

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Centre Universitaire Abdelhafid Boussouf - Mila
Institut des Sciences et de Technologie
Département de sciences et Techniques



N° Ref :

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de

MASTER

Spécialité : Sciences Hydrauliques.

THEME

**Extension de la station d'épuration de Sidi
Merouane willaya de Mila**

Présenté par :

*-Moudjed Djemouai
-Guerbaa Abd El Hak*

Soutenu devant le jury :

Mme Chebbah Lynda

Président

Mme Benchaiba Leila

Promoteur

Mr Moussouni Abderzak

Examineur

Année universitaire : 2016/2017

اللهم إني أستودعك ما قرأت وما حفظت وما تعلمت ، فردّه عند حاجتي اليه،

انك على كل شيء قدير، حسبنا هلا ونعم الوكيل

REMERCIEMENTS

Nous remercions Allah le tout puissant, pour nous avoir donnée la santé, le courage la volonté et pour nous avoir permis de réaliser ce modeste dans les meilleures conditions.

*Nous aimons exprimer notre gratitude pour la patience, le soutien et l'aide qu'a pu nous apporter notre promoteur M^{me} : **Benchaiba.L** Notre remerciement également à :*

Tous ceux de la STEP de Sidi Merouane en particulier Mr : sebti et M^{me} : yesmin et aides tout le personnel de département ST sans exception.

Tous ceux qui ont contribué de loin ou de près à la réalisation de ce travail.

Tous les enseignants qui ont contribué à notre formation du primaire jusqu'au cycle universitaire.

Aux membres du jury qui nous feront l'honneur d'examiner notre travail.



Dédicace

Ce mémoire n'aurait jamais pu voir le jour sans l'encouragement des membres de ma famille que je tiens à remercier et à qui je dédie ce modeste travail, tout d'abord aux deux personnes les plus chères de ma vie :

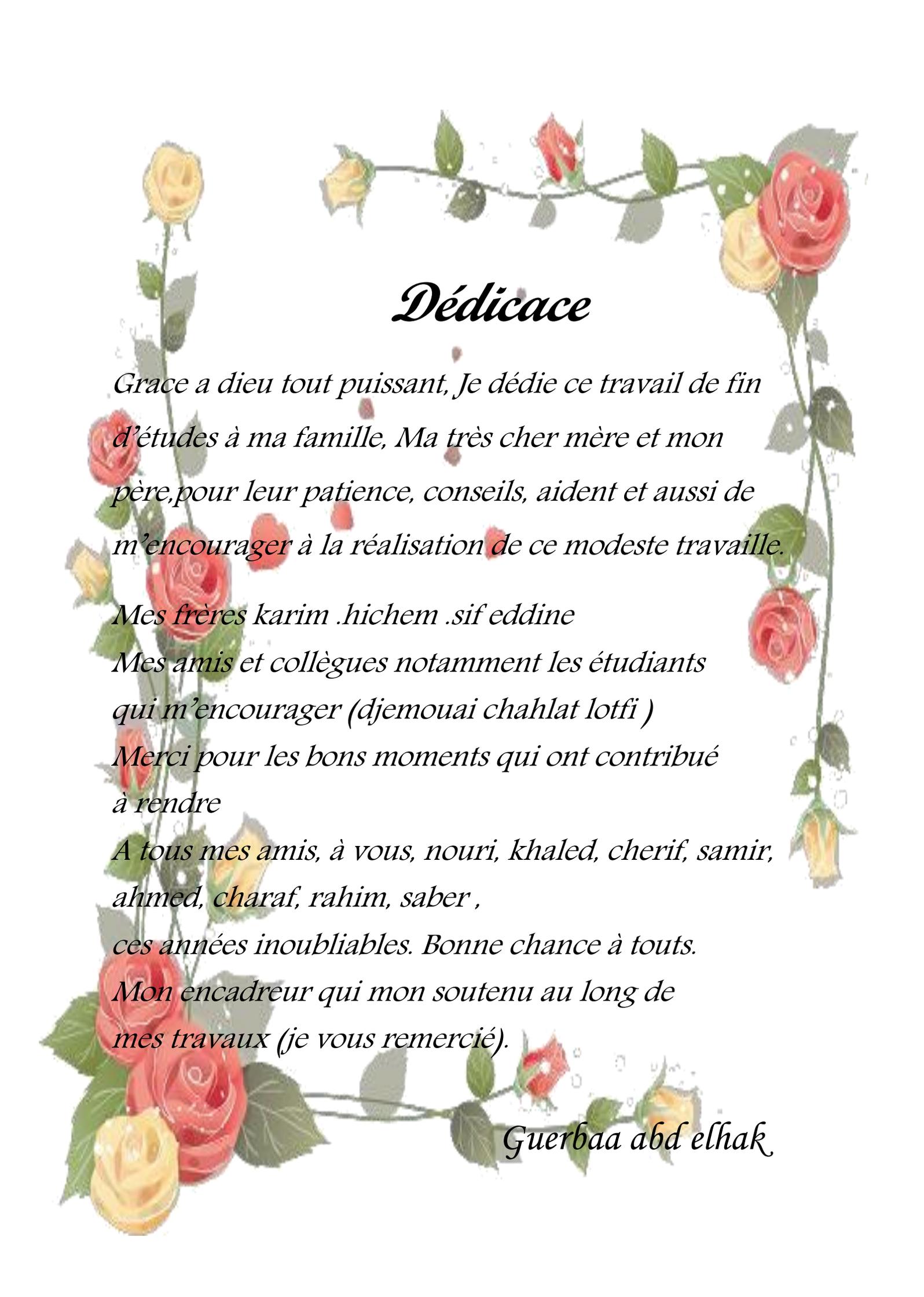
Ma mère, la lumière qui m'a toujours éclairée le chemin. A celle qui a tout fait pour ma réussite, pour sa douceur, sa tendresse, ses sacrifices et ses prières.

