement de l'eau ce qui engendre la pollution de cette dernière par les différents types de polluants, cette eau polluée finira son trajet dans une rivière, ou une nappe, ou un cours d'eau ce qui engendre une pollution de ce milieu récepteur.

Pour éviter cette pollution l'eau doit être traitée avant d'être rejetée dans le milieu naturel, ce traitement est fait dans des stations d'épuration et qui comporte en général trois types de traitements qui sont :

- Le prétraitement
- Le traitement primaire
- Le traitement biologique
- Le traitement tertiaire

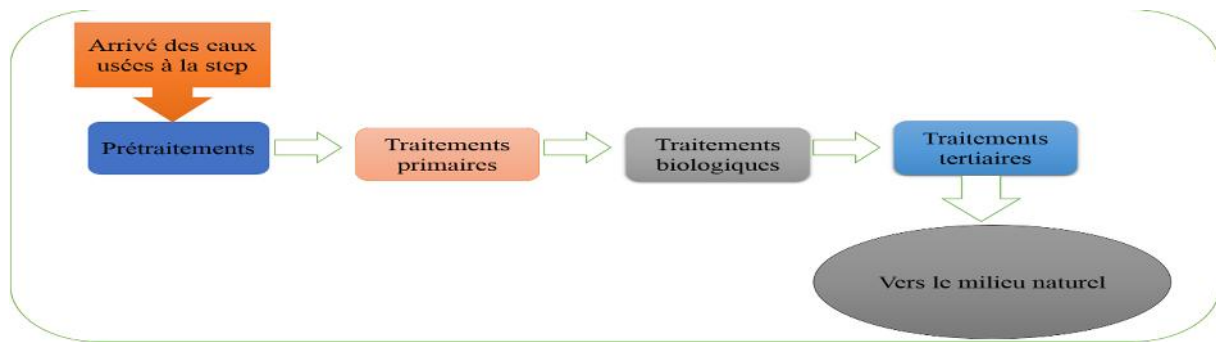


Figure III-1 : Schéma représentant les étapes de traitement des eaux usées

III-1 Procédés de traitements des eaux usées :

La dépollution des eaux usées nécessite une succession d'étapes faisant appel à des traitements physiques, physico-chimiques et biologique.

III-1-1 procédés physique :

Il consiste à débarrasser les eaux usées des polluants solides les plus grossiers qui peuvent endommager les équipements de la station d'épuration et nuire au bon fonctionnement de cette dernière. Ce sont de simples étapes de séparation physique qui se résume en deux traitements :

Prétraitement et traitement primaire.

III-1-1-1 les prétraitements :

Le prétraitement consiste en trois étapes principales qui permettent de supprimer de l'eau les éléments qui gêneraient les phases suivantes de traitement. Toutes les stations d'épuration ne sont pas forcément équipées des trois, seul le dégrillage est généralisé, les autres sont le dessablage et le déshuilage, comme le montre la figure ci-après :

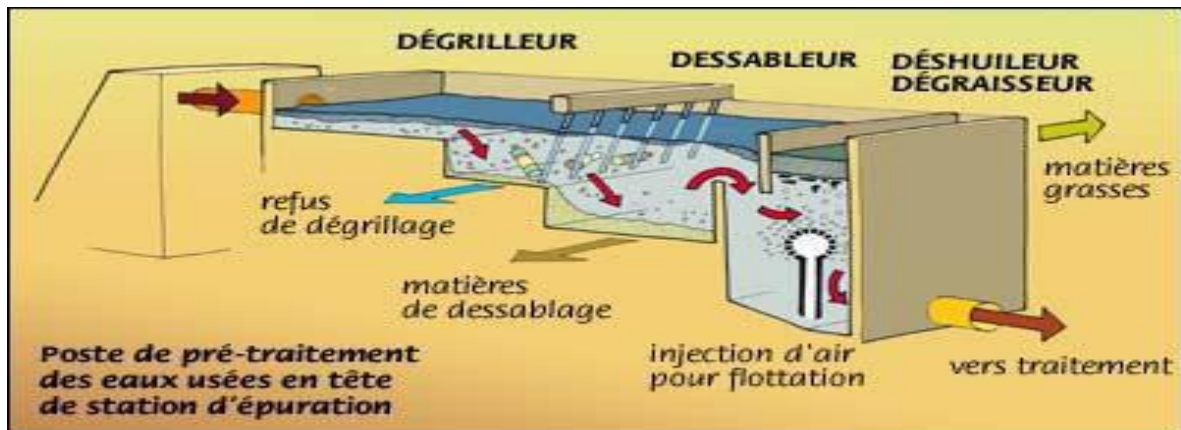


Figure III-2 : Les étapes des prétraitements

1. Le dégrillage :

Le dégrillage permet de retirer de l'eau les déchets insolubles tels que les branches, les plastiques, les sables, etc. En effet, ces déchets ne pouvant pas être éliminés par un traitement biologique ou physico-chimique, il faut donc les éliminer mécaniquement. Pour ce faire, l'eau usée passe à travers une ou plusieurs grilles dont les mailles sont de plus en plus serrées. Celles-ci sont en général équipées de systèmes automatiques de nettoyage pour éviter leur colmatage, et aussi pour éviter le dysfonctionnement de la pompe (dans les cas où il y aurait un système de pompage).

Il y'a deux types de grilles elles sont soit manuelles ou mécanique, le coefficient de colmatage (δ) est de 0,25 pour la première et il est de 0,5 pour la seconde.

L'efficacité d'un dégrillage dépendant essentiellement de l'espace inter-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 [3]



Figure III-3 : Grille manuelle



Figure III-4 : Grille mécanique

2. Tamisage :

Le tamisage suit l'opération de dégrillage, il est utilisé dans le cas d'une eau usée chargée en matière en suspension (eaux d'abattoirs, conserverie, papeteries...). Le tamisage s'effectue soit avec des grilles fines correspondant au micro tamisage ou des grilles grossières correspondant à un macro tamisage.

Le tamisage assure principalement trois fonctions :

- La récupération des déchets utilisables ;
- La protection des canalisations ou des pompes en évitant l'obstruction ;
- La limitation des risques de dépôts et fermentation.



Figure III-5 : image représentative d'un Tamis

3. Le dessablage :

Cette étape a pour but d'extraire les graviers, les sables et les particules minérales de l'effluent à traiter, afin de réduire le risque d'abrasion des équipements mais aussi de diminuer les dépôts et le colmatage dans les conduites. Le dimensionnement des dessableurs équipant les stations d'épuration doit permettre de retenir 80 % des sables de diamètre supérieur à 200 μm [3]

Il existe différents types de dessableur :

- Dessableur couloir : ils sont constitués de chenaux profilés. La vitesse d'écoulement dans ces dessableurs varie avec le débit. Le sable est extrait de façon manuelle d'une rigole longitudinale. Leur utilisation est limitée aux petites installations.
- Dessableur rectangulaire : ces ouvrages permettent de traiter des débits importants pouvant aller jusqu'à 15000 m^3/h . Un système d'insufflation peut être installé sur toute la longueur de l'ouvrage. L'air insufflé permet une séparation des matières organiques déposées sur les particules de sables et permet également une séparation des matières flottantes. L'extraction du sable s'effectue de plusieurs façons : par raclage ou par pompe suceuse.
- Dessableur circulaire : de forme cylindro-conique, la vitesse de balayage du radier est maintenue constante grâce à une alimentation tangentielle de l'eau ou bien par un brassage

mécanique. Les particules denses vont pouvoir se plaquer sur les parois de l'appareil par effet centrifuge, et seront recueillies dans le fond conique de l'ouvrage.

Remarque :

Des fois on trouve l'ouvrage déssableur-dégraisseur combiné : le dessablage et le dégraissage sont effectués dans un même bassin. Ces ouvrages permettent de séparer les sables, l'eau et les graisses grâce à la différence de densité. En effet les sables vont décanter dans le fond du déssableur (cylindro-conique le plus souvent), les graisses sont mises en flottation par l'insufflation de bulle d'air ensuite elles seront raclées en surface par un écumeur rotatif, comme le montre la figure ci-dessous :



Figure III-6 : déssableur-dégraisseur combiné

4. Déshuilage-dégraissage :

Cette étape a pour but d'éliminer les matières grasses et les huiles difficilement biodégradables, qui possèdent des densités inférieures à l'eau, par effet de flottation. La récupération des graisses permet de palier à divers problèmes comme le colmatage des conduites. Pour les eaux résiduaires domestiques, lorsqu'il n'y a pas d'étape de décantation primaire, le dégraissage est indispensable. Les dégraisseurs sont généralement fabriqués pour traiter des débits compris entre 20 et 30 L/s. Le temps de séjour couramment utilisés pour le dimensionnement des dégraisseurs est compris entre 10 et 20 minutes et la vitesse ascensionnelle de sédimentation utilisée est de l'ordre de 15 m/h. Parmi les dégraisseurs nous distinguons des dégraisseurs statiques ou aérés. Les dégraisseurs aérés sont plus performants, l'insufflation d'air permet de faire remonter les graisses en surface.

Le dégraissage est généralement combiné avec l'étape de dessablage. Les déssableur-dégraisseurs que nous pouvons trouver sont soit de type circulaire (cylindro-conique) ou bien de type rectangulaire. [3]



Figure III-7 : Dégrossisseur-déshableur rectangulaire

III-1-1-2 les traitements primaires :

1) La décantation :

En épuration des eaux usées le traitement primaire est une simple décantation qui permet de supprimer la majeure partie des matières en suspension. Ce sont ces matières qui sont à l'origine du trouble des eaux usées.

L'opération est réalisée dans des bassins de décantation dont la taille dépend du type d'installation et du volume d'eau à traiter. De la même manière, le temps de séjour des effluents dans ce bassin dépend de la quantité de matière à éliminer et de la capacité de l'installation à les éliminer.

À la fin de ce traitement, la décantation de l'eau a permis de supprimer environ 60 % des matières en suspension, environ 30 % de la demande biologique en oxygène (DBO) et 30 % de la demande chimique en oxygène (DCO).

Les matières supprimées forment au fond du décanteur un lit de boues appelé boues primaires.

Parmi les types des décanteurs qu'il existe on site : le décanteur à lit de boues, le décanteur lamellaire, le décanteur à recirculation de boues, le décanteur-épaisseur. [3]



Figure III-8 : Décanteur lamellaire

2) Les traitements physico-chimiques :

On fait appel aux traitements physico-chimiques lorsque l'eau à traiter est difficilement biodégradable, pour cela on ajoute un coagulant généralement le sulfate d'alumine, ou le chlorure ferrique ou le sulfate ferreux, qui permet l'agglomération des particules colloïdales ensuite on ajoute un floculat pour former des flocs pour faciliter la décantation de ces derniers.

Remarque : la coagulation floculation est un procédé physico-chimique qui permet la décantation des particules fines colloïdales difficilement décantables.

III-1-1-2 : traitements biologiques :

Ces traitements sont biologiques et permettent d'éliminer les polluants dissous. Pour cela on utilise des populations de micro-organismes capables de les consommer. Dans les cas étudiés, le principe général est de favoriser la croissance de communautés de bactéries aérobies, c'est-à-dire qui prélève l'O₂ pour leur métabolisme.

On peut décrire le processus précédent par l'équation suivante :

Eau résiduaire + biomasse épuratrice + O₂ → eau purifiée + accroissement de biomasse + gaz résiduaires (CO₂).

La vitesse de dégradation lors du traitement biologique dépend de la température du milieu et la quantité d'oxygène et la masse totale des micro-organismes présents.

Après un temps de contact suffisant, la liqueur mixte est envoyée dans un clarificateur appelé parfois décanteur secondaire destiné à séparer l'eau épurée des boues.

Les principaux procédés d'épuration biologiques sont :

A. Les procédés intensifs ou artificiels

Le but des procédés artificiels est de décomposer de façon biochimique par oxydation les matières non séparables par décantation qui n'ont pas pu être éliminées par des procédés physique des eaux usées. En même temps une nouvelle substance cellulaire se forme avec un poids spécifique plus grand que celui de l'eau d'égout et de ce fait une décantation est possible et parmi ces procédés on site :

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

a) Les boues activées :

Le procédé à boues activées est un système fonctionnant en continu dans lequel des micro-organismes sont mis en contact avec les eaux usées contenant des matières organiques. De l'oxygène est injecté dans le mélange permettant de fournir aux bactéries cet élément vital à leur besoin respiratoires (ce qu'on appelle le traitement aérobie).

Afin de maintenir une concentration constante en boues dans le bassin d'aération et de ne pas perdre une grande quantité de bactéries, on effectue un recyclage des boues. Celui-ci est réalisé à partir des boues décantées dans décanteur secondaire.

On présence d'oxygène les micro-organismes vont se développer rapidement et auront tendance à former des masses floconneuses plus au moins compactes. Le floc bactérien, ainsi défini permettra l'oxydation des matières biodégradables. En ce fait le phénomène est plus complexe puisqu'une partie des matières organiques est assimilées et transformées en matières cellulaires, une autre portion est dégradée par oxydation dont l'énergie récupérer sert à la synthèse cellulaire. Ce procédé passe par quatre phases qui sont :

La phase de latence, la phase de croissance exponentielle, la phase de croissance ralentie et la phase endogène.

- **Les avantages :**

- Très bonnes performances épuratoires sur tous les paramètres
- maîtrise du processus épuratoire
- Absence totale d'odeur
- Adapter pour toute taille de collectivité, (sauf les très petites)

- **Inconvénients :**

- coûts d'investissement et d'exploitation élevés
- consommation importante d'énergie
- Exploitation nécessitant technicité (personnel formé nécessaire) [4]

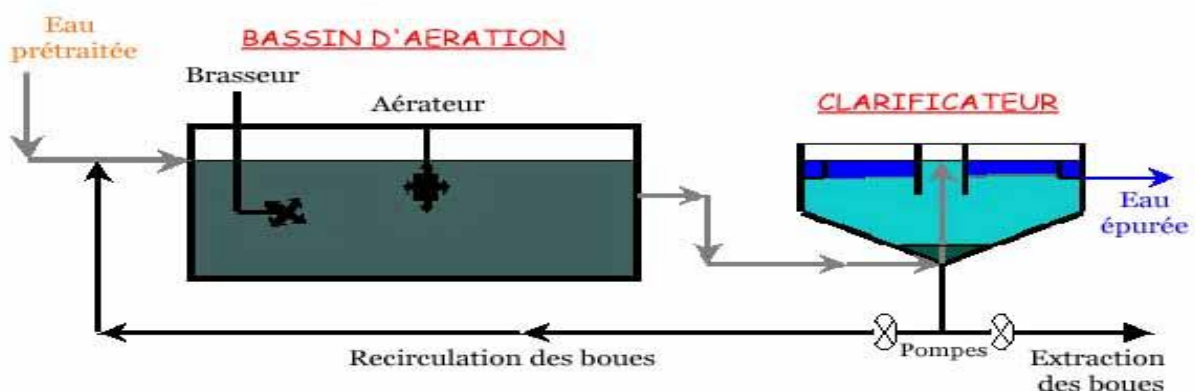


Figure III-9 : schéma représentant le principe du procédé de traitement à boues activées

b) Les lits bactériens :

Un lit bactérien est un lit fixe, (filtre biologique) qui fonctionne sous conditions aérobies, les eaux usées stabilisées sont versées goutte à goutte ou pulvérisées sur le lit. Comme l'eau migre à travers les pores du lit, les matières organiques sont dégradées par la biomasse couvrant le matériau filtrant. Le lit bactérien est rempli d'une grande surface spécifique de matériau comme des cailloux, du gravier, ou de matériau filtrant spécialement préformé. Cette technique peut seulement être utilisée à la suite d'un traitement primaire puisque une charge élevée en matières solides causera des colmatages, pour éviter sa le lit bactérien doit être rincé périodiquement.

Leurs classification est faite à base de la charge organique des eaux usées :

- les faibles charges jusqu'à 0,4 Kg de DBO₅/m³.j
- les moyennes charges jusqu'à 0,8 Kg de DBO₅/m³.j

- Ouvrages de tailles importantes [4]

B. Les procédés extensifs :

• Le lagunage naturel :

Le rayonnement solaire est la source d'énergie qui permet la production de matière vivante par les chaînes alimentaires aquatiques (chaînes trophiques). L'épuration des effluents est réalisée essentiellement par des bactéries aérobies dont l'oxygénation est assurée par l'action chlorophyllienne de végétaux qui participent aussi à la synthèse directe de la matière organique.

➤ **Avantage :**

- Intégration paysagère
- Gestion simple
- Adapté aux réseaux unitaires

➤ **Inconvénients :**

- Emprise au sol
- Il ne peut pas être adapté aux effluents concentrés. [4]

• Le lagunage aéré :

Contrairement au lagunage naturel où l'oxygène est fourni par la photosynthèse et le transfert à l'interface eau-atmosphère, dans le cas du lagunage aéré l'oxygène est produit artificiellement (aérateurs mécaniques, insufflation d'air...). A la différence des "boues activées", il n'y a pas de recirculation de la culture bactérienne. C'est donc un procédé intermédiaire entre le lagunage naturel et les procédés biologiques traditionnels. Le traitement se compose de deux types de lagunes : lagune d'aération et lagune de décantation.

➤ **Avantage :**

- acceptabilité d'apports d'eaux parasites et de variations de pollution
- bonne intégration

➤ **Inconvénients :**

- qualité de rejet moyenne
- coût d'investissement important
- présence de matériel électromécanique
- consommation d'énergie
- nuisances sonores
- curage des boues : opération lourde ; [4]

III-2 Choix du procédé d'épuration :

Les procédés de traitements des eaux usées cités au part avant nous permettent tous d'avoir une eau traitée avec une bonne qualité si on respecte bien les normes de chaque un de ces traitements, mais on peut comme même choisir un traitement adéquat pour une eau usée et ce choix se fait en prenant en considération les paramètres suivants :

- Type du réseau d'assainissement (unitaire ou séparatif)
- Taille de la population (grande ou moyenne ou petite)
- Nature de l'effluent

- Présence d'activité industriel ou pas
- Cout d'exploitation
- Emplacement de la step
- Gestion des boues
- Rendement épuratoire

Pour notre étude on va opter pour le procédé du traitement biologique a boues activées et cela peut se justifié comme suit :

- Absence d'activité industrielle dans la région
- Sensibilité du milieu récepteur (littoral) qui demande un bon rendement épuratoire
- L'eau est trop chargée en DBO5 et MES ;

III-3 Caractéristique du procédé a boues activées :

1- Les facteurs de charges :

On définit les caractéristiques d'un réacteur par deux facteurs :

- **La charge massique (Cm) :**

C'est le rapport de la pollution entrante par unité de masse de population bactérien chargée de son élimination.

$$Cm = \frac{Lo}{Xa.V} \dots\dots\dots (III-1)$$

Lo : Concentration moyenne de DBO5 entrante en Kg/J.

Xa : Masse totale des MVS (des boues) dans l'aérateur en Kg.

V : Volume de l'aérateur en m³.

- **La charge volumique :**

C'est le rapport de la pollution apportée par unité de volume du bassin, et elle est très intéressante pour le dimensionnement rapide des bassins d'aération.

$$Cv = \frac{Lo}{V} \dots\dots\dots (III-2)$$

2- Age des boues :

C'est le rapport entre la quantité de boue dans le bassin et celle extraites quotidiennement, il précise le temps de séjour moyen des boues dans l'aérateur.

$$\theta = \frac{Xa.V}{\Delta x} \dots\dots\dots (III-3)$$

ΔX : Masse des boues extraites quotidiennement en Kg/J.

Xa : Masse totale des MVS (des boues) dans l'aérateur en Kg.

V : Volume de l'aérateur en m³.

3- Indice de Mohalmaan Im :

Cet indice est aussi indice des boues traduit l'état d'hydratation des boues, il permet de mettre en évidence l'aptitude des boues a la décantation.

Généralement les boues sont bien décantables pour $80 < Im < 150$, et si $Im = 80$ la décantation est bonne mais les boues sont difficilement pompables, et si $Im = 150$ la décantation est très lente.

$$Im = \frac{V}{M} \dots\dots\dots (III-4)$$

M : Masse totale de MES dans le bassin de boue activée.

V : Volume des boues décantées en une demi-heure

Tableau III-1 : classification des procédés par boues activées :

Désignation	Charge massique Cm (kgDBO5/kg MVSj)	Charge volumique CV (kgDBO5/m ³ .j)	Concentration en Boues (kgMVS/m ³)	Age de Boues (j)	Rendement épuration.
Aération prolongée	$0.05 < Cm < 0.1$	$CV < 0.30$	≈4	14	>95%
Faible charge	$0.1 < Cm < 0.2$	$0.3 < CV < 0.6$		10 à 30	>90% Nitrification possible.
Moyenne charge	$0.2 < Cm < 0.5$	$0.5 < CV < 1.5$	≈3	4 à 10	80 à 90 %
Forte charge	$0.5 < Cm < 1.2$	$1.5 < Cm < 3$	2 à 3	1.5 à 4	< 80%

III-4 Traitement tertiaire :

Le traitement tertiaire n'est pas toujours réalisé. Cette étape permet de réduire le nombre de bactéries, donc de germes pathogènes présents dans l'eau traitée. Elle peut être demandée pour protéger une zone de baignade, un captage d'eau potable ou une zone conchylicole. Ce traitement peut être réalisé par ozonation, par un traitement aux UV ou pour des petites capacités de station d'épuration par une filtration sur sable (sable siliceux et de granulométrie spécifique).

- La chloration-déchloration

Depuis quelques années, pour contrer les effets nocifs du chlore sur la vie aquatique, la déchloration s'est de plus en plus répandue partout dans le monde. La déchloration se fait généralement par addition de bioxyde de soufre (SO₂). Il réagit très rapidement au contact du chlore résiduel dans l'eau et permet d'éliminer la toxicité qui y est associée. Par contre, la concentration en oxygène dissous de l'eau traitée s'en trouve réduite.

Conclusion :

Le rejet d'eaux usées non traitées dans le milieu naturel engendre une pollution importante du milieu récepteur provoquant des déséquilibres biologiques, et créant des maladies. Afin de lutter contre la pollution provoquée par les eaux usées, plusieurs procédés de traitement ont été mis en place. Cependant le choix du procédé le plus adéquat à l'épuration d'une eau usée n'est pas chose facile étant donné les nombreux paramètres qu'il faut prendre en considération. Pour notre projet le choix du procédé d'épuration a porté sur les boues activées, car il demeure actuellement le plus utilisé, il nécessite des surfaces plus réduites et assure une meilleure qualité de l'effluent rejeté avec des rendements pouvant atteindre les 95%.

Chapitre IV

Analyse des eaux
brutes et mesure de la
charge polluante

Introduction :

Il est toujours difficile de savoir la qualité et la quantité de la pollution dans une eau usée rejetée et cela peut avoir un grand impact sur l'environnement et peut engendrer des risques de pollution du milieu naturel récepteur. Cela nous conduit forcément à faire une analyse pour connaître les différents types de polluants présent dans l'eau usée rejetée par ces deux communes et pour mieux choisir le mode d'épuration convenable.

IV-1 Analyse des rejets

IV-1-1 L'échantillonnage

L'échantillonnage est une opération à laquelle le plus grand soin doit être accordé, car il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui en sera donnée. La représentativité de l'échantillon est difficile à obtenir dans le cas du fractionnement de certaines eaux résiduaires en raison de leur forte hétérogénéité, et de leur forte teneur en matières en suspension ou en matières flottantes. Un système d'homogénéisation pourra être utilisé dans ces cas. Il ne devra pas modifier l'échantillon.

IV-1-2 conditions générales du prélèvement

Le prélèvement devra être effectué dans des points choisis. Le volume prélevé devra être conforme avec les quantités nécessaires pour réaliser les analyses sous accréditation.

Les échantillons seront répartis dans les différents flacons fournis par le laboratoire selon les prescriptions des méthodes officielles en vigueur, spécifiques aux substances à analyser.

Le prélèvement doit être adressé afin d'être réceptionné par le laboratoire d'analyse au plus tard 24 heures après la fin du prélèvement, sous peine de refus par le laboratoire.

IV-1-3 précaution à prendre durant le transport des échantillons

Le transport des échantillons vers le laboratoire devra être effectué dans une enceinte maintenue à une température égale à $5^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$, et être accompli dans les 24 heures qui suivent la fin du prélèvement, afin de garantir l'intégrité des échantillons. La température de l'enceinte ou des échantillons sera contrôlée à l'arrivée au laboratoire et indiquée dans le rapportage relatif aux analyses.

Dans notre cas l'échantillon a été stocké en glacière dans de bonnes conditions de conservation jusqu'à leur acheminement au laboratoire (ADE Médéa, ADE Kouba) pour l'analyse.

Le choix du temps de prélèvement a été effectué compte tenu de l'éloignement du laboratoire et des pointes de pollution enregistrées généralement dans une journée.

IV-1-4 identification des points de prélèvement

Dix (10) échantillons ont été prélevés durant quatre campagnes de prélèvement sur deux principaux rejets du réseau d'assainissement collectant la majeure partie des eaux usées de la ville de Souk-El-Tenin :

Chapitre IV : Analyse des eaux brutes et mesure de la charge polluante

- Souk-El-Tenin :

Cinq prélèvements ont été effectués au niveau du rejet situé au bord de la RN 43 en aval de l'agglomération chef-lieu de Souk-El-Tenin.

- Louta :

Cinq prélèvements ont été effectués à la sortie de du bassin de décantation collectant les eaux usées de l'agglomération de Louta.

- Melbou :

A cette région les prélèvements n'ont pas été effectués en raison de la vétusté du réseau d'assainissement.

Les prélèvements ont été réalisés en deux séries :

- La première série a été effectuée en mois de février
- La deuxième série au mois de juillet. [1]

Remarque : la deuxième série de prélèvement concerne les paramètres de pollution suivants : DBO, DCO, NH₄.

IV-1-5 paramètres analysés

Les paramètres qui ont fait l'objet d'analyse sont les suivants :

Température, PH, Oxygène dissous, Conductivité, Matière en suspension (MES), Demande chimique en oxygène (DCO), Demande biochimique en oxygène (DBO₅), Phosphate PO₄, Ammonium NH₄, Matières organiques

IV-2 les résultats de l'analyse

Les principaux résultats d'analyses enregistrés pendant les deux campagnes de prélèvement ainsi que les caractéristiques de pollution des rejets de la ville de Souk-El-Tenin sont donnés dans le tableau suivant :

- Première série de prélèvement

Tableau IV-1 : Résultats d'analyse du prélèvement du rejet N°1 Souk-El-Tenin [1]

Paramètres analysés	Unité	Résultats		
		Echantillon (1) Date : 24/02/04 Heure : 8h00	Echantillon (2) Date : 24/02/04 Heure : 10h00	Echantillon (3) Date : 28/02/04 Heure : 12h30
Température	C°	17,9	17,6	15,7
PH	/	7,49	7,92	7,76
Conductivité	µS/cm	1890	1800	1640
Oxygène dissous	mg/l	4,22	4,02	4,41
M.E.S	mg/l	480	633	612

Suite du tableau **Tableau IV-1**

M. organique	mg/l	48	46	49
PO ₄	mg/l	1,36	1,30	0,688

Tableau IV-2 : Résultats d'analyse du prélèvement du rejet N°2 Louta [1]

Paramètres analysés	Unité	Résultats		
		Echantillon (1) Date : 24/02/04 Heure : 8h30	Echantillon (2) Date : 24/02/04 Heure : 10h30	Echantillon (3) Date : 28/02/04 Heure : 12h00
Température	C°	17,8	17,7	15,8
PH	/	8,21	7,96	8,12
Conductivité	µS/cm	1810	1830	1660
Oxygène dissous	mg/l	4,55	5,18	3,93
M.E.S	mg/l	594	609	598
M. organique	mg/l	69	79	71
PO ₄	mg/l	0,19	3,1	1,435

- Deuxième série de prélèvement

Tableau IV-3 : Résultats d'analyse du prélèvement du rejet N°1 Souk-El-Tenin (DBO, DCO, Nh₄) : [1]

Paramètres analysés	unité	Résultats	
		Echantillon (1) Date : 11/07/04 Heure : 7h00	Echantillon (2) Date : 13/07/04 Heure : 08h00
DCO	mgO ₂ /l	684	598
DBO	mgO ₂ /l	453	455
NH ₄	mg/l	38,4	37,7

Tableau IV-4 : Résultats d'analyse du prélèvement du rejet N°2 Louta (DBO, DCO, NH₄) : [1]

Paramètres analysés	unité	Résultats	
		Echantillon (1) Date : 11/07/04 Heure : 7h30	Echantillon (2) Date : 13/07/04 Heure : 08h20
DCO	mgO ₂ /l	687	677
DBO	mgO ₂ /l	458	453
NH ₄	mg/l	39,9	36,6

Tableau IV-5 : Valeurs moyennes des résultats d'analyse de la première série de prélèvement

Paramètres analysés	unité	Souk-El-Tenin	Louta	Moyenne
Température	C°	17,07	17,1	17,08
PH	/	7,72	8,1	7,91
Conductivité	µS/cm	1776,67	1766,67	1771,67
Oxygène dissous	mg/l	4,22	4,55	4,39
M.E.S	mg/l	575	600,4	587,7
M. organique	mg/l	47,67	73	60,33
PO ₄	mg/l	1,12	1,58	1,35

Tableau IV-6 : valeurs moyennes des résultats d'analyse de la deuxième série de prélèvement [1]

Paramètres analysés	unité	Souk-El-Tenin	Louta	moyenne
DCO	mgO ₂ /l	641	682	661,5
DBO	mgO ₂ /l	454	455,5	454,8
NH ₄	mg/l	38,05	38,25	38,15

Tableau IV-7 : Norme de l'effluent urbain

Paramètre	Unité	Valeurs
Ph	/	6,5-8,5
M.E.S	mg/l	150 à 500
DBO ₅	mg/l	100 à 400
Azote Kjeldahl	mg/l	30 à 40
phosphore	mg/l	7 à 20
Température	°C	< 30
DCO	mg/l	300 à 1000
Rapport DBO ₅ /N/P	/	100/5/1

Source : les eaux usées urbaines (règlementation des rejets urbains)

IV-2-1 interprétation des résultats :

À partir du tableau IV-7 : (Norme de l'effluent urbains)

- ❖ La température est égale à 17,08°C et elle est inférieure à 30°C, donc elle est comprise dans l'intervalle des normes de l'effluent urbain et elle va favoriser la croissance des micro-organismes.

- ❖ Le PH est égal à 7,91 il satisfait les normes de l'effluent urbain qui sont entre 6,5 et 8,5, ce qui va favoriser le traitement biologique.
- ❖ La concentration des matières en suspensions (M.E.S) est égale à 587,7mg/l et selon les normes de l'effluent urbain cette valeur est supérieure aux valeurs de l'intervalle.
- ❖ La valeur de la DCO est égale à 661,5 mgO₂/l et selon les normes de l'effluent urbain elle est comprise entre les deux valeurs acceptables.
- ❖ La valeur de la DBO est de 454,8 mgO₂/l et elle est supérieure à la valeur moyenne des normes du l'effluent urbain.
- ❖ Le rapport de biodégradabilité DCO/DBO₅ est égal à 1,45 donc le rapport est inférieur à 2 et selon le Tableau II-1 (coefficient de biodégradabilité), on constate que notre effluent est facilement biodégradable.
- ❖ le rapport (DBO₅/N/P) est égal à (100/8,4/0,3), pour l'azote il est un peu loin de la limite qui est 5% donc on a un excès d'azote et pour le phosphore on a 0,3% et elle est loin de la valeur limite qui est de 1% donc on a un déficit de phosphore.

Remarque :

Vu que la valeur de l'azote est supérieure à la valeur limite, cela peut nous donner une idée sur le procédé d'épuration adéquat (faible charge, moyen charge ...)

L'élimination de l'azote a besoin d'une quantité importante d'oxygène donc il faut prévoir la variante à faible charge vu que l'aération se fait presque en 18 heure.

IV-2-2 Mesure de la charge polluante et les charges hydrauliques :

Pour la détermination de la composition des effluents qui arriveraient en tête de la station, nous devons disposer de données spécifiques permettant de faire une approche du problème de l'épuration.

En se basant sur des analyses et des statistiques, les spécialistes ont réparti ces données spécifiques selon :

- Le type de réseau
- La dotation en eau potable
- Le niveau de vie de la population

IV-2-2-1 Les charges hydrauliques :

- **Calcul du débit d'eau potable consommé :**
 - **Débit d'eau potable domestique :**

Pour calculer le débit d'eau potable consommé on applique la formule suivante :

$$Q_{\text{moy j dom}} = \text{Dot} * N_{\text{hab}} \dots\dots\dots (IV.1)$$

- $Q_{\text{moy j dom}}$: débit moyen journalier domestique (l/j).
- Dot: dotation journalière en eau potable prise 150 l/j/hab.
- N_{hab} : nombre d'habitants.
 - **Débit d'eau potable des équipements :**

Chapitre IV : Analyse des eaux brutes et mesure de la charge polluante

Le débit d'eau potable des équipements est calculé comme suit :

Les besoins publique sont évalués sur la base d'une dotation, soit par unité de surface occupée ou par capacité de production, soit par nombre d'utilisateurs selon le cas, et l'importance de l'établissement.

Selon la direction d'hydraulique de la wilaya de Bejaia en basant sur l'étude faite par la DPAT (Bejaia) les besoins en eau d'équipement représentent 10% pour l'horizon 2025, et 2040 pour la commune de Souk-El-Tenin, et de 15% pour l'horizon 2025, et 2040 pour la commune de Melbou.

Pour Souk-El-Tenin : (horizon 2025 et 2040)

$$Q_{\text{moy \acute{e}quip}} = 0,1 * Q_{\text{moy j dom}} \dots\dots\dots (IV.2)$$

Pour Melbou : (horizon 2025 et 2040)

$$Q_{\text{moy \acute{e}quip}} = 0,15 * Q_{\text{moy j dom}} \dots\dots\dots (IV. 3)$$

Les résultats de ces calculs sont résumés dans les tableaux suivants :

Tableau IV-8 : récapitulatif des besoins en eau domestique pour les deux horizons d'études

Commune	Souk-El-Tenin	
Horizon	2025	2040 (extension)
Population	20013	26935
Dotation (l/j/hab.)	150	150
Besoin en eau m ³ /j	3001,9	4040,3
Commune	Melbou	
Horizon	2025	2040 (extension)
Population	13936	17424
Dotation (l/j/hab.)	150	150
Besoin en eau m ³ /j	2090,4	2613,6
Besoin en eau total m ³ /j	5092,3	6653,9

Tableau IV-9 : récapitulatif des besoins en eau des équipements pour les deux horizons d'études

Horizons	Besoin en eau d'équipement (Q _{moy equip}) m ³ /j		Total (m ³ /j)
	Souk-El-Tenin	Melbou	
2025	300,2	313,6	613,8
2040	404,03	392,04	796,07

Tableau IV-10 : calcul du débit total d'eau potable consommée ($Q_{moy j pot}$)

Horizon	$Q_{moy j dom}$ (m ³ /j)	$Q_{moy j equip}$ (m ³ /j)	$Q_{moy j pot tot}$ (m ³ /j)
2025	5092,3	613,8	5706,1
2040	6653,9	796,07	7450

• **Calcul du débit d'eau usée domestique et d'équipements :**

Pour calculer le débit d'eau usée qui arrivera à la future station d'épuration, on calcul d'abord le débit d'eau potable (besoin en eau potable). La quantité d'eau usée rejetée est de l'ordre de 80% des besoins en eau potable (c.-à-d. Le coefficient de rejet est de 0,8).

La formule suivante nous donne les débits d'eaux usées domestiques :

$$Q_{moy j dom} = Q_{moy j pot} \times C_r \dots\dots\dots (IV.4)$$

- $Q_{moy j pot}$: débit moyen journalier d'eau potable (m³/jour) ;
- $Q_{moy j dom}$: Débit des eaux usées domestiques (m³/jour) ;
- C_r : Coefficient de rejet pris égal à 80% de la quantité d'eau potable consommée.

La formule suivante nous donne les débits d'eaux usées des équipements :

$$Q_{moy j equip} = Q_{moy equip} \times C_r \dots\dots\dots (IV.5)$$

- $Q_{moy j equip}$: débit moyen journalier des équipements en m³/j
- $Q_{moy equip}$: débit d'eau potable des équipements en m³/j
- C_r : coefficient de rejet qui est égal à 0,8

• **L'équivalent habitant :**

Pour quantifier globalement les matières polluantes contenues dans les eaux usées domestiques et pour un éventuel calcul de système d'épuration, il faut disposer d'une unité qui est l' « Equivalent Habitant ». L'équivalent habitant se définit comme étant la pollution produite par un habitant et par jour exprimé en gramme d'oxygène nécessaire à sa dégradation. Connaissant le débit d'eaux usées à l'horizon de calcul, l'équivalent habitant est déterminé par la formule suivante :

$$EH = \frac{Q_{moy} \times 1000}{C_r \times Dot} \dots\dots\dots (IV.6)$$

- $Q_{moy j}$: Débit des eaux usées totales ;
- C_r : Coefficient de rejet pris égal à 80% de la quantité d'eau potable consommée.
- Dot : Dotation théorique l/j/hab (D= 150 l/j/hab).

• **Débit moyen horaire :**

Le débit d'eau horaire est donné par la formule suivante :

$$Q_{moy h} = \frac{Q_{moy j}}{24} \dots\dots\dots (IV.7)$$

• **Débit moyen diurne :**

Chapitre IV : Analyse des eaux brutes et mesure de la charge polluante

C'est le débit correspondant à la période de 16h consécutives au cours de laquelle, la station reçoit le plus grand volume d'eaux usées. Elle s'étend généralement de 8h à 24h. En suivant les conditions et l'importance des rejets, la période de débit maximum varie entre 14h et 18h. Le débit moyen diurne est donné par la formule suivante :

$$Q_d = \frac{Q_{moy j}}{16} \dots\dots\dots (IV.8)$$

• **Débit de pointe :**

Il conduit à définir un coefficient de pointe comme étant le rapport du débit moyen de l'heure la plus chargée au débit moyen journalier $Q_{moy j}$ (l/s). ce coefficient de pointe se calcule pas la formule suivante :

$$K_p = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{Q_{moy j}}} \text{ si } Q_{moy j} \geq 2,8 \text{ l/s}$$

$$K_p = 3 \text{ si } Q_{moy j} < 2,8 \text{ l/s}$$

Le débit de pointe est donné par la formule suivante :

$$Q_{pte} = Q_{moy j} \times K_p \dots\dots\dots (IV.9)$$

Les résultats obtenus après application des formules citées précédemment sont résumés dans le tableau ci-après :

Tableau IV-11 : récapitulatif des différents débits calculés

Horizon	$Q_{moy j}$ (m ³ /j)	$Q_{moy h}$ (m ³ /h)	Q_{diurne} (m ³ /h)	K_p	Q_{pte} (l/s)	EH
2025	4564,9	190,2	285,3	1,84	97,2	38041
2040	5960	248,4	372,5	1,8	124,2	49667

IV-2-2-2 Les charges polluante :

➤ **Charge moyenne en DBO5 :**

La charge polluante en DBO est donnée par la formule suivante :

$$L_0 = [DBO_5] \times Q_{moy j} \dots\dots\dots (IV.10)$$

L_0 : Charge moyenne journalière en DBO₅ (Kg/j)

[DBO₅] : La concentration moyenne en DBO₅ (Kg/m³)

$Q_{moy j}$: Débit moyen journalier en (m³/j).

Nous avons [DBO₅] = 454,8 mg/l.

➤ **Charge moyenne en MES :**

La charge polluante en MES est donnée par la formule suivante :

$$MES_0 = [MES] \times Q_{moy j} \dots\dots (IV.10)$$

Chapitre IV : Analyse des eaux brutes et mesure de la charge polluante

MES₀: Charge moyenne journalière en MES (Kg/j)

[MES] : La concentration moyenne en MES (Kg/m³)

Q_{moy j} : Débit moyen journalier en (m³/j).

Nous avons : [MES]= 587,7 mg/l.

➤ **Charge moyenne en DCO :**

La charge moyenne en DCO est estimée comme suit :

$$DCO_0 = [DCO] \times Q_{moy j} \dots\dots\dots (IV.11)$$

DCO₀: Charge moyenne journalière en DCO (Kg/j)

[DCO] : La concentration moyenne en DCO (Kg/m³)

Q_{moy j} : Débit moyen journalier en (m³/j).

Nous avons : [DCO] = 661,5 mg/l.

Tableau IV-12 : les charges polluantes

Horizon	Q _{moy j} (m ³ /j)	L ₀ (kg/j)	MES ₀ (kg/j)	DCO ₀ (kg/j)
2025	4564,9	2076,12	2682,8	3019,68
2040	5960	2710,61	3502,7	3942,54

Tableau IV-13 : récapitulatif de la composition des effluents arrivant en tête de la station d'épuration :

Horizon d'étude		2025	2040
Type du réseau		Séparatif	Séparatif
Capacité de la station (EH)		38041	49667
Charges hydrauliques			
Dotation journalière (L/EH/J)		150	150
Rejet spécifique (L/EH/J)		120	120
Débit moyen journalier (m ³ /j)		4564,9	5960
Débit moyen horaire (m ³ /h)		190,2	248,4
Débit de pointe (l/s)		97,2	124,2
Débit diurne (m ³ /j)		285,3	372,5
Charges polluantes			
DBO ₅	Concentration (mg/l)	454,8	
	Charge polluante (kg/j)	2076,12	2710,61
DCO	Concentration (mg/l)	661,5	
	Charge polluante (kg/j)	3019,68	3942,54
MES	Concentration (mg/l)	587,7	
	Charge polluante (kg/j)	2682,8	3502,7

Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons calculé les moyennes des paramètres analysés tel que la DBO et la DCO, le NH₄ et les MES... etc., en basant sur les résultats obtenus lors des prélèvements dans les différents points de rejets dans la région d'étude, et on a aussi calculé les débits d'eau usées et les différentes charges polluantes pour les deux horizons d'étude 2025 et 2040.

Chapitre V

Traitement des boues

Introduction :

La fonction d'une station d'épuration est de traiter les substances contenues dans les eaux usées afin de pouvoir rejeter dans le milieu naturel une eau épurée. Ce traitement s'accompagne de la formation d'un sédiment résiduel appelé boues.

Ces boues produites sont chargées surtout de bactéries mortes et de matière organique minéralisée donc elles doivent être traitées avant de les rejeter dans le milieu naturel.

V-1 Objectif du traitement des boues :

Le principal objectif du traitement des boues en station d'épuration est d'en réduire le volume pour limiter les quantités à stocker, et de les stabiliser pour en améliorer les caractéristiques physiques et protéger le milieu naturel. En effet, leur forte teneur en eau (99 %) et les fortes populations bactériennes qui s'y retrouvent en font un bouillon de culture favorable à la dégradation de la matière organique fraîche et très fermentescible qu'elles contiennent, avec production de mauvaises odeurs. Outre la teneur en éléments-traces (liée à la présence de matières minérales dissoutes ou insolubles).

V-2 Origine et nature des boues :

Les eaux usées des habitants sont, pour la plupart, acheminées vers les stations d'épuration via le réseau d'assainissement (égouts). A la sortie de des Stations d'épuration, on trouve de l'eau épurée (rejetée dans le milieu naturel) et des résidus d'épurations, constitués notamment de boues contenant des substances minérales et organiques. Dans les stations d'épuration biologique conventionnelles, les boues apparaissent à deux niveaux :

- **les boues primaires** : elle se compose des plus grosses particules solides qui se déposent au fond du décanteur primaire.
- **Les boues secondaires** : les particules fines et dispersées et les substances dissoutes sont fixées et métabolisées par les bactéries qui se multiplient en présence d'oxygène au cours de l'épuration. Cette biomasse bactérienne est séparée de l'eau épurée dans le décanteur secondaire.
- **Les boues mixtes** : sont obtenues en mélangeant les boues primaires et les boues secondaires en excès. [5]

V-3 Composition des boues :

Schématiquement, les boues sont constituées de matière sèche et d'eau. En moyenne, une station d'épuration des eaux usées produit par jour et par habitant raccordé 50 à 60 grammes de matières sèches. Les boues contiennent notamment de l'azote, du carbone et du phosphore. Ces éléments peuvent nuire à l'environnement, particulièrement au milieu aquatique, lorsqu'ils sont rejetés en grande quantité (eutrophisation, ...). La forme principale à éliminer est la pollution carbonée. Cette matière organique peut être décantable ou biodégradable par l'action de microorganismes vivants.

V-3 Traitement des boues :

Les boues se présentent au départ sous forme liquide et avec une forte charge en matière organique hautement fermentescible. Ces deux caractéristiques sont gênantes quelle que soit la destination des boues et imposent la mise en place d'une filière de traitement, c'est-à-dire une suite organisée de procédés qui agissent de façon complémentaire. Et distingue trois grands types de traitement :

V-3-1 Epaissement des boues :

Il s'agit de la première étape de traitement des boues, qui s'opère en général avant le mélange des boues issues des différentes étapes d'épuration des eaux usées (boues primaires, secondaires, et éventuellement tertiaires). Cette étape peut être précédée de l'ajout de flocculant organiques de synthèse (poly électrolytes) ou minéraux (chaux, sels de fer ou d'aluminium), afin de faciliter la séparation des phases solide et liquide des boues.

L'épaulement consiste à laisser s'écouler les boues par gravitation à travers un silo placé au-dessus d'une table d'égouttage ou d'une toile semi-perméable. Autre technique de concentration : la flottation, basée sur l'injection de gaz dans les boues, ce qui sépare les phases liquides et solides par différence de densité. En sortie, les boues sont encore liquides avec une siccité de 4 à 6 %. [5]

V-3-2 La stabilisation des boues :

Cela consiste à diminuer le caractère fermentescible des boues et ainsi, notamment, de supprimer les mauvaises odeurs. Les traitements de stabilisation des boues s'appliquent aux boues mixtes fraîches ou uniquement aux boues de traitement secondaire des eaux usées. Ils sont de nature biologique, chimique ou thermique.

➤ La stabilisation biologique :

Elle s'opère selon deux voies biologiques possibles : aérobie (en présence d'oxygène) et anaérobie (en l'absence d'oxygène).

La stabilisation aérobie consiste à mettre les boues dans des bassins d'aération dits aussi bassins de stabilisation aérobie. En sortie, les boues sont dites « aérobies » ou « stabilisées aérobies ». Le compostage est un mode de stabilisation aérobie des boues, le plus souvent après déshydratation. Il s'agit souvent d'un traitement de stabilisation biologique complémentaire, destiné à la fabrication d'un produit : le compost. Cependant, il constitue le seul mode de stabilisation des boues primaires et secondaires issues d'un traitement physico-chimique des eaux usées.

La stabilisation anaérobie concerne surtout les installations de plus de 100.000 EH. Elle consiste à mettre dans des digesteurs les boues directement issues de la décantation primaire de la filière de traitement des eaux usées, et à les porter à haute température (de 50 à plus de 100°C) afin d'en éliminer les bactéries et les virus. Stabilisées avec 30 à 60 % de quantités de matière organique en moins, en sortie les boues sont dites « anaérobies », « stabilisées anaérobies » ou « digérées ». Elles présentent une siccité pouvant aller au-delà de 20 à 30 %. Ces procédés de digestion anaérobie, appelés aussi méthanisation, s'accompagnent de la production de biogaz riche en méthane (65%) et en dioxyde de carbone (35%), avec des

concentrations faibles d'hydrogène sulfuré saturé en eau. La récupération et la valorisation de ce biogaz (sous forme de chaleur, d'électricité, de combustible ou de carburant) représente un des postes permettant de réduire l'empreinte environnementale de la filière boue. [5]

➤ **La stabilisation chimique :**

La stabilisation chimique consiste à bloquer l'activité biologique des boues en y mélangeant de la chaux vive, CaO, ou de la chaux éteinte, Ca(OH₂). Les doses de chaux sont calculées en fonction des siccités initiale et finale des boues, dans une proportion de 10 à 50 % de la MS des boues, ce qui en élève le pH au-delà de 12. En général, cette stabilisation s'opère après déshydratation des boues. En sortie, les boues sont dites hygiénistes. Cette pratique concerne en général des stations d'épuration de plus de 15.000 EH. Parfois, la stabilisation chimique s'opère avec ajout de nitrites à pH acide. [5]

La déshydratation permet de diminuer la teneur en eau des boues, et d'atteindre en sortie une siccité allant de 15 à 40%, variable selon la filière de traitement des eaux, la nature des boues et la technique de déshydratation utilisée. Elle s'opère sur un mélange de boues primaire, secondaire voire tertiaire.

V-3-3 La déshydratation :

➤ **La déshydratation mécanique :**

Elle s'opère par centrifugation ou par filtration.

La centrifugation consiste à séparer l'eau des boues épaissies par la force centrifuge développée dans un cylindre tournant à grande vitesse. En sortie, les boues sont pâteuses avec une siccité de 18 à 20 % pour la première génération d'équipements, et de 20 à 25 % de siccité pour la seconde. Pendant longtemps, cette technique a surtout concerné les stations de plus de 10.000 EH ; aujourd'hui des solutions existent pour les plus petites. [5]

La filtration par filtres à bandes consiste en une compression et un cisaillement des boues entre deux toiles. Les premiers modèles (à basse et moyenne pression) ne permettaient d'atteindre que 15 à 17% de siccité. Les modèles plus récents (à haute pression) permettent d'atteindre jusqu'à 18 à 20%. En sortie, les boues se présentent sous forme de petites plaques.

➤ **La déshydratation par géomembranes :**

Cette technique de déshydratation est apparue récemment, avec le développement des membranes. Les boues sont mises dans des géotubes aux pores minuscules, qui laissent passer l'eau petit à petit et concentrent les matières. Une fois pleins, ces géotubes contiennent des boues déshydratées jusqu'à 15 à 25% de siccité.

V-3-4 Le séchage :

Le séchage des boues est une déshydratation quasi-totale des boues par évaporation de l'eau qu'elles contiennent ; la réduction de volume qui en résulte est conséquente.

➤ **Le séchage thermique :**

Il repose sur deux méthodes : directe et indirecte. Le séchage direct consiste en une évaporation des boues par convection, via un fluide caloporteur. Le séchage indirect repose quant à lui en un échange de chaleur par conduction, via une paroi chauffée par un fluide caloporteur. En sortie, les boues se présentent sous forme de poudres ou de granulés, avec un taux de siccité pouvant atteindre 90 à 95 %. Ces deux procédés sont très énergivores : ils représentent un poste sur lequel il est possible de réduire l'empreinte environnementale de la filière boue, par exemple en mettant en place des boucles de récupération d'énergie.

➤ **Les lits de séchage :**

Ce procédé consiste à répartir les boues à déshydrater sur une surface drainante (composée de plusieurs couches de gravier et de sable de granulométries variables), à travers laquelle s'écoule l'eau interstitielle. Ces lits de séchages sont mis sous serre pour non seulement tirer parti du phénomène d'évaporation naturelle, mais l'accélérer par les rayons du soleil. On parle alors de séchage solaire. Une autre variante de ce procédé consiste à mettre les lits de séchage sous couvert végétal (roseaux), ce qui permet de s'affranchir des conditions climatiques. Ce procédé est appelé lits à macrophytes. En sortie des lits de séchage, les boues sont solides, d'une siccité d'environ 35 à 40 %. Ce procédé de séchage présente l'intérêt d'être en plus une solution de stockage des boues. Il est particulièrement bien adapté aux stations d'épuration des collectivités de moins de 5.000 EH. [5]

V-4 Destination finale des boues :

S'il existe de nombreux traitements en amont pour réduire le volume, les nuisances, la nocivité des boues, actuellement 3 filières sont utilisées pour évacuer les boues, selon que l'on privilégie un mode de gestion basé sur l'élimination ou sur le recyclage. Il s'agit :

- de la mise en décharge ;
- de l'incinération ;
- du retour au sol par épandage ;

Sachant que le rejet en mer est interdit depuis 1998(décision de l'U.E).

1. La mise en décharge :

La mise en décharge de boues pures ou en mélange correspond à une concentration maximale de tous les déchets. Le carbone part dans l'atmosphère sous forme de méthane. Restent l'azote et le phosphore (non récupérable), et elle représente beaucoup d'inconvénients :

- la production de gaz à effet de serre,
- le risque de pollution de la nappe phréatique,

- le coût élevé, particulièrement pour les petites et moyennes stations. [6]

2. L'incinération :

L'incinération est le procédé radical et définitif de destruction des déchets à caractère organique. Elle est réalisée, à une température de 850°C, dans des installations spécifiques nécessairement de grande taille pour des raisons économiques, ou bien en co-incinération avec les déchets ménagers. Selon le cas, un séchage préalable plus ou moins poussé peut être nécessaire, et elle représente des inconvénients qui sont :

- la production de gaz à effet de serre
- la pollution atmosphérique
- des déchets à stocker,
- coût très élevé à cause, notamment des techniques de traitement des fumées. [6]

3. L'épandage agricole :

Les premières stations d'épuration sont apparues dès les années 50 et depuis cette époque des boues ont été épandues sur les terres agricoles. Le recyclage agricole des boues d'épuration permet de valoriser la matière organique et les substances fertilisantes qu'elles contiennent. Les agriculteurs peuvent ainsi diminuer leurs approvisionnements en engrais, d'où une baisse de leurs charges financières de fertilisation. Ils contribuent au développement durable grâce aux économies réalisées en énergie nécessaire à la fabrication des engrais (azote) et en ressources minières (phosphore, potasse non renouvelables). Ils réalisent un acte citoyen en aidant la collectivité à épurer les eaux usées dans de bonnes conditions. Enfin, avec le retour au sol des déchets des activités humaines, ils achèvent le cycle naturel qu'ils ont débuté avec la production de la nourriture. A la valeur agronomique des boues et au fait d'être au plus proche des cycles naturels, s'ajoute comme avantage le coût réduit du recyclage agricole.

Parmi les inconvénients de l'épandage on site :

- la présence dans les boues de germes pathogènes et de parasites
- la présence sous forme de traces de composés dangereux issus des ménages ou de l'industrie : les Eléments Traces Métalliques (ETM), les Composés Traces Organiques (CTO)
- les risques liés à la proximité des milieux naturels sensibles (rivière, lac, nappe phréatique) ou zone de loisirs. [6]

Conclusion :

Le traitement des eaux usées dans les stations d'épuration se termine par la production d'une eau épurée et aussi des boues qui peuvent causer des risques sur l'environnement ce qui nous oblige à traiter ces boues avant de les envoyer à une destination finale soit l'épandage agricole ou l'incinération et ce traitement passe par plusieurs étapes.

Chapitre VI

Dimensionnement des ouvrages

Introduction :

La réalisation d'une station d'épuration nous amène d'abord à rassembler les données de base qu'il nous faut pour faire un bon dimensionnement des différents ouvrages de la station, ces données concernent la charge polluante et le débit d'eau usée arrivant à la tête de la station... etc. Après avoir collecté toute ces données de bases on peut entamer le dimensionnement des ouvrages en commençant par :

Les prétraitements qui comportent les ouvrages suivants :

- Le dégrilleur
- Dessableur déshuileur

Les traitements primaires comportants les ouvrages suivants :

- Décanteur primaire

Le traitement biologique comportant les ouvrages suivants :

- Un bassin d'aération
- Un clarificateur (décanteur secondaire)

Le traitement tertiaire comportant les ouvrages suivant :

- Un bassin de désinfection

Le traitement des boues comportant les ouvrages suivant :

- Un épaisseur
- Une stabilisation aérobie
- Un lit de séchage

VI-1 les prétraitements :**V-1-1- Le dégrilleur**

Pour cet ouvrage on va calculer pour une grille fine et grossière de type mécanique

Tableau VI-1 : espacement et épaisseur des barreaux

Paramètres	Grilles grossières	Grilles fines
d (cm)	2,00	1,00
e (cm)	5à10	0,3 à 1

d : épaisseur des barreaux

e : espacement entre les barreaux

1) Calcul de la largeur de la grille :

Pour calculer la largeur de la grille on va utiliser la méthode de Kirschmer :

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

- Largeur de la grille (m).
- h_{\max} : Hauteur maximum admissible sur une grille (m).

$$h_{\max} = (0,15 - 1.5) m$$

- Fraction de surface occupée par les barreaux.

$$\beta = \frac{d}{d + e}$$

- σ : Coefficient de colmatage de la grille. Il est de 0,5 pour un dégrillage automatique
- S : Surface de passage de l'effluent tel que $S = \frac{Q_p}{V}$
- Q_p : Débit de pointe (m^3 / s).
- V : Vitesse de passage à travers la grille (m/s) tel que $V = (0.5 - 1.50) m / s$

2) Calcul des pertes de charges :

Les pertes de charges sont calculées par la relation de Kirschmer.

$$\Delta H = \beta \left(\frac{d}{e}\right)^3 \frac{V^2}{2g} \sin \alpha \dots\dots\dots (VI-2)$$

avec :

- ΔH : Perte de charge (m).
- β : Coefficient dépendant de la forme des barreaux
- $\beta = 1,79$ pour les barreaux de section circulaire
- d : espacement entre les barreaux (cm).
- g : accélération de la pesanteur (m/s^2).
- α : angle d'inclinaison de la grille (60°).

3) Calcul du volume de déchets retenus au niveau des grilles :

Le volume des déchets retenus par la grille peut se calculé par la formule suivante :

$$V = \frac{\text{nombre d'habitants} \cdot V_{\text{retenu}}}{365} \dots\dots\dots (VI-3)$$

V : volume des déchets retenus par la grille (m^3/j)

V_{retenu} : qui vaut : 5 à 10 l/Hab/an pour une grille fine et 2 à 5 l/hab/an pour une grille grossière

❖ Horizon 2025 :

Grille fine : Pour la grille fine les données de bases sont les suivantes :

$$Q_p=0,0972\text{m}^3/\text{s}, V=1\text{m/s}, S=0,097\text{m}^2, d=1\text{cm}, e=0,5\text{cm}, \beta=0,67, \alpha=60^\circ, \delta=0,5, h_{\max}=0,5\text{m}$$

$$\beta'=1,79$$

- **La largeur de la grille : (d'après la formule VI-1)**

$$L = \frac{0,097 \sin 60^\circ}{0,5 \cdot (1 - 0,67) \cdot 0,5} = 1,01\text{m}$$

$$L=1,01\text{m}$$

- **Les pertes de charge: (d'après la formule VI-2)**

$$\Delta H = 1,79 \left(\frac{1}{0,5}\right)^{\frac{4}{3}} \frac{(1)^2}{2,9,81} \sin 60^\circ = 0,196\text{m}$$

$$\Delta H=0,196\text{m}$$

- **Volume des déchets retenus: (d'après la formule VI-3)**

$$V = \frac{0,008 \cdot 38041}{365} = 0,83\text{m}^3/\text{j}$$

$$V=0,83\text{m}^3/\text{j}$$

Grille grossière : Pour la grille grossière les données de bases sont les suivantes :

$$Q_p=0,0972\text{m}^3/\text{s}, V=1\text{m/s}, S=0,097\text{m}^2, d=2\text{cm}, e=8\text{cm}, \beta=0,2, \alpha=60^\circ, \delta=0,5, h_{\max}=0,5\text{m}$$

$$\beta'=1,79$$

- **La largeur de la grille : (d'après la formule VI-1)**

$$L = \frac{0,097 \sin 60^\circ}{0,5 \cdot (1 - 0,2) \cdot 0,5} = 0,4\text{m}$$

$$L=0,4\text{m}$$

- **Les pertes de charge: (d'après la formule VI-2)**

$$\Delta H = 1,79 \left(\frac{2}{8}\right)^{\frac{4}{3}} \frac{(1)^2}{2,9,81} \sin 60^\circ = 0,012\text{m}$$

$$\Delta H=0,012\text{m}$$

- **Volume des déchets retenus: (d'après la formule VI-3)**

$$V = \frac{0,003 \cdot 38041}{365} = 0,31\text{m}^3/\text{j}$$

$$V=0,31\text{m}^3/\text{j}$$

Tableau VI-2 : Résultats de calcul de la grille fine et la grille grossière pour l'horizons 2025

Désignations	Unités	horizon 2025
Débit de la station	m ³ /S	0,0972
Grille fine		
Epaisseur des barreaux (d)	cm	1
Espacement des barreaux (e)	cm	0,5
Fraction de surface occupée par les barreaux (β)	/	0,67
Coeffecient de forme des barreaux (β')	/	1,79
Angle d'inclinaison (α)	°	60
Vitesse d'écoulement	m/s	1
Hauteur maximale d'eau admissible (h _{max})	m	0,5
Section mouillée de la grille (S)	m ²	0,11
Coeffecient de colmatage de la grille (δ)	/	0,5
Largeur de la grille (L)	m	1,01
Pertes de charges (h)	m	0,196
Volume des dechets retenus (V)	m ³ /j	0,83
Grille grossière		
Epaisseur des barreaux (d)	cm	2
Espacement des barreaux (e)	cm	8
Fraction de surface occupée par les barreaux (β)	/	0,20
Coeffecient de forme des barreaux (β')	/	1,79
Angle d'inclinaison (α)	°	60
Vitesse d'écoulement	m/s	1
Hauteur maximale d'eau admissible (h _{max})	m	0,5
Désignations	Unités	Horizons 2025
Largeur de la grille (L)	m	0,4
Pertes de charges (h)	m	0,012
Volume des dechets retenus (V)	m ³ /j	0,31

V-1-2- le Dessableur-déshuileur :

Le bassin de dessablage-déshuilage proposé est de type rectangulaire, pour calculer ces dimensions on utilise les formules suivantes :

1. Le volume du bassin :

$$V=Q_{pte} * T_s \dots\dots\dots (VI-4)$$

- V : volume du bassin en m³
- Q_{pte} : débit de pointe en m³/h
- T_s : temps de séjour en min T_s=4min=0,07h.

2. La surface horizontale du bassin :

$$Sh = \frac{V}{H} \dots\dots\dots(VI-5)$$

- Sh : la surface horizontale en m²
- V : volume du bassin en m³
- H : hauteur du bassin en m, tel que : 1,25 < H < 2,5 m

3. La longueur du bassin :

$$L = \sqrt{2Sh} \dots\dots\dots (VI-6)$$

Tel que L=2l

- L :longueur du bassin en m
- l : la largeur du bassin en m
- Sh : surface horizontale en m²

4. la largeur du bassin :

$$l = L/2 \dots\dots\dots(VI-7)$$

- L :longueur du bassin en m
- l : la largeur du bassin en m

5. Le volume d'air à insuffler dans le déssableur :

La quantité d'air à insuffler varie de 1 à 1,5m³d'air/m³d'eau.

$$q_{air} = Q_{pts} \times V \dots\dots\dots(VI.8)$$

- V : le volume d'air à injecter (m³).On prend V= 1.5 m³d'air/m³d'eau
- Q pts : débit de la station.

6. Calcul de la quantité de matière éliminée par le dessableur :

Le déssableur permet d'éliminer 70% de la matière minérale qui représente 30% de la matière en suspension (MES).

$$MES = 30\% MMS + 70\% MVS \dots\dots\dots(VI.9)$$

- $MES_{\text{éliminés}} = 0,7 MMS_{\text{entré}}$
- $MES_{\text{restantes}} = MMS_{\text{entré}} - MES_{\text{éliminé}}$

❖ **Horizon 2025** : l'application des formules précédentes nous permet de trouver les résultats suivants :

- **Le volume du bassin** :(d'après la formule VI-4)

$$V = 349,9 * 0,07 = 23,33 m^3$$

$V = 23,33 m^3$

- **La surface horizontale** :(d'après la formule VI-5)

$$Sh = 23,33 / 1,8 = 12,96 m^2$$

$Sh = 12,96 m^2$

- **La longueur du bassin** :(d'après la formule VI-6)

$$L = \sqrt{2 * 12,96} = 6,48 m$$

$L = 6,48 m$

- **La largeur du bassin** : (d'après la formule VI-7)

$$l = 6,48 / 2 = 3,24 m$$

$l = 3,24 m$

- **Le volume d'air à insuffler dans le déssableur** :(d'après la formule VI-8)

$$q_{air} = 349,9 * 1,5 = 524,88 m^3 \text{ air /h}$$

$q_{air} = 524,88 m^3 \text{ air /h}$

- **Calcul de la quantité de matière éliminée par le dessableur** :(d'après la formule VI-9)

$$MES_0 = 2682,8 \text{ kg/j}$$

$$MVS_0 = 0,7 * 2682,8 = 1877,96 \text{ kg/j}$$

$$MMS_0 = 0,3 * 2682,8 = 804,84 \text{ kg/j}$$

$$MVS_{\text{éliminées}} = 0,7 * MVS_0 = 0,7 * 1877,96 = 1314,57 \text{ kg/j}$$

$MES_{\text{élim}} = 1877,96 \text{ kg/j}$

$$MMS_{\text{éliminées}} = 0,7 * MMS_0 = 0,7 * 804,84 = 563,388 \text{ kg/j}$$

$$MES_{\text{éliminées}} = MVS_{\text{éliminées}} + MMS_{\text{éliminées}} = 1314,57 + 563,388 = 1877,96 \text{ kg/j}$$

$$MES_{\text{sortie du dessableur}} = MES_0 - MES_{\text{éliminées}} = 2682,8 - 1877,96 = 804,84 \text{ kg/j}$$

Tableau VI-3 : Résultats de calcul du dessableur-déshuileur pour l'horizon 2025

Désableur-Déshuileur		
Désignation	Unités	Horizon
		2025
Volume	m ³	23,33
Surface	m ²	12,96

Suite du tableau VI-3

Longueur	m	6,48
Largeur	m	3,24
Hauteur	m	1,8
Quantité d'air injectée	m ³ air/h	524,88
Temps de séjour	minutes	4
MES totales	kg/j	2682,80
MVS totales	kg/j	1877,96
MMS totales	kg/j	804,84
MVS éliminées	kg/j	1314,572
MMS éliminées	kg/j	563,388
MES éliminées	kg/j	1877,96
MVS restantes	kg/j	563,388
MMS restantes	kg/j	241,45
MES restantes	kg/j	804,84

VI-2- les traitements primaires :

VI-2-1- le décanteur primaire

❖ **Horizon 2025**

Le temps de séjours doit être limité pour des raisons biologiques et économique et il est compris entre 1 et 2 heure, alors on va le prendre 1,5heure

A. Calcul du volume du décanteur primaire :

Le volume du décanteur primaire est donné par la relation :

$$V = Q_{pte} \cdot T_s \dots\dots\dots(VI-10)$$

Débit de pointe : $Q_p = 349,92 \text{ m}^3/\text{h}$

Temps de séjour : $T_s = 1,5 \text{ h}$

Donc : $V=349,92 \cdot 1,5=524,88\text{m}^3$

V=524,88m³

B. Calcule de la surface horizontale du décanteur:

$$S_h = Q_p/V_{lim} \dots\dots\dots(VI-11)$$

Débit de pointe : $Q_p = 349,92 \text{ m}^3/\text{h}$

Vlim : vitesse limite en m/h et elle est constatée suivant le tableau ci-dessous :

Tableau VI-4 : Valeur de la vitesse limite en fonction de $K=Q_{pte}/Q_{moy}$

K	2,5	3	5	8	10
Vlim (m/h)	2	2,5	3,75	5	6

Pour notre cas $K=349,92/190,2=1,84$

Donc on va prendre $V_{lim}=2m/h$

$$349,92/2 = 174,96 \text{ m}^2$$

$$\text{Sh}=174,96\text{m}^2$$

C. La hauteur du décanteur :

$$H = V / S_h \dots\dots\dots(\text{VI-12})$$

V : volume du décanteur primaire ($V=524,88\text{m}^3$)

Sh : surface du décanteur primaire ($\text{Sh}=174,96\text{m}^2$)

$$H=524,88/174,96=3\text{m}$$

$$\text{H}=3 \text{ m}$$

Et on a joute 0,75m pour la revanche donc $H=3,75\text{m}$

D. Le diamètre du décanteur:

$$D = \sqrt[4]{4V/H\pi} \dots\dots\dots(\text{VI-13})$$

V : volume de décanteur primaire ($V=524,88\text{m}^3$)

H :hauteur du décanteur ($H=3\text{m}$)

$$D=14,9\text{m}$$

$$\text{D}=14,9 \text{ m}$$

E. Détermination du temps de séjours :

- pour le débit moyen horaire

$$T_s = V / Q_{\text{moy}} \dots\dots\dots(\text{VI-14})$$

$$T_s = 524,88/190,2 = 2,76 \text{ h}$$

$$\text{Ts}=2,76 \text{ heure}$$

F. Calcul de la quantité des boues éliminés :

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

35% de DBO_5

60% de MES

- Charge à l'entrée du décanteur :

$$\text{DBO}_{5\text{entré}}= 2076,12 \text{ Kg/j}$$

$$\text{MES}_{\text{entré}}= 804,84 \text{ Kg/j}$$

- Les charges éliminées par la décantation primaire :

$$\text{DBO}_{5\text{éliminée}} = 0,35 \cdot \text{DBO}_{5 \text{ entré}} = 0,35 \cdot 2076,12 = 726,64\text{Kg/j}$$

$$\text{DBO}_{5 \text{ élim}}=726,64\text{kg/j}$$

$$\text{MES}_{\text{éliminée}} = 0,6 \cdot \text{MES}_{\text{entré}} = 0,6 \cdot 804,84 = 482,9\text{Kg/j}$$

$$\text{MES}_{\text{élim}}=482,9 \text{ kg /j}$$

- Les charges à la sortie du décanteur primaire :

$$\text{MES}_{\text{sortie}} = \text{MES}_{\text{entré}} - \text{MES}_{\text{éliminée}} = 804,84 - 482,9 = 321,94\text{Kg/j}$$

$$\text{MES}_{\text{sortie}}=321,94\text{Kg/j}$$

$$\text{DBO}_{5\text{sortie}} = \text{DBO}_{5 \text{ entré}} - \text{DBO}_{5\text{éliminée}} = 2076,12 - 726,64 = 1349,48\text{Kg/j}$$

Remarque:

De la même manière on dimensionne le décanteur primaire pour l'horizon 2040 tel que le débit de pointe sera égal à $Q_{pte} = Q_{pte\ 2040} - Q_{pte\ 2025} = 447,12 - 349,92 = 97,2\ m^3/h$.

Et de même pour les MES, tel que $MES = MES_{2040} - MES_{2025}$

MES_{extension} = 245,97 Kg/j

Donc $MES_{extension} = 1050,81 - 804,84 = 245,97\ kg/j$.

et de même pour la DBO₅ tel que $DBO_5_{extension} = DBO_5_{2040} - DBO_5_{2025}$

Donc $DBO_5_{extension} = 2710,61 - 2076,12 = 634,49\ kg/j$.

DBO_{5 extension} = 634,49 Kg/j

les résultats obtenus sont mentionnés dans le tableau ci-après :

Tableau VI-5 : Résultats de calcul du décanteur primaire pour les deux horizons 2025 et 2040 (extension)

Décanteur primaire			
Désignation	Unité	Horizon	
		2025	2040
Débit de pointe	m ³ /h	349,92	97,20
Vitesse limite	m/h	2,00	2,00
Surface horizontale	m ²	174,96	48,60
Volume	m ³	524,88	145,80
Hauteur d'eau + revanche	m	3,75	3,75
Diamètre	m	14,90	7,90
Temps de séjours	heure	2,76	2,51
MES à l'entrée du décanteur	kg/j	804,84	245,97
DBO ₅ à l'entrée du décanteur	kg/j	2076,12	634,49
MES éliminées	kg/j	482,90	147,58
DBO ₅ éliminées	kg/j	726,64	222,07
MES sortie du décanteur	kg/j	321,94	98,39
DBO ₅ sortie du décanteur	kg/j	1349,48	412,42

VI-3- les traitements biologiques :

Le traitement biologique à boues activées sera réalisé dans un ensemble complet qui comprend :

- Les bassins d'aération ;
- Les décanteurs secondaires (clarificateur).

Et on va étudier les deux variantes à faible et à moyen charge.

VI-3-1- variante à faible charge :

VI-3-1-1- Bassin d'aération :

Les paramètres du procédé à boues activées à faible charge sont :

- Charge massique :

$$0,1 < C_m < 0,2 \text{ Kg DBO}_5/\text{Kg MVS j}$$

On prendra : $C_m = 0,19 \text{ Kg DBO}_5/\text{Kg MVS j}$

- Charge volumique :

$$0,35 < C_v < 0,6 \text{ Kg DBO}_5/\text{m}^3\text{j}$$

On prendra : $C_v = 0,5 \text{ Kg DBO}_5/\text{m}^3\text{j}$

❖ **Horizon 2025 :**

Donnée de base :

- Débit moyen journalier $Q_{\text{moy j}} = 4564,9 \text{ m}^3/\text{j}$
- Débit moyen horaire $Q_{\text{moy h}} = 190,2 \text{ m}^3/\text{h}$
- Débit de pointe par temps sec $Q_p = 349,92 \text{ m}^3/\text{h}$
- Charge polluante à l'entrée du bassin $L_o = 2076,12 \text{ Kg/j}$
- La charge polluante à la sortie L_f , tel que : ($S_f = 30\text{mg/l}$)

$$L_f = S_f \cdot Q_{\text{moy j}} = 0,03 \cdot 4564,9 = 136,947 \text{ Kg DBO}_5/\text{j}$$

- La charge polluante éliminée :

$$L_e = L_o - L_f = 2076,12 - 136,947 = 1939,173 \text{ Kg DBO}_5/\text{j}$$

- Le rendement épuratoire :

$$\eta_{\text{ep}} = (L_o - L_f)/L_o \cdot 100 \dots \dots \dots (\text{VI-15})$$

$$\eta_{\text{ep}} = (1939,173/2076,12) \cdot 100 = 93,4\%$$

a) Dimensionnement du bassin d'aération :

1. Volume du bassin $V(\text{m}^3)$:

$$V = L_o/C_v \dots \dots \dots (\text{VI-16})$$

$$V = 2076,12 / 0,5 = 4152 \text{ m}^3$$

V = 4152 m³

Vu que le volume du bassin d'aération est trop important alors on va projeter deux bassins d'aérations de meme volume tel que $V_{b1} = V_{b2} = 4152/2 = 2076 \text{ m}^3$

2. La hauteur du bassin H (m) :

Elle est prise généralement entre 3 et 5m donc on prend :

$$H = 4 \text{ m}$$

3. Surface horizontale du bassin S_h (m²) :

$$S_h = \frac{V}{H} \dots \dots \dots (\text{VI-17})$$

$$S_h = \frac{2076}{4} = 519,03 \text{ m}^2$$

S_h = 519,03 m²

4. La largeur du bassin :

Le bassin d'aération est de forme carrée donc $L=B=(Sh)^{0,5}$ (VI-18)
 $L=(519,03)^{0,5} = 22,8m$

L=22,8 m

5. La masse de boues dans le bassin : Xa (kg/j) :

$$X_a = \frac{L_o}{C_m} \dots\dots\dots(VI-19)$$

$$X_a = \frac{2076,12}{0,19} = 10926,9Kg$$

Xa= 10926,9 kg

6. Concentration de boues dans le bassin : [Xa] (kg/m3)

$$[X_a] = \frac{X_a}{V} \dots\dots\dots(VI-20)$$

$$X_a = \frac{10926,9}{4152}$$

$[X_a] = 2,6Kg/m^3$

[Xa]= 2,6 kg/m³

7. Calcul du temps de séjour :

- Pour le débit moyen horaire : (D'après la formule VI-14)

$$T_s = \frac{V}{Q_{moy.h}} = \frac{4152}{190,2} = 21,8heure$$

Ts (Q moy h) = 21,8 H

- Pour le débit de pointe par temps sec : (D'après la formule VI-10)

$$T_s = \frac{V}{Q_p} = \frac{4152}{349,9} = 11,9heure$$

Ts (Qpte) =11,9 H

b) Besoin en oxygène :

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

$$q_{o_2} = a' L_e + b' X_a \quad (Kg/j). \dots\dots\dots(VI-21)$$

- Le : la charge DBO₅ éliminé (Kg/j) = 1939,173kg/j
 - Xa : masse totale de boues présente dans le bassin d'aération (Kg)
 - a' : coefficient respirométrique du système cellulaire
 - b' : coefficient cinétique de respiration endogène
- ✚ Remarque :les coeffecients a' et b' sont choisis en fonction de la charge massique Cm, comme le montre le tableau suivant :

Tableau IV.6 : Charge massique en fonction de a' et b'

Charge							
a'	0,66	0,65	0,63	0,59	0,56	0,53	0,5
b'	0,06	0,07	0,075	0,08	0,085	0,09	0,7 à 1,2

Donc : $a' = 0,59$ et $b' = 0,08 j^{-1}$

- **La quantité d'oxygène journalière est :**

$$q_{O_2} = (0,59 \cdot 1939,173)/2 + (0,08 \cdot 10380,06)/2 = 987,3 \text{ Kg } O_2/j$$

$$q_{O_2} (\text{jour}) = 987,3 \text{ Kg } O_2/j$$

- **La quantité d'oxygène horaire :**

$$q_{O_2} = 987,3/24 = 41,1 \text{ Kg } O_2/h$$

$$q_{O_2} (\text{horaire}) = 41,1 \text{ Kg } O_2/h$$

- **La quantité d'oxygène nécessaire pour un m³ du bassin :**

$$q_{O_2} m^3 = 987,3/4152 = 0,48 \text{ Kg } O_2/m^3j$$

$$q_{O_2} (\text{pour } 1m^3 \text{ bassin}) = 0,48 \text{ Kg } O_2/m^3j$$

- **La quantité d'oxygène nécessaire en cas de pointe :**

$$q_{O_2} \text{pte} = (a'Le/Td \cdot 2) + (b' \cdot Xa \cdot V/24 \cdot 2) \dots\dots\dots(VI-22)$$

La respiration endogène de la boue restante est la même sur 24 heures.

Td : période diurne en heures Td= 16h

Le = la DBO₅ à éliminer en période diurne.

$$q_{O_2} \text{pte} = (0,59 \cdot 1939,173/2 \cdot 16) + (0,08 \cdot 4065,3/2 \cdot 24) = 53,1 \text{ Kg } O_2/h$$

$$q_{O_2} (\text{pointe}) = 53,1 \text{ Kg } O_2/h$$

- **Besoin réel en pointe en oxygène**

Les besoin réel données par la formule suivant :

$$q_{O_2 \text{ réel}} = \frac{q_{O_2}}{\alpha \cdot \beta} \dots\dots\dots(VI-23)$$

$$\text{Avec : } \alpha = \frac{C_s (\text{eau usee})}{C_s (\text{eau epure})} = 0,8$$

Tel que : $0,8 \leq \beta \leq 0,95$

On prend :

$$\beta = 0,85$$

$$\text{Donc : } q_{O_2 \text{ pointe réel}} = \frac{53,1}{0,8 \cdot 0,85} = 78,02 \text{ Kg } O_2/h$$

$$q_{O_2} (\text{pointe réelle}) = 78,02 \text{ Kg } O_2/h$$

$$\text{En moyenne : } q_{O_2 \text{ jour réel}} = \frac{987,3}{0,8 \cdot 0,85} = 1451,9 \text{ Kg } O_2/j$$

- c) **Calcul des caractéristiques de l'aérateur :**

- **Calcul de la puissance de l'aération nécessaire (E_n) :**

Les apports spécifiques des aérateurs de surface ont souvent été compris entre 1 et 2 kg O₂ / kWh

$$E_n = \frac{q_{O_2}}{E_a} \dots\dots\dots(VI-24)$$

Dans nous calcul on prend : E_a = 1,5 kgO₂/ kWh

$$\text{On aura : } E_n = \frac{78,02}{1,5} = 52 \text{ Kw}$$

$$E_n = 52 \text{ Kw}$$

- **Calcul de la puissance de brassage (E_b)**

La puissance de brassage est donnée par la relation suivante:

$$E_b = Sh * Pa \dots\dots\dots(VI-25) \quad \text{Avec : } Pa=80w/m^2$$

Tel que Sh : est la surface horizontale de l'aérateur (Sh=519,03m²)

Pa : La puissance spécifique absorbé pour les aérateurs de surface est égale a : 80w/m² [8]

Donc on aura : $E_b = Sh * Pa = 519,03 * 0,08 = 41,52kw$

$E_b = 41,52Kw$

- **Calcul de nombre d'aérateurs dans le bassin (N_a) :**

$$N_a = \frac{E_n}{E_b} \dots\dots\dots(VI-26)$$

$$N_a = \frac{52}{41,52} = 1,25 \quad \text{On prend deux aérateurs.}$$

N_a = 2 Aérateurs

d) Bilan de boues :

- **Calcul de la quantité des boues en excès ΔX :**

La quantité de boues en excès est déterminée par la formule d'ECKENFELDER :

$$\Delta X = X_{\min} + X_{dur} + a_m L_e - b X_a - X_{eff} \dots\dots\dots(VI-27)$$

La charge journalière en MES à la sortie de déssableur-déshuileur est $MES_s = 804,84Kg/j$

On a aussi : $b' = 0,08 \Rightarrow b = \frac{0,08}{1,42} = 0,056$ d'où : $b = 0,056$

- X_{min} : Boues minérales (30 % de MES)
- X_{dur} : Boues difficilement biodégradables (appelées matières dures), elles représentent 0,3 à 0,35 des MVS.
- a_m : coefficient de rendement cellulaire (0,55 < a_m < 0,6).
- L_e : quantité de la DBO₅ éliminée (kg/j)
- B_b : fraction de la masse cellulaire éliminée par jour en respiration endogène. b=0,056
- X_a : masse totale des MVS dans le bassin en kg
- X_{eff} : fuite des MES avec l'effluent (dépend des normes de rejet, on adopte généralement 30mg/l).

Donc :

$$X_{\min} = 0,3 * 804,84 = 241,452Kg/j$$

$$X_{dur} = 0,3 * MVS$$

$$X_{dur} = 0,3 * 0,7 * 804,84 = 169,016 Kg/j$$

$$a_m l_e = 0,6 * 1939,173 = 1163,5Kg/j$$

$$b X_a = 0,056 * 10380,6 = 581,31Kg/j$$

$$X_{eff} = 0,03 * 4564,9 = 136,947Kg/j \quad \text{Ce qu'il nous donne :}$$

$$X = 241,52 + 169,016 + 1163,5 - 581,31 - 136,94 = 855,71 \text{ Kg/j} \quad \boxed{\Delta X = 855,71 \text{ kg/j}}$$

- **Calcul de la concentration de boues en excès (Xm) :**

$$X_m = \frac{1200}{I_m} \dots\dots\dots(\text{VI-28}) \text{ Pour notre cas on prend : } I_m = 125 \text{ ml/g}$$

D'où : $X_m = \frac{1200}{125} = 9,6 \text{ kg/m}^3$ $\boxed{X_m = 9,6 \text{ kg/m}^3}$

- **Calcul de débit de boues en excès (Qexcés) :**

Ce débit est donnée par : $Q_{excés} = \frac{\Delta X}{X_m} \dots\dots\dots(\text{VI} - 29)$

$$Q_{excés} = \frac{855,71}{9,6} = 89,14 \text{ m}^3/\text{j} \quad \boxed{Q_{excés} = 89,14 \text{ m}^3/\text{j}}$$

- **Calcul de débit spécifique par m³ de bassin (qsp) :**

On a : $q_{sp} = \frac{\Delta X}{V} \dots\dots\dots(\text{VI-30})$

Donc : $q_{sp} = \frac{855,71}{4152} = 0,21 \text{ Kg/m}^3\text{j}$ $\boxed{q_{sp} = 0,21 \text{ kg/m}^3\text{j}}$

- **Le taux de recyclage (R) :**

$$R = \frac{100 [X_a]}{\frac{1200}{I_m} - [X_a]} \dots\dots\dots(\text{VI-31})$$

- R : taux de recyclage(%) ;
- [X_a] : concentration des boues dans le bassin = 2.5 Kg/m³ pour chaque bassin.

$$R = \frac{100 * 2,5}{\frac{1200}{125} - 2,5} = 35,21 \% \quad \boxed{R = 35,21\%}$$

- **Le débit des boues recyclées (Qr) :**

pour chaque bassin on aura : $Q_r = R * Q_{moy} \text{ j} \dots\dots\dots(\text{VI-32})$

Donc : $Q_r = 4564,9 * 0,352 = 1607,4 \text{ m}^3/\text{j}$ $\boxed{Q_r = 1607,4 \text{ m}^3/\text{j}}$

- **Age des boues dans l'aérateur (Ab) :**

$$A_b = \frac{X_a}{\Delta X} \dots\dots\dots(\text{VI-33}) \quad A_b = \frac{X_a}{\Delta X} = \frac{10380,6}{855,71} = 12,1 \text{ jours} \quad \boxed{A_b = 12,1 \text{ Jours}}$$

VI-3-1-2- Calcul du clarificateur (décanteur secondaire) :

Le clarificateur ou décanteur secondaire a pour but la séparation des floes biologiques de l'eau épurée. Les boues déposées dans le clarificateur sont recyclées vers les bassins d'aération afin d'y maintenir une concentration quasi constante en bactéries et les boues en

excès sont évacuées vers les installations de traitement de boues (épaississement, déshydratation).

- Le type de décanteur choisi est circulaire muni d'un pont racleur de fond et de surface, et à fond légèrement incliné en cône.
- La vitesse maximale (V_a) par temps de pluie ne doit pas en aucun cas dépasser 4 m/h et le temps de séjour est de 1,5 à 2 heures.

Données de départ :

Ts : Le temps de séjour, on prend $t_s = 1,7h$.

Le débit de pointe en temps de pluie (débit de la station) : $Q_{ptp} = 349,9m^3/h$.

- **Calcul de volume du décanteur :** (d'après la formule VI-10)

$$v = Q_{pte} * t_s = 349,9 * 1,7 = 595m^3$$

$$V = 595 m^3$$

- **Hauteur du clarificateur**

Hauteur du décanteur est : $H = (3 \div 5) m$.

On prend : $H = 4 m$

- **Calcul de la surface horizontale du décanteur :** (d'après la formule VI-17)

$$Sh = \frac{V}{H} = \frac{595}{4} = 148,7 m^2$$

$$Sh = 148,7 m^2$$

- **Calcul de diamètre du décanteur :** (d'après la formule VI-13)

Sachant que notre bassin a une forme circulaire donc le diamètre est donné par la relation suivante :

$$D = \sqrt{\frac{4 * V}{\pi * H}} = \frac{4 * 595}{4 * 3.14} = 13,8 m$$

$$D = 13,8 m$$

- **Calcul de temps de séjour**

Pour le débit moyen horaire (Q_{mh}) : (d'après la formule VI-14)

$$T_s = \frac{V}{Q_{mh}} \Rightarrow T_s = \frac{595}{190,2} = 3,1 h$$

$$T_s (Q \text{ moy } h) = 3,1 h$$

❖ **Horizon 2040 (extension) :**

Pour l'horizon 2035 on calcule avec les memes relation mais on prenant les données suivantes :

$$Q_{pte} = Q_{pte \ 2040} - Q_{pte \ 2025} = 447,12 - 349,92 = 97,2 m^3/h.$$

Et de meme pour les MES, tel que $MES = MES_{2040} - MES_{2025}$

$$MES_{extension} = 245,97 Kg/j$$

Donc $MES_{extension} = 1050,81 - 804,84 = 245,97 kg/j$.

et de meme pour la DBO_5 tel que $DBO_5_{extension} = DBO_5_{2040} - DBO_5_{2025}$

Donc $DBO_5 \text{ extension} = 2710,61 - 2076,12 = 634,49 \text{ kg/j}$.

$DBO_5 \text{ extension} = 634,49 \text{ Kg/j}$

les résultats obtenus sont mentionnés dans le tableau ci-après :

Tableau VI-7 : Résultats de calcul du décanteur primaire pour les deux horizons 2025 et 2040(extension)

Bassin d'aération			
Faible charge(données de départ)			
Désignation	Unité	Horizon	
		2025	2040 (extension)
EH	Habitants	38041	49667
$Q_{\text{moy journalier}}$	m^3/j	4564,9	1395,1
Q_{pointe}	m^3/h	349,9	97,2
DBO_5	kg/j	2076,12	634,49
MES	kg/j	804,84	245,97
Charge massique C_m	$\text{kg}DBO_5/\text{kgMVS.j}$	0,19	0,19
charge volumique C_v	$\text{kg}DBO_5/\text{m}^3.j$	0,5	0,5
Dimensionnement du bassin d'Aération			
Volume aérateur V	m^3	4152	1269
hauteur du bassin H	m	4	4
surface horizontale S_h	m^2	1038,06	317,245
hauteur de revanche	m	4,8	4,8
largeur L	m	22,8	17,8
masse totale des boues dans l'aérateur X_A	Kg	10926,9	3172,5
Concentration des boues dans le bassin [X_a]	kg/m^3	2,6	2,6
temps de séjour ($Q_{\text{moy h}}$)	Heure	21,8	21,8
temps de séjour (Q_{pointe})	Heure	11,9	13,1
$[DBO_5]_s$	mg/l	0,03	0,03
DBO_5 sortie aérateur L_f	kg/j	136,947	41,853
Charge polluante éliminée L_e	kg/j	1939,173	592,637

Suite tu **Tableau VI-7 :**

rendement épuratoire R_e	/	93,4	93,4
besoin journalier en oxygène q_{O_2}	kg/j	987,3	301,7
besoin horaire en oxygène q_{O_2}	kg/h	41,1	12,6
besoin en oxygène pour 1m^3 de bassin q_{O_2}	kg/ m^3	0,48	0,24
quantité d'oxygène nécessaire en cas de pointe q_{O_2}	kg O_2 /h	53,1	16,2
quantité d'oxygène réel en cas de pointe q_{O_2}	kg O_2 /h	78,02	23,84
Calcul de l'aérateur de surface à installer			
quantité d'oxygène réel journalier q_{O_2}	Kg O_2 /j	1451,9	443,7
Quantité d'oxygène par unité de puissance E_a	kg O_2 /kwh	1,5	1,5
Puissance de l'aération nécessaire E_n	Kw	52	15,9
Puissance de brassage E_b	Kw	41,52	25,38
nombre d'aérateur N	/	2	1
Bilan de boues			
ΔX	kg/j	855,71	261,52
concentration des boues en excé X_m	kg/ m^3	9,6	9,6
Le débit de boues en excès $Q_{\text{boues excès}}$	m^3 /j	89,14	27,24
Le débit spécifique par de bassin q_{sp}	kg/ m^3 j	0,21	0,21
taux de recyclage des boues R	%	35,2	35,2
Le débit des boues recyclées Q_r	m^3 /j	1607,4	491,2
age des boues A_b	Jour	12,1	12,1
Calcul du clarificateur (décanteur secondaire)			
temps de séjour t_s	Heure	1,7	1,7
Volume décanteur V	m^3	595	165
hauteur H	m	4	4
La surface horizontale du décanteur Sh	m^2	148,7	41,3
le diamètre du décanteur	m	13,8	7,3
Le temps de séjour Pour le débit moyen horaire	heure	3,1	2,8

VI-3-2-variante a moyenne charge :**VI-3-2-1- Calcul du bassin d'aération :**

Les paramètres du procédé à boues activées à faible charge sont :

- Charge massique :

$$0,2 < C_m < 0,5 \text{ Kg DBO}_5/\text{Kg MVS j}$$

On prendra : $C_m = 0,35 \text{ Kg DBO}_5/\text{Kg MVS j}$

- Charge volumique :

$$0,6 < C_v < 1,5 \text{ Kg DBO}_5/ \text{ m}^3\text{j}$$

On prendra : $C_v = 1,2 \text{ Kg DBO}_5/ \text{ m}^3\text{j}$

❖ **Horizon 2025 :****Donnée de base :**

- Débit moyen journalier $Q_{\text{moy j}} = 4564,9 \text{ m}^3/\text{j}$
- Débit moyen horaire $Q_{\text{moy h}} = 190,2 \text{ m}^3/\text{h}$
- Débit de pointe par temps sec $Q_p = 349,92 \text{ m}^3/\text{h}$
- Charge polluante à l'entrée du bassin $L_o = 1349,48 \text{ Kg/j}$
- La charge polluante à la sortie L_f , tel que : ($S_f = 30\text{mg/l}$)

$$L_f = S_f \cdot Q_{\text{moy j}} = 0,03 \cdot 4564,9 = 136,947 \text{ Kg DBO}_5/\text{j}$$

- La charge polluante éliminée

$$L_e = L_o - L_f = 1349,48 - 136,947 = 1212,533 \text{ Kg DBO}_5/\text{j}$$

- Le rendement épuratoire :(d'après la formule VI-15)

$$\eta_{\text{ep}} = (L_o - L_f)/L_o * 100 = (1212,533/1349,48)*100 = 89,9\%$$

a. Dimensionnement du bassin d'aération :

- **Volume du bassin** :(d'après la formule VI-16)

$$V = L_o/C_v = 1349,48 / 1,2 = 1125 \text{ m}^3$$

$$V = 1125 \text{ m}^3$$

- **La hauteur du bassin :**

Elle est prise généralement entre 3 et 5m donc on prend :

$$H = 4 \text{ m}$$

- **Surface horizontale du bassin S_h (m^2)** :(d'après la formule VI-17)

$$S_h = \frac{V}{H} = \frac{1125}{4}$$

$$S_h = 281,14 \text{ m}^2$$

$$S_h = 281,14 \text{ m}^2$$

- **La largeur du bassin** :(d'après la formule VI-18)

Le bassin d'aération est de forme carrée donc $L=B=(S_h)^{0,5}$

$$L = 16,77 \text{ m}$$

$$L=(281,14)^{0,5} = 16,77\text{m}$$

- **La masse de boues dans le bassin : X_a** (d'après la formule VI-19)

$$X_a = \frac{L_o}{C_m} = \frac{1349,48}{0,35} = 3855,7\text{Kg}$$

$$X_a = 3855,7 \text{ kg}$$

- **Concentration de boues dans le bassin : $[X_a]$ (kg/m³)** (d'après la formule VI-20)

$$[X_a] = \frac{X_a}{V} = \frac{3855,7}{1125}$$

$$[X_a] = 3,4\text{Kg}/\text{m}^3$$

$$[X_a] = 3,4 \text{ kg/m}^3$$

- **Calcul du temps de séjour :**

Pour le débit moyen horaire : (d'après la formule VI-14)

$$T_s = \frac{V}{Q_{\text{moy.h}}} = \frac{1125}{190,2} = 5,9\text{heure}$$

$$T_s (Q \text{ moy h}) = 5,9 \text{ H}$$

Pour le débit de pointe par temps sec :(d'après la formule VI-10)

$$T_s = \frac{V}{Q_p} = \frac{1125}{349,9} = 3,2\text{heure}$$

$$T_s (Q_{\text{pte}}) = 3,2 \text{ H}$$

- b. Besoin en oxygène :**

Les besoins en oxygène sont définis par l'expression suivante :(d'après la formule VI-21)

$$q_{o_2} = a' L_e + b' X_a \quad (\text{Kg/j}).$$

🚩 Remarque :les coeffecients a' et b' sont choisis en fonction de la charge massique C_m , comme le montre le tableau suivant :

A partir du **Tableau IV.8** : Charge massique en fonction de a' et b'

On auras : $a'=0,54$ et $b'=0,087 \text{ J}^{-1}$

- **La quantité d'oxygène journalière est :**

$$q_{o_2} = (0,54 * 1212,533) + (0,087 * 3855,7) = 495,1 \text{ Kg O}_2/\text{j}$$

$$q_{o_2} (\text{jour}) = 495,1 \text{ Kg O}_2/\text{j}$$

- **La quantité d'oxygène horaire :**

$$q_{o_2} = 495,1/24 = 20,6 \text{ Kg O}_2/\text{h}$$

$$q_{o_2} (\text{horaire}) = 20,6 \text{ Kg O}_2/\text{h}$$

- **La quantité d'oxygène nécessaire pour un m³ du bassin :**

$$q_{o_2} \text{ m}^3 = 495,1/1125 = 0,44 \text{ Kg O}_2/\text{m}^3\text{j}$$

$$q_{o_2} (\text{pour } 1\text{m}^3 \text{ bassin}) = 0,44 \text{ Kg O}_2/\text{m}^3\text{j}$$

- **La quantité d'oxygène nécessaire en cas de pointe :(d'après la formule VI-22)**

$$q_{o_2} \text{ pte} = (a' L_e / T_d) + (b' \cdot X_a \cdot V / 24)$$

La respiration endogène de la boue restante est la même sur 24 heures

$$q_{o_2 \text{ pte}} = (0,54.1212,53/16) + (0,087.3855,7/24) = 27,4 \text{ Kg O}_2/\text{h}$$

$$q_{o_2 \text{ (pointe)}} = 27,4 \text{ Kg O}_2/\text{h}$$

- **Besoin réel en pointe en oxygène** : (d'après la formule VI-23)

Les besoin réel données par la formule suivant :

$$q_{o_2 \text{ réel}} = \frac{q_{o_2}}{\alpha \cdot \beta} \quad \text{Avec :} \quad \alpha = 0,8$$

Tel que : $0,8 \leq \beta \leq 0,95$ On prend : $\beta = 0,85$

$$\text{Donc : } q_{o_2 \text{ pointe réel}} = \frac{27,4}{0,8 \cdot 0,85} = 40,37 \text{ Kg O}_2/\text{h}$$

$$q_{o_2 \text{ (pointe réelle)}} = 40,37 \text{ Kg O}_2/\text{h}$$

$$\text{En moyenne : } q_{o_2 \text{ jour réel}} = \frac{495,1}{0,8 \cdot 0,85} = 728,1 \text{ Kg O}_2/\text{j}$$

c. Calcul des caractéristiques de l'aérateur :

- **Calcul de la puissance de l'aération nécessaire (E_n)** : (d'après la formule VI-24)

$$E_n = \frac{q_{O_2}}{E_a}$$

$$\text{On aura : } E_n = \frac{40,37}{1,5} = 26,9 \text{ Kw}$$

$$E_n = 26,9 \text{ Kw}$$

- **Calcul de la puissance de brassage (E_b)** : (d'après la formule VI-25)

La puissance de brassage est donnée par la relation suivante:

$$E_b = Sh \cdot Pa$$

Tel que Sh : est la surface horizontale de l'aérateur (Sh=281,14m²)

Pa: La puissance spécifique absorbé pour les aérateurs de surface est égale a : 80w/m² [8]

$$\text{Donc on aura : } E_b = 281,14 \cdot 0,08 = 22,49 \text{ kw}$$

$$E_b = 22,49 \text{ Kw}$$

- **Calcul de nombre d'aérateurs dans le bassin (N_a)** : (d'après la formule VI-26)

$$N_a = \frac{E_n}{E_b} = \frac{26,9}{22,49} = 1,2 \quad \text{On prend deux aérateurs.}$$

$$N_a = 2 \text{ Aérateur}$$

d. Bilan de boues :

- **Calcul de la quantité des boues en excès ΔX** : (d'après la formule VI-27)

La quantité de boues en excès est déterminée par la formule d'ECKENFELDER :

$$\Delta X = X_{\min} + X_{dur} + a_m L_e - b X_a - X_{eff}$$

La charge journalière en MES à la sortie de déssableur-déshuileur est $MES_s = 804,84 \text{ Kg/j}$

$$\text{On a aussi : } b' = 0,087 \Rightarrow b = \frac{0,087}{1,42} = 0,061 \text{ d'où : } b = 0,061$$

Donc :

$$X_{\min} = 0,3 * 321,49 = 96,582 \text{ Kg/j}$$

$$X_{\text{dur}} = 0,3 * MVS$$

$$X_{\text{dur}} = 0,3 * 0,7 * 321,49 = 67,61 \text{ Kg/j}$$

$$a_m \text{ le} = 0,6 * 1212,533 = 727,52 \text{ Kg/j}$$

$$bX_a = 0,061 * 3855,7 = 235,2 \text{ Kg/j}$$

$$X_{\text{eff}} = 0,03 * 4564,9 = 136,947 \text{ Kg/j}$$

Ce qu'il nous donne :

$$X = 96,582 + 67,61 + 727,52 - 235,2 - 136,94 = 523,42 \text{ Kg/j} \quad \underline{\underline{= 523,42 \text{ kg/j}}}$$

- **Calcul de la concentration de boues en excès (X_m) :** (d'après la formule VI-28)

$$X_m = \frac{1200}{I_m} \text{ Pour notre cas on prend : } I_m = 125 \text{ ml/g}$$

$$\text{D'où : } X_m = \frac{1200}{125} = 9,6 \text{ kg / m}^3 \quad \underline{\underline{= 9,6 \text{ kg/m}^3}}$$

- **Calcul de débit de boues en excès (Q_{excés}) :** (d'après la formule VI-29)

$$\text{Ce débit est donnée par : } Q_{\text{excés}} = \frac{\Delta X}{X_m} = \frac{523,42}{9,6} = 54,52 \text{ m}^3/\text{j} \quad \underline{\underline{= 54,52 \text{ m}^3/\text{j}}}$$

- **Calcul de débit spécifique par m³ de bassin (q_{sp}) :** (d'après la formule VI-30)

$$\text{On a : } q_{sp} = \frac{\Delta X}{V}$$

$$\text{Donc : } q_{sp} = \frac{523,42}{1125} = 0,47 \text{ Kg/m}^3\text{j} \quad \underline{\underline{= 0,47 \text{ kg/m}^3\text{j}}}$$

- **Le taux de recyclage (R) :** (d'après la formule VI-31)

$$R = \frac{100 [X_a]}{\frac{1200}{I_m} - [X_a]}$$

- [X_a] : concentration des boues dans le bassin = 2.5 Kg/m³ pour chaque bassin.

$$R = \frac{100 * 3,4}{\frac{1200}{125} - 3,4} = 55,6 \% \quad \underline{\underline{= 55,6\%}}$$

- **Le débit des boues recyclées (Q_r) :** (d'après la formule VI-32)

pour chaque bassin on aura : Q_r = R * Q_{moy} j

$$\underline{\underline{Q_r = 2536,1 \text{ m}^3/\text{J}}}$$

Donc : $Q_r = 4564,9 * 0,556 = 2536,1 \text{ m}^3/\text{j}$

- **Age des boues dans l'aérateur (A_b) :** (d'après la formule VI-33)

$$A_b = \frac{X_a}{\Delta X} \quad \Rightarrow \quad A_b = \frac{X_a}{\Delta X} = \frac{3855,7}{523,42} = 7,4 \text{ jours}$$

$$A_b = 7,4 \text{ Jours}$$

VI-3-2-2-Calcul du clarificateur (décanteur secondaire) :

Le clarificateur ou décanteur secondaire a pour but la séparation des floes biologiques de l'eau épurée. Les boues déposées dans le clarificateur sont recyclées vers les bassins d'aération afin d'y maintenir une concentration quasi constante en bactéries et les boues en excès sont évacuées vers les installations de traitement de boues (épaississement, déshydratation).

- Le type de décanteur choisi est circulaire muni d'un pont racleur de fond et de surface, et à fond légèrement incliné en cône.
- La vitesse maximale (V_a) par temps de pluie ne doit pas en aucun cas dépasser 4 m/h et le temps de séjour est de 1,5 à 2 heures.

Données de départ :

T_s : Le temps de séjour, on prend $t_s = 1,7 \text{ h}$.

Le débit de pointe en temps de pluie (débit de la station) : $Q_{\text{tp}} = 349,9 \text{ m}^3/\text{h}$.

- **Calcul de volume du décanteur :** (d'après la formule VI-10)

$$V = Q_p * t_s = 349,9 * 1,7 = 595 \text{ m}^3$$

$$V = 595 \text{ m}^3$$

- **Hauteur du clarificateur :**

Hauteur du décanteur est : $H = (3 \div 5) \text{ m}$.

On prend : $H = 4 \text{ m}$

- **Calcul de la surface horizontale du décanteur :** (d'après la formule VI-17)

$$Sh = \frac{V}{H} = \frac{595}{4} = 148,7 \text{ m}^2$$

$$Sh = 148,7 \text{ m}^2$$

- **Calcul de diamètre du décanteur :** (d'après la formule VI-13)

Sachant que notre bassin a une forme circulaire donc le diamètre est donné par la relation suivante :

$$D = \sqrt{\frac{4 * V}{\pi * H}} = \frac{4 * 595}{4 * 3,14} = 13,8 \text{ m}$$

$$D = 13,8 \text{ m}$$

- **Calcul de temps de séjour :** (d'après la formule VI-24)

Pour le débit moyen horaire (Q_{mh}) :

$$T_s = \frac{V}{Q_{\text{mh}}} \quad \Rightarrow \quad T_s = \frac{595}{190,2} = 3,1 \text{ h}$$

$$T_s (Q \text{ moy h}) = 3,1 \text{ h}$$

Pour le débit de pointe par temps sec (Q_{pts}) : (d'après la formule VI-10)

$$T_s = \frac{V}{Q_{pts}} \Rightarrow T_s = \frac{595}{349,9} = 2 \text{ h}$$

$$T_s (Q_{pte}) = 2 \text{ h}$$

❖ **Horizon 2040 (extension) :**

Pour l'horizon 2040 on calcule avec les memes relation mais on prenant les données suivantes :

$$Q_{pte} = Q_{pte\ 2040} - Q_{pte\ 2025} = 447,12 - 349,92 = 97,2 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Et de meme pour les MES, tel que $MES = MES_{2040} - MES_{2025}$

$$MES_{extension} = 98,39 \text{ Kg/j}$$

$$\text{Donc } MES_{extension} = 420,33 - 321,94 = 98,39 \text{ kg/j}.$$

et de meme pour la DBO_5 tel que $DBO_5_{extension} = DBO_5_{2040} - DBO_5_{2025}$

$$\text{Donc } DBO_5_{extension} = 1761,9 - 1349,48 = 412,42 \text{ kg/j}.$$

$$DBO_5_{extension} = 412,42 \text{ Kg/j}$$

les résultats obtenus sont mentionés dans le tableau ci-après :

Tableau VI-9 : résultats de calcul du décanteur primaire pour les deux horizons 2020 et 2035 (extension)

Bassin d'aération			
Moyen charge (données de départ)			
Désignation	unité	Horizon	
		2025	2040 (extension)
EH	habitants	38041	49667
Q_{pointe}	m^3/h	349,9	97,2
DBO_5	kg/j	1349,48	412,42
MES	kg/j	321,94	98,39
Charge massique C_m	kg DBO_5 /kgMVS.j	0,35	0,35
charge volumique C_v	kg DBO_5 /m ³ .j	1,2	1,2
Dimensionnement du bassin d'Aération			
Volume aérateur V	m ³	1125	344
hauteur du bassin	m	4	4
surface horizontale S_h	m ²	281,14	85,92
hauteur de revanche	m	4,8	4,8
largeur L	m	16,77	9,27

Suite du **tableau VI-9** :

masse totale des boues dans l'aérateur X_A	Kg	3855,7	1178,3
concentration des boues dans le bassin (X_a)	kg/m ³	3,4	3,4
temps de séjour (Q_{moy} h)	h	5,9	5,9
temps de séjour (Q_{pointe})	h	3,2	3,2
[DBO ₅]s	mg/l	0,03	0,03
DBO ₅ sortie aérateur L_f	kg/j	136,947	41,853
Charge polluante éliminée $L_é$	kg/j	1212,533	370,567
rendement épuratoire R_e	/	89,9	89,9
besoin journalier en oxygène q_{O_2}	kg/j	495,1	151,3
besoin horaire en oxygène q_{O_2}	kg/h	20,6	6,3
besoin en oxygène pour 1m ³ de bassin q_{O_2}	kg/m ³	0,44	0,44
quantité d'oxygène nécessaire en cas de pointe q_{O_2}	kgO ₂ /h	27,4	8,4
quantité d'oxygène réel en cas de pointe q_{O_2}	kgO ₂ /h	40,37	12,34
Calcul de l'aérateur de surface à installer			
Quantité d'oxygène par unité de puissance E_a	kgO ₂ /kwh	1,5	1,5
Puissance de l'aération nécessaire E_n	Kw	26,9	8,2
Puissance de brassage E_b	Kw	22,49	6,87
nombre d'aérateur N	/	2	2
Bilan de boues			
ΔX	kg/j	523,42	159,97
concentration des boues en excé X_m	kg/m ³	9,6	9,6
Le débit de boues en excès $Q_{boues\ excés}$	m ³ /j	54,52	16,66
Le débit spécifique par de bassin q_{sp}	kg/ m ³ j	0,47	0,47
taux de recyclage des boues	%	55,6	55,6
Le débit des boues recyclées Q_r	m ³ /j	2536,1	775,1
age des boues A_b	Jour	7,4	7,4
Calcul du clarificateur (décanteur secondaire)			
temps de séjour t_s	Heure	1,7	1,7

Suite du **tableau VI-9** :

Volume décanteur V	m ³	595	165
hauteur H	m	4	4
La surface horizontale du décanteur Sh	m ²	148,7	41,3
le diamètre du décanteur	m	13,8	7,3
Le temps de séjour Pour le débit moyen horaire	heure	3,1	2,8

VI-4- Traitement tertiaire (désinfection)

Le traitement biologique ne permet pas à lui seul d'éliminer de façon satisfaisante les germes pathogènes ; ce qui implique en cas de réutilisation de l'eau épurée, une désinfection. La chloration est utilisée depuis longtemps pour son action bactéricide et apparaît comme élément complémentaire de traitement indispensable dès lors que les eaux sont destinées à l'agriculture.

En Algérie, l'hypochlorite de sodium (eau javel) est le produit désinfectant le plus utilisé dans les stations d'épuration à cause de sa disponibilité sur le marché et son fiable coût.

❖ **Horizon 2025 :**

VI-4-1-Dose du chlore à injecter

Nous proposons une désinfection par le chlore en utilisant l'eau de javel « hypochlorite de sodium » le temps de contact (Ts) est de 30 minutes et la dose unitaire de chlore à apporter est de 5 à 10 mg/l.

On utilise une dose de 10 mg/l pendant un temps de contact de 30 min.

- **La dose journalière en chlore (Dj) :**

$$Dj = Q_{\text{moyj}} * (Cl_2) \dots\dots\dots(VI-34)$$

Dj =45,65Kg/j

$$Dj = 6422 * 0,01 = 45.65 \text{ Kg/j}$$

VI-4-2-Calcul de la quantité de l'eau javel (X) :

On prend une solution d'hypochlorite à 48°

1° de chlorométrie → 3,17 g de Cl₂/ NaClO

48° de chlorométrie → X

X =152,16gCl₂/NaClO

$$\text{Donc : } X = 3,17 * 48 / 1 = 152,16 \text{ g de Cl}_2 / \text{NaClO}$$

VI-4-3- La quantité d'hypochlorite de sodium nécessaire (Qj) :

1 m³ (NaClO) → 152,16 Kg de Cl₂

Qj → 45,65 kg/j

$$Q_j = 45,65 / 152,16 = 0,3 \text{ m}^3 (\text{NaClO}) / \text{j}$$

$$Q_j = 0,3 \text{ m}^3 (\text{NaClO}) / \text{j}$$

VI-4-4- La quantité annuelle d'hypochlorite de sodium (Qa) :

$$Q_a = Q_j \cdot 365 \dots\dots\dots(\text{VI-35})$$

$$Q_a = 109,5 \text{ m}^3 (\text{NaClO}) / \text{an}$$

$$Q_a = 0,3 \cdot 365 = 109,5 \text{ m}^3 (\text{NaClO}) / \text{an}$$

VI-4-5- Dimensionnement du bassin de désinfection

$$Q_{\text{ptp}} = 349,9 \text{ m}^3 / \text{h}$$

$$T_s = 30 \text{ min}$$

- **Le volume du bassin (V) :** (d'après la formule VI-10)

$$V = Q_{\text{pte}} \cdot T_s = 349,9 \cdot \frac{30}{60} = 174,95 \text{ m}^3$$

$$V = 174,95 \text{ m}^3$$

- **La hauteur du bassin (H) :**

On fixe H = 3.5 m

- a) **La surface horizontale (Sh) :** (d'après la formule VI-17)

$$S_h = \frac{V}{H} = \frac{174,95}{3,5} = 49,98$$

$$S_h = 49,98 \text{ m}^2$$

- b) **La largeur et la longueur (L) :**

Notre bassin a une forme rectangulaire de surface $S_h = L \cdot B$ Avec :

L : longueur du bassin de désinfection.

B : largeur du bassin de désinfection.

On prend : $L = 2 \cdot B$

$$B = \sqrt{\frac{S_h}{2}} \dots\dots\dots(\text{VI-36})$$

$$B = 5 \text{ m}$$

$$B = \sqrt{\frac{49,98}{2}} = 5 \text{ m} ;$$

Alors : $L = 2 \cdot 5 = 10 \text{ m} ;$

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

❖ **Horizon 2040 :**

Pour l'horizon 2035 on calcul avec les memes relation on utilisant les données suivantes :

$$Q_{\text{moy j}} = Q_{\text{moy j 2040}} - Q_{\text{moy j 2025}} = 5960 - 4564,9 = 1395,1 \text{ m}^3 / \text{h}.$$

$$Q_{\text{pte}} = Q_{\text{pte 2040}} - Q_{\text{pte 2025}} = 447,12 - 349,92 = 97,2 \text{ m}^3 / \text{h}.$$

Les résultats obtenus pour les deux horozons d'étude sont résumés dans le tableau ci-après :

Tableau VI-10 : Calcul du bassin de désinfection

Désignation	Unité	Horizon	
		2025	2040
Volume	m ³	174,98	48,6
Hauteur	m	3,5	3,5
Surface horizontale	m ²	49,98	13,89
Longueur	m	10	5,28
Largeur	m	5	2,64
Dose journalière en chlore	Kg/j	45,65	13,95
La quantité d'hypochlorite nécessaire :	m ³ /j	0,3	0,22
La quantité annuelle d'hypochlorite :	m ³ /an	109,5	80,32

VI-5- Traitement des boues :

VI-5-1- Variante faible charge :

❖ **Horizon 2025 :**

VI-5-1-1-L'épaississement :

Pour la variante a faible charge l'épaississeur reçoit seulement les boues secondaires

- Boues secondaires :

Les boues secondaires sont issues du décanteur secondaire tel que $\Delta X=855,91\text{kg/j}$

a) Dimensionnement de l'épaississeur

- **La concentration des boues :**

A l'entrée de l'épaississeur les boues fraîches ont les concentrations moyennes suivantes :

Boues secondaire : $S= (10\div 30) \text{ g/l}$

- **Débit arrivant du décanteur secondaire :**

$S=20\text{g/L}$

$Q=\Delta X/S \dots\dots\dots(\text{VI-37})$

donc : $Q=42,8\text{m}^3/\text{j}$

Q =42,8m³/j

- **Volume de l'épississeur : V(m³)(d'après la formule VI-10)**

$V = Q. T_s = 42,8 * 2 = 85.6\text{m}^3$

T_s : temps de séjours = 2j

V =85,6m³

- **Surface horizontale de l'épissiseur : Sh(m²)** (d'après la formule VI-17)

Pour une profondeur de H = 3.5 m. On calcule :

$$Sh = \frac{V}{H} = \frac{85,6}{3,5} = 24,46 \text{ m}^2$$

Sh = 28,53m²

- **Le diamètre :**

Notre épissiseur a une forme circulaire de diamètre :

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Sh}{\pi}} \dots \dots \dots (VI - 38) = \sqrt{\frac{4 \cdot 28,53}{3,14}} = 6,03 \text{ m}$$

D = 6,03m

- **Caractéristiques des boues épaissies :**

concentration des boues après épaisseur par décantation est de l'ordre de 80 à 100 g/l.

Calcul du débit des boues épaissies

On prend C_{be} = 90 g / l.

$$Qd = \frac{\Delta X}{C_{be}} \dots \dots \dots (VI - 39)$$

$$Qd = \frac{855,91}{90} = 9,5 \text{ m}^3/\text{j}$$

Qd = 9,5m³/J

VI-5-1-2- Calcul des lits de séchage

Nous avons choisi les dimensions suivantes :

b = 4 m; L=14 m; H=0,4m

- **Le volume de boues épandues sur chaque lit :(V)**

$$V = b * L * H \dots \dots \dots (VI - 40)$$

$$V = 4 * 14 * 0,4 = 22,4$$

V = 33,6m³

Le séchage des boues se fera quotidiennement avec une période de latence correspondant à la période d'enlèvement des boues séchées et de nettoyage des lits.

Le volumr journalier des boues a extraire est égale a V₁ = 9,5m³

V₁ = 9,5m³

- **Nombre de lits nécessaires à chaque épandage (N) :**

$$N > \frac{V_1}{V} \dots \dots \dots (VI - 41)$$

$$N = \frac{9,5}{33,6} = 0,28 ; \text{ on prend } N=1$$

- **Volume des boues épandues par lit et par an (V₂) :**

Il est généralement admis que chaque lit sert 12 fois par an

$$V_2 = 12 * V \dots \dots \dots (VI - 42)$$

$$V_2 = 12 * 33,6 = 403,2 \text{ m}^3$$

V₂ = 403,2m³

- **Volume des boues à sécher par an (V_{ba}) :**

$$V_{ba} = V_1 * 365 \dots \dots \dots (VI - 43)$$

$$V_{ba} = 9,5 * 365 = 3467,5 m^3$$

$V_{ba} = 3467,5 m^3$

- **Nombre de lits nécessaires N :**

$$N > \frac{V_{ba}}{V_2} \dots \dots \dots (VI - 44)$$

$$N = \frac{3467,5}{403,2} = 8.6 ; \text{ on prend } N=9$$

$N = 9$

- **Surface nécessaire :**

$$\text{On a : } S = S_0 * N \dots \dots \dots (VI - 45)$$

Avec : S_0 ; c'est la surface du lit de séchage donc : $S_0 = L * b = 14 * 6 = 84 m^2$

$$\text{D'où : } S = 84 * 9 = 324 m^2.$$

$S = 756 m^2$

❖ **Horizon 2040**

Les résultats de calcul du dimensionnement de l'épaisseur et le lit de séchage pour l'horizon 2040 (extension) sont basés sur le le même principe que pour l'horizon 2025. Et les résultats obtenus sont resumés dans le tableau suivant pour les deux horizons d'études.

Tableau VI-11 : Résultats du calcul de l'épaisseur et le lit de séchage

Désignations	Unité	Horizon	
		2025	2040
Dimensionnement de l'épaisseur			
Boues issues du décanteur secondaire	kg/j	855,91	261,52
Le débit total de boues issues du décanteur secondaire	m ³ /j	42,8	13,08
Hauteur	m	3,5	3,5
Surface horizontal	m ²	28,53	7,47
Diamètre	m	6,03	3,08
Volume	m ³	85,6	26,16
Lit de séchage			
Le volume de boues épandues sur chaque lit	m ³	33,6	33,6
la quantité des boues à extraire / j	Kg/j	9,5	2,9
Volume des boues épandues par lit et par an	m ³	403,2	403,2
Nombre de lits nécessaire	/	9	3
Surface nécessaire	m ²	756	252

VI-5-2- Variante moyenne charge :

❖ Horizon 2025 :

VI-5-2-1-L'épaississement :

➤ Dimensionnement de l'épaississeur

Il reçoit les boues issues du décanteur primaire et secondaire.

La production journalière des boues est de :

• **Boues issues du décanteur primaire**

Boues primaires : $DX_{pr} = DBO_{5e} + MESe \dots \dots \dots (VI - 46)$

$$\Delta X_{pr} = 726,64 + 482,9 = 1209,54 \text{ Kg/j}$$

$$\Delta X_{pr} = 1209,54 \text{ Kg/J}$$

• **Boues issues du décanteur secondaire**

Boues secondaires $DX_{se} = 523,42 \text{ Kg/j}$ (Représente les boues en excès)

• **la quantité totale journalière des boues**

$\Delta X_{tot} = DX_{pr} + DX_{se} = 1209,54 + 523,42 = 1732,96 \text{ Kg/j}$

$$\Delta X_{tot} = 1732,96 \text{ Kg/J}$$

• **La concentration des boues**

A l'entrée de l'épaississeur les boues fraîches ont les concentrations moyennes suivantes:

- Boues primaires : (20÷30) g/l

- Boues secondaire : (10÷30) g/l

• **Calcul du débit journalier reçu par l'épaississeur**

Le débit journalier de boues entrant dans l'épaississeur correspond aux débits de boues issus des deux décanteurs.

• **Le débit arrivant du décanteur primaire (Q₁) :**

$$Q_1 = \frac{\Delta X_{pr}}{S_1} \dots \dots \dots (VI - 47)$$

$$Q_1 = \frac{1209,54}{25} = 48,38 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$Q_1 = 48,38 \text{ m}^3/\text{J}$$

Avec : ΔX_{pr} : quantité issues du décanteur primaire

S_1 : concentration des boues.

On prendra $S_1 = 25 \text{ g/l}$

• **Le débit arrivant du décanteur secondaire (Q₂) :**

$$Q_2 = \frac{DX_{se}}{S_2} \dots \dots \dots (VI - 48)$$

$$Q_2 = \frac{523,42}{15} = 34,89 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$Q_2 = 34,89 \text{ m}^3/\text{J}$$

Avec : S_2 : concentration des boues.

On prendra $S_2=15$ g/l

- **Le débit total (Q_{tot}) :**

$$Q_{tot} = Q_1 + Q_2 = 34,89 + 48,38 = 83,27 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$Q_{tot} = 83,27 \text{ m}^3/\text{j}$$

- **La concentration du mélange (S) :**

$$S = \frac{\Delta X_{tot}}{Q_{tot}} \dots \dots \dots (\text{VI} - 49)$$

$$S = 20,81 \text{ kg/m}^3$$

$$S = \frac{1732,96}{83,27} = 20,81 \text{ Kg/m}^3$$

- **Le volume de l'épaisseur (V) :** (d'après la formule IV-10)

$$V = Q_{tot} \cdot T_s = 83,27 \cdot 2 = 166,54 \text{ m}^3$$

$$V = 166,54 \text{ m}^3$$

T_s : temps de séjours = 2 j.

- **La surface horizontale (Sh) :** (d'après la formule IV-17)

Pour une profondeur de $H = 3$ m. On calcule :

$$Sh = \frac{V}{H} = \frac{166,54}{3} = 55,5 \text{ m}^2$$

$$Sh = 55,5 \text{ m}^2$$

- **Le diamètre (D) :** (d'après la formule IV-38)

Notre épaisseur a une forme circulaire de diamètre :

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Sh}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 55,5}{3,14}} = 8,4 \text{ m}$$

$$Sh = 8,4 \text{ m}$$

➤ **Caractéristiques des boues épaissies**

- concentration des boues après épaissement par décantation est de l'ordre de 80 à 100 g/l.

- **Calcul du débit des boues épaissies (Qd) :** (d'après la formule IV-39)

On prend $C_{be} = 90$ g/l.

$$Q_d = \frac{DX_{tot}}{C_{be}} = \frac{1732,96}{90} = 19,26 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$Q_d = 19,26 \text{ m}^3/\text{j}$$

VI-5-2-2-Stabilisateur aérobie

La stabilisation sert à éliminer dans la phase de respiration endogène 45% de MVS contenues dans les boues.

L'oxygénation est assurée par des aérateurs de surface ou insufflation d'air pour maintenir une concentration d'oxygène au moins égale à 2mg / l.

- **La quantité de MVS contenue dans les boues**

A l'entrée du décanteur primaire on a les valeurs suivantes :

$$MES = 804,84 \text{ kg/j}$$

$$MMS = 0,3 \cdot MES = 804,84 \cdot 0,3 = 241,45 \text{ kg/j}$$

$$MVS = 0,7 \cdot MES = 0,7 \cdot 804,84 = 563,39 \text{ kg/j}$$

- **La quantité de MVS à la sortie du bassin de stabilisation**

$$(MVS) \text{ sortie} = MVS_0 - 0,45 * MVS = 563,39 - 0,45 * 309,86 = 309.86 \text{ kg/j}$$

$$MVS_s = 309,86 \text{ Kg/j}$$

- **Temps de séjour (Ts) :**

la fraction volatile stabilisée est donné par :

$$(1-0.95).B_a = 45\% \text{ de MVS stabilisé} \dots \dots \dots (VI - 50)$$

$$\text{Alors } B_a = (0,45 * 309,86) / 0,05 = 2788.7 \text{ kg}$$

$$B_a = 2788,7 \text{ Kg}$$

Avec :

B_a : la fraction de MVS stabilisé

L'extraction journalier est de 309,86Kg MVS /J, l'âge des boues en stabilisation sera donc :

$$T = \frac{2788,7}{309,86} = 9 \text{ jours}$$

$$T = 9 \text{ jours}$$

- **Boues en excès dans le stabilisateur ($Q_{excès}$) :**

$$Q_{excès} = MMS + (MVS) \text{ sortie} \dots \dots \dots (VI - 51)$$

$$Q_{excès} = 241,45 + 309.86 = 551,31 \text{ kg de boues / jour}$$

$$Q_{excès} = 551,31 \text{ Kg/j}$$

➤ **Dimensionnement du bassin de stabilisation**

- **La masse de boue à maintenir dans le stabilisateur (M_b) :**

$$M_b = Q_{excès} * t \dots \dots \dots (VI - 52)$$

$$M_b = 551,31 * 9 = 4961.8 \text{ kg}$$

$$M_b = 4961,8 \text{ kg}$$

Sachant que les boues épaissies peuvent atteindre des taux de concentration C_{be} de 80 à 100 g/l, on prend $C_{be} = 90\text{g/l}$

- **Volume du bassin de stabilisation (V) :**

$$V = \frac{M_b}{C_{be}} \dots \dots \dots (VI - 53)$$

$$V = \frac{4961,8}{90} = 55.13 \text{ m}^3$$

$$V = 55,13 \text{ m}^3$$

- **Surface horizontale (Sh) :**(d'après la formule IV-17)

On prend la profondeur du bassin de stabilisation $H = 4 \text{ m}$

$$Sh = \frac{V}{H} = \frac{55,31}{4} = 13.78 \text{ m}^2$$

$$Sh = 13,78 \text{ m}^2$$

- **La largeur de bassin (l) :**(d'après la formule IV-36)

Notre stabilisateur a une forme rectangulaire et la surface est donnée par : $Sh = L * l$

On prend $L = 2 * l$

$$l = \sqrt{\left(\frac{Sh}{2}\right)} = \sqrt{\left(\frac{13,78}{2}\right)} = 2.63 \text{ m}$$

$$l = 5,26 \text{ m}$$

- **La longueur de bassin (L) :**

$$L=2*1=2 * 2.63 = 5,26 \text{ m}$$

$$L = 5,26 \text{ m}$$

- **Aération du bassin de stabilisation**

La quantité d'air nécessaire s'effectuera à l'aide des aérateurs de surface 2 kg O₂ /kg MVS détruit

- La masse des boues détruites par jour est de :309.86 kg/j
DO₂=2*309.86 =619,72kg O₂/j

$$DO_2=619,72\text{kg O}_2/\text{j}$$

VI-5-2-3-Calcul des lits de séchage

Nous avons choisi les dimensions suivantes :

$$b = 4 \text{ m}; \quad L=14 \text{ m}; \quad H=0,4\text{m}$$

- **Le volume de boues épandues sur chaque lit (V) :**(d'après la formule IV-40)

$$V=4*14*0,4=33,6\text{m}^3$$

$$V=33,6\text{m}^3$$

Le séchage des boues se fera quotidiennement avec une période de latence correspondant à la période d'enlèvement des boues séchées et de nettoyage des lits.

- **La quantité des boues à extraire quotidiennement :**

$$Q_f = (MVS)_{\text{sortie}} = 309,86 \text{ kg/j.}$$

La concentration des boues du stabilisateur varie entre 80 à 100 g/l.on la prend = 90 g/l.

D'où le volume journalier des boues à extraire est :

$$V_1 = \frac{309,86}{85} = 3.65 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$V_1 = 3,65\text{m}^3/\text{j}$$

- **Nombre de lits nécessaires à chaque épandage (N) :**(d'après la formule IV-41)

$$N > \frac{V_1}{V} = \frac{3,65}{33,6} = 0.11 ; \text{ on prend } N=1$$

- **Volume des boues épandues par lit et par an (V₂) :**(d'après la formule IV-42)

Il est généralement admis que chaque lit sert 12 fois par an

$$V_2=12*V=12*33,6=403,2\text{m}^3$$

$$V_2 = 403,2\text{m}^3$$

- **Volume des boues à sécher par an (V_{b a}) :**(d'après la formule IV-43)

$$V_{b a}=V_1*365=3,65*365=1332,25\text{m}^3$$

$$V_{b a} = 1332,25\text{m}^3$$

- **Nombre de lits nécessaires (N) :**(d'après la formule IV-44)

$$N > \frac{V_{b a}}{V_2} = \frac{1332,25}{403,2} = 3.3 ; \text{ on prend } N=4$$

$$N = 4$$

- **Surface nécessaire (S) :**(d'après la formule IV-45)

$$\text{On a : } S = S_0 * N$$

Avec : S₀ ; c'est la surface du lit de séchage donc : S₀ = L * b = 14*6 = 84 m²

$$\text{D'où : } S = 84 * 4 = 336 \text{ m}^2.$$

$$S = 336\text{m}^2$$

❖ **Horizon 2040**

Les résultats de calcul du dimensionnement de l'épaississeur et le stabilisateur aérobique et le lit de séchage pour l'horizon 2040 (extension) sont basés sur le le même principe que pour l'horizon 2025. Et les résultats obtenus sont resumés dans le tableau suivant pour les deux horizons d'études.

Tableau VI-12 : Résultats du calcul de l'épaississeur et le stabilisateur aérobique et le lit de séchage

Désignations	Unité	Horizon		
		2025	2040	
Dimensionnement de l'épaississeur				
Boues issues du décanteur secondaire	kg/j	523,42	159,97	
Boues issues du décanteur primaire	kg/j	1209,54	369,65	
Le débit total	m ³ /j	83.27	25,45	
La concentration du mélange Kg/m ³		20.81	20.81	
Débit des boues épaissies	m ³ /j	19,26	5,88	
Volume	m ³	166,54	50,9	
La hauteur	m	3	3	
Surface horizontale	m ²	55,51	16,97	
Diamètre	m	8,4	4,65	
Stabilisateur aérobique				
La quantité de MVS contenue dans les boues	❖ MES	kg/j	804,84	245,97
	❖ MMS	kg/j	241,45	73,791
	❖ MVS	kg/j	563,39	172,179
La quantité de MVS à la sortie de la stabilisation :	kg/j	309.86	77,48	
Temps de séjour	J	9	9	
Boues en excès dans le stabilisateur	Kg /j	551,31	151,27	
La masse de boue à maintenir dans le stabilisateur (Mb)	Kg	4961.8	1361,43	
Hauteur	m	4	4	
Volume du bassin de stabilisation	m ³	55.13	15,13	
Surface horizontale	m ²	13,78	3,78	
La longueur de bassin	m	5,26	2,74	
La largeur de bassin	m	2.63	1,37	
Lit de séchage				
Le volume de boues épandues sur chaque lit	m ³	33,6	33,6	
la quantité des boues à extraire / j	Kg/j	3.65	0,91	

Suite du **tableau VI-12 :**

Volume des boues épandues par lit et par an	m ³	403,2	403,2
Volume des boues à sécher par an	m ³	1332,25	332,15
Nombre de lits nécessaire	/	4	1
Surface nécessaire	m ²	336	84

- **Choix de la variante :**

Vu que la valeur de l'azote est importante et supérieure à la limite des normes donc on a choisi la variante faible charge pour notre station d'épuration parce que grâce à cette variante (faible charge) on obtiendra un rendement important pour l'élimination de l'azote contrairement à la variante moyenne charge car l'azote est un élément qui provoque l'eutrophisation et la toxicité des milieux aquatiques

Conclusion :

Dans ce chapitre on a pu dimensionner les différents ouvrages pour les deux variantes de traitement à savoir faible et moyenne charge et pour les deux horizons (2025-2040). Le choix de la variante la plus adéquate pour notre agglomération s'est orienté vers la variante à faible charge, vu la présence importante de l'azote dans l'effluent qui est un élément qui présente les risques d'eutrophisation.

Chapitre VII

Calcul Hydraulique

Introduction :

Dans ce chapitre, nous allons procéder au calcul des ouvrages qui assurent la circulation de l'eau d'un bassin à un autre, Ces calculs auront pour but le dimensionnement des différentes conduites reliant les ouvrages pour le bon fonctionnement de la station de point de vue hydraulique.

VII-1-Profil hydraulique :

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

VII-1-1- Côtes du terrain naturel et côtes radier des différents ouvrages de la station d'épuration des zones d'implantation des ouvrages :

Tableau VII-1 : Côtes du terrain naturel et cotes radier des différents ouvrages

Désignation	CTN (m)	Cote radier (m)	Hauteur des ouvrages
Dégrilleur	5.95	5.95	0.5 (hauteur d'eau admissible)
Dessableur-deshuilleur	5.8	4.5	1.8
Bassin d'aération	4.8	2	4
Décanteur secondaire	4.29	1.79	4
Bassin de désinfection	4.12	1.62	3.5

VII-1-2- Calcul des pertes de charges et des diamètres des conduites reliant les différents ouvrages :

Pour calculer les diamètres des conduites reliant les différents ouvrages de la station d'épuration on utilise la formule suivante :

$$\Delta H = \frac{K * L * Q^\beta}{D^m} \dots\dots\dots (VII-1)$$

Ce qui donne : $D = \left(\frac{K * L * Q^\beta}{\Delta h} \right)^{1/m} \dots\dots\dots (VII-2)$

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

Pour le PEHD, on a : K=0,0001052 et m=4,774 et β=1,77. [1]

Avec :

- K : coefficient de perte de charge (K=0,0001051)
- Q : débit pompé qui est de 0.0972 m3/s
- L : longueur de la conduite
- D : diamètre de la conduite
- β : coefficient dépendant du régime d'écoulement β= 1,77 pour le régime turbulent Rugueux.
- m : coefficient dépendant du type de matériau de la conduite (m=4,774)

Pour ces calculs on doit connaître les paramètres suivants :

- Les longueurs des conduites (qui peuvent être déduites du schéma d'implantation)
- Le débit qui est connu.
- La nature du matériau : on utilisera le PEHD

- Connaître la valeur de la perte de charge

VII-1-3-Calcul des pertes de charges :

Pour calculer les pertes de charges on doit d’abord calculer les cotes piézométriques des différents ouvrages de la station d’épuration en appliquant l’équation de Bernoulli comme suit :

$$P_1/W + V_1^2/2g + Z_1 = P_2/W + V_2^2/2g + Z_2 + H_{1-2}$$

P_1/W et P_2/W : énergies de pression dans les sections (1) et (2).

$V_1^2/2g$ et $V_2^2/2g$: énergies cinétiques en (1) et (2).

Z_1 et Z_2 : cotes des points (1) et (2).

H_{1-2} : pertes de charges dans le tronçon (1-2)

La variation de vitesse est très faible, donc les énergies cinétiques peuvent être négligées

l’équation de Bernoulli devient :

$$P_1/W + Z_1 = P_2/W + Z_2 + H_{1-2}$$

Posons : $P_1/W = H_1$ et $P_2/W = H_2$ donc :

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

$$C_{p1} = H_1 + Z_1 \quad \text{cote piézométrique au point (1).}$$

$$C_{p2} = H_2 + Z_2 \quad \text{cote piézométrique au point (2).}$$

$$H_{1-2} = C_{p1} - C_{p2}$$

VII-1-4-Calcul des longueurs des conduites reliant les ouvrages :

Les longueurs des conduites sont calculées à partir du plans de masse de la station d’épuration et pour tous nos calculs on utilisera les longueurs équivalentes pour tenir compte des pertes de charges singulières tel que :

$$L_{eq} = 1,05 * L_{réelle}$$

Tableau VII-2 : Longueurs des conduites entre les ouvrages de la Station

Ouvrages	L _{réelle} (m)	L _{eq} = 1,05. L _{réelle} (m)
Dégrilleur – (Déssableur-deshuilleur)	15.31	16.08
(Déssableur-deshuilleur) - Bassin d’aération	19.24	20.2
Bassin d’aération – Clarificateur	9.87	10.36
Clarificateur - Bassin de désinfection	24.31	25.53

- **Conduite dégrilleur- déssableur :**

- **Calcul des pertes de charges**

Données :

$$L=16.08m, Q=0.0972m^3/s, K=0,0001052$$

Cote piézométrique du dégrilleur :

On a la cote du terrain naturel (CTN=5.95m)

Et la cote du radier est de (CR=5.95m)

Cote piézométrique : $C_p = CR + H_{ouvrage}$

$$C_p = 5,95 + 0,5 = 6.45m$$

$C_p \text{ dég} = 6.45m$

Remarque :

Pour le dégrilleur la hauteur de l’ouvrage c’est la hauteur d’eau admissible sur la grille et elle est prise égale à 0,5m.

Côte piézométrique du déssableur-déshuileur :

On a la côte du terrain naturel (CTN=5.8m)

Et la cote du radier est de (CR=4.5m)

Côte piézométrique : $C_p = CR + H_{\text{ouvrage}}$

$$C_p = 4,5 + 1,8 = 6,3\text{m}$$

$$H_{1-2} = \Delta h_{\text{dég-dessab}} = C_{p_{\text{dég}}} - C_{p_{\text{dessab}}}$$

$$\Delta h_{\text{dég-dessab}} = 6,45 - 6,3 = 0,15\text{m}$$

- **Calcul du diamètre :**

Après l'application de la formule (VII-2) on trouve le résultat suivant :

$D_{\text{calc}} = 0,165\text{m}$ et donc le diamètre normalisé est de :

$$C_p \text{ dessab} = 6,3\text{m}$$

$$\Delta h_{\text{dég-dessab}} = 0,15\text{m}$$

$$D_{\text{dég-dessab}} = 200\text{mm}$$

- **Conduite déssableur- bassin d'aération :**

On a deux bassins d'aération de mêmes dimensions qui sont reliés avec deux conduites de même longueur et même matériaux, donc on va faire le calcul pour une seule conduite.

- **Calcul des pertes de charges**

Données :

$$L=20.2\text{m}, Q=0.0972\text{m}^3/\text{s}, K=0,0001052$$

Cote piézométrique du bassin d'aération :

On a la côte du terrain naturel (CTN=4.8m)

Et la côte du radier est de (CR=2m)

Côte piézométrique : $C_p = CR + H_{\text{ouvrage}}$

$$C_p = 2 + 4 = 6\text{m}$$

$$H_{1-2} = \Delta h_{\text{dessab-bass d'aér}} = C_{p_{\text{dessab}}} - C_{p_{\text{bass d'aér}}}$$

$$\Delta h_{\text{dessab-bass d'aér}} = 6,3 - 6 = 0,3\text{m}$$

- **Calcul du diamètre :**

Après l'application de la formule (VII-2) on trouve le résultat suivant :

$D_{\text{calc}} = 0,149\text{m}$ et donc le diamètre normalisé est de :

$$C_p \text{ bass d'aér} = 6\text{m}$$

$$\Delta h_{\text{dessab-bass d'aér}} = 0,15\text{m}$$

$$D_{\text{dessab-bass d'aér}} = 150\text{mm}$$

Remarque :

Donc on aura deux conduites de diamètre 150mm qui assureront le transport des eaux du déssableur-deshuileur aux deux bassins d'aération.

- **Conduite bassin d'aération-clarificateur :**

On a deux bassins d'aération de mêmes dimensions qui sont reliés avec deux conduites de même longueur et de même matériaux qui vont assurer le transport des eaux vers le clarificateur (décanteur secondaire), donc on va dimensionner une seule conduite.

- **Calcul des pertes de charges**

Données :

$$L=10.63\text{m}, Q=0.0972\text{m}^3/\text{s}, K=0,0001052$$

Côte piézométrique du clarificateur :

On a la côte du terrain naturel (CTN=4.29m)

Et la côte du radier est de (CR=1.79m)

Côte piézométrique : $C_p = CR + H_{\text{ouvrage}}$

$$C_p = 1,79 + 4 = 5,79\text{m}$$

$$H_{1-2} = \Delta h_{\text{bass d'aér-clarif}} = C_{p_{\text{bass d'aér}}} - C_{p_{\text{clarif}}}$$

$$\Delta h_{\text{bass d'aér-clarif}} = 6 - 5,79 = 0,21\text{m}$$

$$C_p \text{ clarif} = 5,79\text{m}$$

$$\Delta h_{\text{bass d'aér-clarif}} = 0,21\text{m}$$

▪ **Calcul du diamètre :**

Après l'application de la formule (VII-2) on trouve le résultat suivant :

$D_{calc} = 0,140m$ et donc le diamètre normalisé est de :

$D_{bass\ d'a\grave{e}r-clarif} = 150mm$

Remarque :

Donc on aura deux conduites de diamètre 150mm qui assureront le transport des eaux des bassins d'aération vers le clarificateur.

➤ **Conduite clarificateur- bassin de désinfection :**

▪ **Calcul des pertes de charges**

Données :

$L=25.53m$, $Q=0.0972m^3/s$, $K=0,0001052$

Côte piézométrique du bassin de désinfection :

On a la côte du terrain naturel (CTN=4.12m)

Et la côte du radier est de (CR=1.62m)

Côte piézométrique : $C_p=CR+H_{ouvrage}$

$C_p=1.79+3.5=5.12m$

$C_p\ bass\ désinf = 5.12m$

$H_{1-2} = \Delta h_{clarif - bass\ désinf} = C_{p\ clarif} - C_{p\ bass\ désinf}$

$\Delta h_{clarif - bass\ désinf} = 5,79 - 5.12 = 0,67m$

$\Delta h_{clarif - bass\ désinf} = 0.67m$

▪ **Calcul du diamètre :**

Après l'application de la formule (VII-2) on trouve le résultat suivant :

$D_{calc} = 0,133m$ et donc le diamètre normalisé est de :

$D_{clarif - bass\ désinf} = 150mm$

Remarque :

À la sortie du bassin de désinfection les eaux se dirigeront dans une conduite vers l'oued Agrioune qui se trouve à l'aval.

Tableau VII-3 : Récapitulatif des résultats :

désignation	CTN (m)	CR (m)	CP (m)	L (m)	D (mm)
Dégrilleur	5.95	5.95	6,45	15.31	200
Déssableur-déshuileur	5.8	4.5	6,3	19.24	
	4.8	2		150	
Bassin d'aération			6	9.87	150
Clarificateur	4.29	1.79	5,79	24.31	150
Bassin de désinfection	4.12	1.62	5,12		

VII-2-Station de relevage

L'ouvrage d'entrée du poste de relevage est équipé d'une grille à nettoyage manuel. Les refus de la grille sont remontés manuellement à l'aide d'un râteau depuis le radier de l'ouvrage d'entrée et d'une bache d'aspiration.

VII-2-1-Le volume du bassin (bâche d'aspiration) :

Pour le dimensionnement du bassin d'aspiration (bâche a eau) on utilise le débit de pointe de l'horizon 2040, qui est de 0,124m³/s. Donc il faut calculer le volume de la bâche d'aspiration, on appliquant la relation suivante :

$$V = t \cdot Q_{pt} / 4$$

- Q_{pt} : Le débit de pointe de l'horizon 2040 (m³/s).
- t : Temps de séjour qui varie entre (6-15) min, on prend $t_s=10$ min
- $V = (10 \cdot 0,124 \cdot 60) / 4$

$$V = 18,63 \text{ m}^3$$

$$V = 18,63 \text{ m}^3$$

On prend la hauteur de la bâche d'aspiration $h=2,5$ m

$$\text{Donc : } S = V/h = 18,63/2,5 = 7,45\text{m}^2 \quad \text{et on prend}$$

$$S = 7,5 \text{ m}^2$$

$$\text{Donc : } L = 3 \text{ m} \quad \text{et} \quad b = 2,5\text{m}$$

Tel que **L : longueur**

b : largeur

VII-2-2-Calcul du diamètre de la conduite de refoulement :

Pour le calcul du diamètre de la conduite de refoulement vers l'ouvrage d'entrée (le dégrilleur), elle sera calculer par la formule de Bonin $D_{eco} = \sqrt{Q_{pt}}$ (m).

$$Q_{pte} = 0,124 \text{ m}^3/\text{s} \Rightarrow D_{eco} = \sqrt{0,124} = 0,35 \text{ m}$$

Donc le diamètre normalisé est **D = 400mm**

La vitesse d'écoulement est calculée par la relation suivante : $V = 4 \cdot Q / \pi \cdot D^2$

$$\text{Donc : } V = 0,98 \text{ m/s}$$

VII-2-3-Calcul de la hauteur manométrique de la pompe :

$$H_{mt} = H_g + \Delta H + P_{exh}$$

- H_g : Hauteur géométrique
- ΔH : Perte de charge

$$H_g = h_1 - h_2$$

- h_1 : cote au niveau de la bâche de réception
- h_2 : cote au niveau de l'ouvrage d'entrée

$$H_g = 6 - 4,8 = 1,2 \text{ m}$$

$$\Delta H = 8\lambda \cdot L \cdot Q^2 / \pi^2 \cdot g \cdot D^5$$

Q : débit refouler m³/s.

D : Diamètre de la conduite de refoulement (400mm)

L : Longueur de la conduite de refoulement ($L=106,23$ m).

λ : Coefficient de perte de charge qui est égale à 0,02

On peut estimer les pertes de charge à 0,16 m

$$\text{Donc } H_{mt} = 1,2 + 0,16 + 1,15 = 2,5 \text{ m}$$

VII-2-4-Choix de la pompe :

On utilise des pompes d'assainissement pour le relevage des eaux usées de la bâche de réception vers l'ouvrage d'entrée (dégrilleur).

D'après le logiciel KSB (help pump selection), les caractéristiques de la pompe sont les suivantes :

- Type de pompe : Centrifuge

- Débit : 97,5 l/s
- HMT : 2,52 m
- Vitesse de rotation : 765 tr/min
- Rendement : 76,6 %
- NPSH_r : 1,07 m
- Type d'installation : installation horizontale à sec
- Diamètre de la roue : 315 mm
- Nombre de pompe : 02 pompes.

Conclusion :

Dans ce chapitre on a arrivé à calculer les côtes piézométriques des différents ouvrages de la station d'épuration pour mieux dessiner le profil hydraulique et on a aussi dimensionné les différentes conduites qui relie les ouvrages de la station d'épuration et enfin on a pu choisir le type de pompe adéquate pour relever les eaux usées de la bache d'eau au premier ouvrage d'entrée qui est la grille.

Chapitre VIII

Gestion et Exploitation De la Station

Introduction :

Le maintien en parfaite état des différents ouvrages de la station d'épuration et la garantie des performances épuratoires, reposent, avant tout, sur la qualité de l'exploitation qui est mise en œuvre, le procédé choisi qui est techniquement et économiquement acceptable, et enfin la présence d'une politique rationnelle de gestion.

Le manque ou l'absence de l'un de ces facteurs influe incontestablement sur le fonctionnement de l'installation.

VIII-1-Mesures et contrôles effectués au niveau de la station d'épuration :

L'exploitant doit effectuer un certain nombre de mesures et contrôles entrant dans le cadre de l'exploitation et la gestion de la station, dont les principaux sont :

- Mesure de débit
- Mesure de pH et de la température

La mesure de pH doit être faite à l'entrée de la station, afin de prendre toutes les dispositions nécessaires pour le déroulement des traitements sensibles à ce paramètre.

Pour maintenir la température optimum de bon fonctionnement de certains ouvrages de traitement (dégraisseur, bassin d'aération), la mesure de la température est très recommandée.

- Mesure de la demande chimique en oxygène (DCO)
- Mesure de la demande biologique en oxygène (DBO₅)
- Mesure de la quantité d'oxygène dissous
- Recherche des substances toxiques
- Mesure concernant les boues :

Pour obtenir un réglage adéquat de la station d'épuration, on doit jouer essentiellement sur :

- Le taux de recirculation des boues
- Le taux d'aération
- Le taux des boues en excès

Pour régler ces paramètres on aura besoin de savoir :

- La teneur en oxygène dans le bassin d'aération
- Le pourcentage de boues dans le bassin d'aération
- La teneur des MVS dans le bassin d'aération

En fonction des résultats de ces mesures, on fait varier le débit de recirculation, la durée d'aération et le débit de boues en excès jusqu'à savoir une valeur optimale de 4g mvs/l

Si :

- MVS > 4g/l on augmente le temps de recirculation et la durée d'aération
- MVS < 4g/l on diminue le temps de recirculation et la durée d'aération
- Temps de marche journalier des principales machines tournantes (pompes, aérateurs, filtres ou centrifugeuses...)

Chaque contrôle journalier, doit toujours être fait à la même heure pour être représentatif

VIII-2-Contrôle de fonctionnement :

Le bon fonctionnement et la durée de vie d'une station d'épuration dépendent fortement de l'entretien de ses ouvrages. Il faut veiller donc au maintien en parfait état de propreté de l'ensemble de la station en nettoyant les rigoles, caniveaux, murs...etc.

Les ouvrages métalliques doivent être repeints en moyenne tous les cinq ans afin de les protéger contre la corrosion.

Les ouvrages en béton doivent être régulièrement inspectés. Les vérifications doivent porter sur l'étanchéité, la détection des fissures, les ruptures des joints de dilatation.

Il faut lubrifier et graisser régulièrement tous les équipements mécaniques et électromécaniques et veiller à leur fonctionnement.

Pour les équipements immergés, une vidange une fois par ans des ouvrages où ils sont disposés est nécessaire pour leur entretien. Les équipements d'aération doivent être également inspectés régulièrement en nettoyant les orifices de diffusion de l'air.

Ce qui nous mène à exiger une attention distinctive afin d'assurer de façon continue l'épuration conforme des effluents. Elle doit s'exercer à plusieurs niveaux :

1. Contrôle journalier :

Ces contrôles peuvent être effectués par l'exploitant, différentes épreuves ou observations permettent d'apprécier la rationalisation de la conduite de la station d'épuration :

- le test de décantation et de turbidité.
- les odeurs.
- les couleurs des boues.
- le manque d'oxygène se fait sentir par une odeur désagréable, et une couleur de boue grise noire,

Afin de permettre des contrôles périodiques plus précis, il est important que l'exploitant tienne un journal de bord sur lequel il consignera les résultats des tests et les observations faites.

2. Contrôles périodiques :

Le but essentiel de ces contrôles est d'attribuer aux résultats détenus préalablement des solutions fiables et d'apporter au maître de l'ouvrage les conseils nécessaires à une bonne exploitation en proposant toutes les améliorations ou rectifications qui s'imposent.

Les investigations complémentaires qu'il est souhaitable de mener dans le cadre de ces visites sont :

- une mesure de l'oxygène dans le bassin d'aération.
- une analyse des boues prélevées dans le bassin d'aération après un fonctionnement de 15 à 20 mn des aérateurs, ayant pour objet de déterminer (la décantabilité, la teneur en MES, la teneur en MVS).
- une analyse de l'effluent épuré sur un prélèvement instantané, considérant que la quantité de l'effluent épuré varie généralement très peu dans une journée sur une station d'épuration.
- une visite bilan au moins une fois par an qui consistera à effectuer un diagnostic complet du fonctionnement de la station, en effectuant notamment :
- des analyses sur l'effluent reçu par la station en 24h à partir de prélèvements, visant à déterminer les mêmes paramètres en fonction du débit.

VIII-3-Entretien des ouvrages :

VIII-3-1-Le dégrilleur :

- Les déchets seront évacués quotidiennement, le nettoyage des parois des grilles se fait par un jet d'eau et l'enlèvement des matières adhérentes putrescibles par les râtaux.
- Noter les quantités de refus journalier.

- vérifier le niveau d'huile et de graisse des chaînes d'entraînement.
- vérifier et assurer quotidiennement le bon fonctionnement électromécanique de l'installation.

VIII-3-2-Déssableur-déshuileur :

- Maintenir quotidiennement le poste en état de propreté.
- vérifier et assurer quotidiennement le bon fonctionnement de l'installation.
- vérifier et assurer quotidiennement le bon fonctionnement du pont roulant et des procédés de raclage, suivi du déroulement complet d'un cycle de fonctionnement.
- faire fonctionner 24/24h le pont roulant et l'insufflation d'air.

VIII-3-3-Bassin d'aération :

- Chaque jour contrôler et intervenir 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.

VIII-3-4-Clarification :

- Maintenir le clarificateur en état de propreté.
- Vérifier tous les six mois le bon fonctionnement des dispositifs de pompes des écumes.
- Analyser contractuellement l'eau après clarification (DBO, DCO, MES).
- Vidanger tous les 5 ans les ouvrages pour contrôle et entretien des structures immergées.

VIII-3-5-Désinfection des eaux épurées :

- Maintenir le poste en état de propreté.
- Respecter les procédures de mise en marche et d'arrêt des installations fournies par les constructeurs.
- Faire fonctionner régulièrement le circuit de secours de chloration.
- Ne jamais utiliser l'eau dans les circuits véhiculant du chlore.
- Au cours de toute intervention dans les locaux de stockage et dosage, respecter les consignes de sécurité.

VIII-3-6-Lits 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 40cm.
- Après deux à trois utilisations du lit, la couche superficielle est renouvelée par un sable propre.
- Tous les deux ans, il faut changer les lits de séchages (les lits seront refaits complètement, les drains seront colmatés ou brisés).
- Entre deux épandages de boues, le lit pourra être protégé par un film plastique destiné à éviter la prolifération de la végétation et le tassement des matériaux filtrants par les précipitations.

VIII-3-7-Epaississeur :

- Maintenir quotidiennement le poste en état de propreté.
- Mesurer quotidiennement la hauteur du voile de boue, le garde boue ne doit pas être inférieur à 2m.
- Contrôler et noter chaque jour le PH des eaux surverses et des boues épaissies.
- Relever les volumes des boues soutirées des épaisseurs.
- Vidanger tous les 5 ans les ouvrages pour contrôler les structures immergées.

Conclusion :

La gestion et l'exploitation d'une station d'épuration n'est pas chose facile et reposent essentiellement sur l'entretien des différents ouvrages, la propreté de la station en nettoyant régulièrement cette dernière permettant ainsi d'assurer sa pérennité, mais aussi sur la sécurité et l'hygiène au travail par la mise en place de dispositif de sécurité et veiller à leur respect.

Conclusion générale

Il ressort de cette étude que la région de Souk-El-Tenin présente un climat de type Méditerranéen avec des étés très chauds et des hivers humides. Le relief est très plat et il se constitue d'une plaine littorale et une plaine montagneuse.

Au terme de ce travail on peut conclure que l'installation d'une station d'épuration pour la région de Souk-El-Tenin est une nécessité en vue de protéger le littoral contre la pollution engendrée par les rejets d'eaux usées de cette région. Souk-El-Tenin ne dispose pas d'unités industrielles importantes.

L'analyse des eaux usées a montré le caractère urbain et biodégradable de l'effluent de Souk-El-Tenin qui est de ce fait aptes à être traitées biologiquement.

Pour notre projet le choix du procédé d'épuration à portée sur les boues activées, car il demeure actuellement le plus utilisé, il nécessite des surfaces plus réduites et assure une meilleure qualité de l'effluent rejeté avec de bon rendements épuratoires ; Quant au choix de la variante il s'est arrêté sur la variante à faible charge, et ce en raison de la concentration de l'effluent en azote et aussi l'équivalent habitant dans cette région.

La gestion et l'exploitation d'une station d'épuration n'est pas chose facile et reposent essentiellement sur l'entretien des différents ouvrages, la propreté de la station en nettoyant régulièrement cette dernière permettant ainsi d'assurer sa pérennité, mais aussi sur la sécurité et l'hygiène au travail par la mise en place de dispositif de sécurité et veiller à leur respect.

Référence bibliographique :

[1] **DRE (BEJAIA)** ; Etude d'actualisation de la station d'épuration des eaux usées de la ville de Souk-El-Tenin.

[2] **LUCA ROSSI** ; Document : modélisation des matières en suspension dans les rejets urbains.

[3] **CANLER, J-P. PERRET J-M.** Document technique FNDA n°28 : étude des prétraitements basés uniquement sur le tamisage fin

[4] **BOUTIN C. DUCHENE P. LINARD A.** Document technique FNDA n°22 filières d'épuration adaptées aux petites collectivités

[5] **Actu-environnement** : traitement des boues d'épuration.

[6] **Marie Claude LOZAC'H** : séminaire **UMINATE** traitement et valorisation des boues de step (Toulouse le 19 juin 2004)

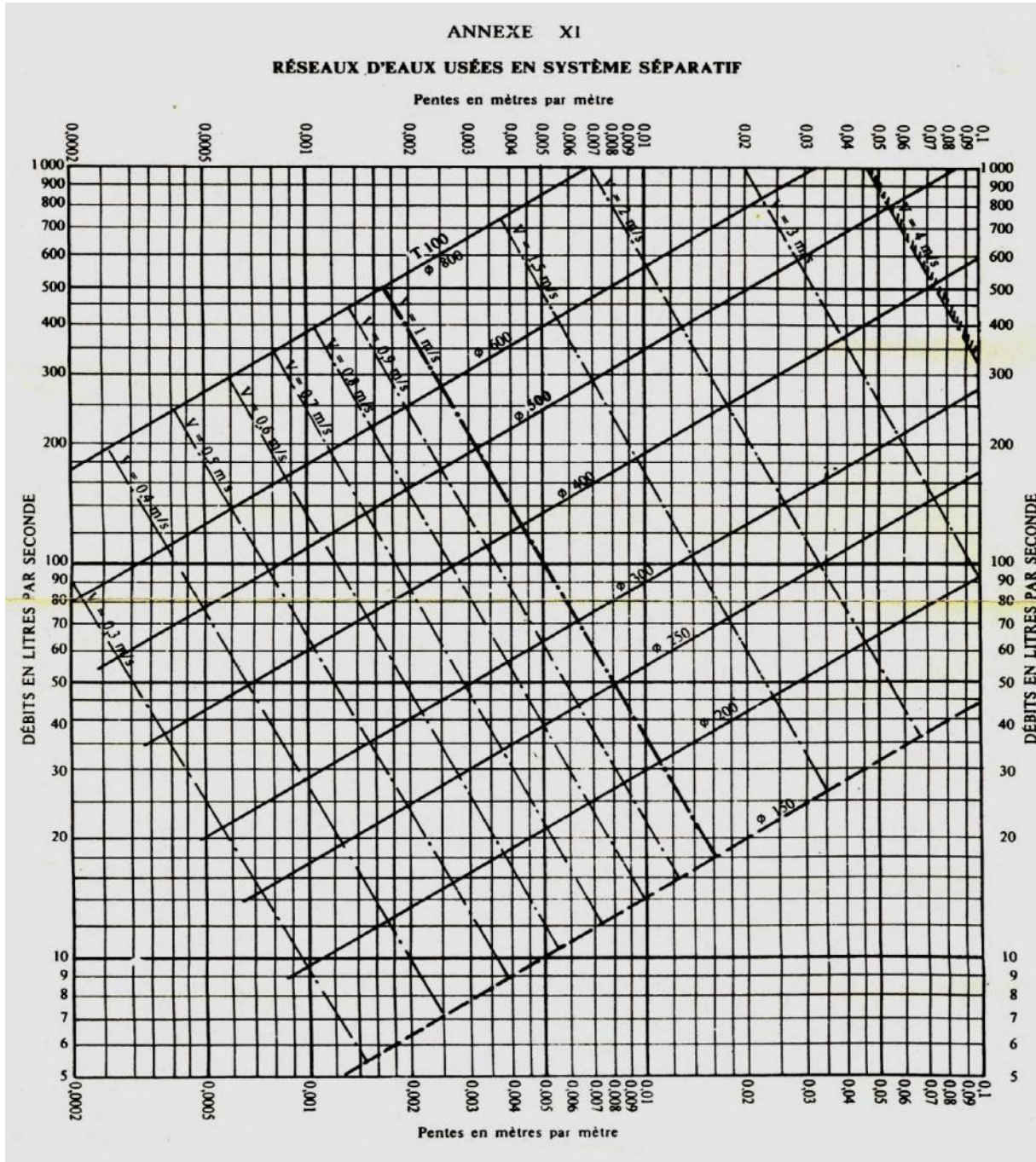
[7] **M. Jean-Luc VASEL** : Annexe 79 - L'ÉLIMINATION DE L'AZOTE ET DU PHOSPHORE

[8] **DEGREMONT, 1989** : Mémento technique de l'eau, Tome I et II, édition du Cinquantenaire, paris

Annexes

ANNEXE I

Abaque N°-1

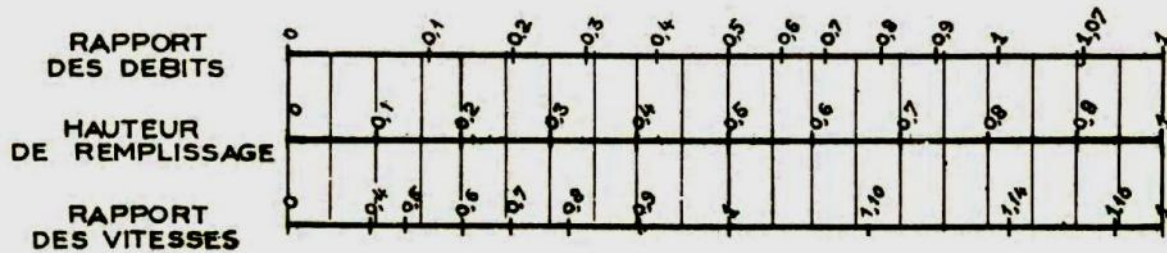


ANNEXE II Abaque N°-2

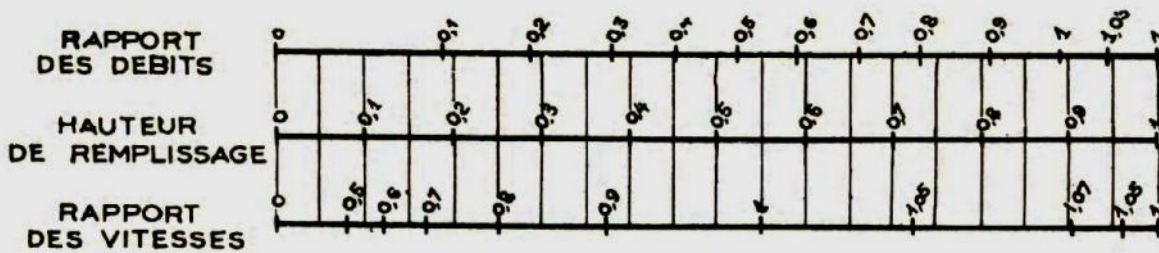
ANNEXE X

**VARIATIONS DES DÉBITS ET DES VITESSES
EN FONCTION DE LA HAUTEUR DE REMPLISSAGE**
(d'après la formule de Bazin)

a) *Ouvrages circulaires*



b) *Ouvrages ovoïdes normalisés*



Exemple - Pour un ouvrage circulaire rempli aux $\frac{3}{10}$, le débit est les $\frac{2}{10}$ du débit à pleine section et la vitesse de l'eau est les $\frac{78}{100}$ de la vitesse correspondant au débit à pleine section