Mon père, à qui je dois tout le respect, pour son soutien, son encouragement et surtout sa confiance en moi. A tous mes amis, à vous, kadi, ahmed, réda djamel, imed, charaf, walid, bity, salah

A mes frères et soeurs : omar, ibrahime, saïde, wahiba arafa

A tous ceux qui m'aiment et ceux que j'aime.

Djemouai



Dédicace

Grace a dieu tout puissant, Je dédie ce travail de fin d'études à ma famille, Ma très cher mère et mon père, pour leur patience, conseils, aident et aussi de m'encourager à la réalisation de ce modeste travaille.

Mes frères karim .hichem .sif eddine

Mes amis et collègues notamment les étudiants qui m'encourager (djemouai chahlat lotfi)

Merci pour les bons moments qui ont contribué à rendre

A tous mes amis, à vous, nouri, khaled, cherif, samir, ahmed, charaf, rahim, saber ,

ces années inoubliables. Bonne chance à tous.

Mon encadreur qui mon soutenu au long de mes travaux (je vous remercié).

Guerbaa abd elhak

SOMMAIRE

Chapitre I : Données de base sur la région

Introduction :	3
I.1. La situation géographique de la commune de Sidi Merouane :	3
I.2. Station d'épuration des eaux usées (STEP) de la ville de Sidi Merouane:	3
I.3. Situation topographique :	5
I.4. La situation démographique :	5
I.5. Economie :	6
I.6. Situation climatique :	6
I.6.1. Température :	6
I.6.2. Pluviométrie :	7
Conclusion :	8

Chapitre II : Considérations générales sur la réutilisation des eaux usées

Introduction :	9
II.1- LES MOTIFS.....	9
II.2- LES USAGES POSSIBLES :	9
II.3- LES CONTRAINTES :	10
II.4- CARACTERISTIQUES DES EAUX USEE :	10
II.4.1- Origines des eaux usées :	11
II.4.1.1-Eaux usées urbaines :	11
II.4.1.2-Eaux usées agricoles (Eaux de drainages et de rejets des fermes) :	11
II.4.1.3- Eaux usées industrielles :	11
II.4.2- Importance de rejets :	11
II.4.2.1- Le type de réseau :	12
II.4.2.2-Le raccordement des industries :	12
II.4.2.3- La taille de l'agglomération :	12
II.5- EVALUATION DE LA POLLUTION :	12
II.5.1-Définition de la pollution :	12
II.5.2- Principaux polluants :	12
II.5.2.1-Pollution organique :	13

II.5.2.2-Pollution minérale :.....	13
II.5.2.3-Pollution microbiologique :.....	13
II.5.2.4-Métaux lourds :	14
II.5.3-Les principaux paramètres de pollution :.....	14
II.5.3.1-Les paramètres physiques :.....	14
II.5.3.2-Les paramètres chimiques :.....	15
II.5.4- CONSEQUENCES SUR LE MILIEU RECEPTEUR :.....	16

Chapitre III : Procèdes d'épuration des eaux usées

Introduction :	17
III.1. Traitement primaire :.....	18
III.1.1.Le prétraitement :	18
III.1.2. La décantation primaire :	20
III.2.Traitement secondaire :.....	21
III.2.1. Traitement physico–chimique :.....	21
III.2.2. Traitement biologique :	22
III.2.2.1. Les procédés extensifs :	22
III.2.2.2. Les procédés intensifs :	24
III.3. Epuration biologique par les boues activées :.....	24
III.3.1. Définition :	26
III.3.2. Principe :	26
III.3.3. Charge d'une installation :	27
III.3. Traitement Tertiaire :.....	28
III.3.1. L'élimination de la pollution azotée :.....	28
III.3.2. L'élimination de la pollution phosphorée :.....	29
III.3.3. La désinfection :	29
Conclusion :	30

Chapitre IV : analyses chimiques des eaux usées

Introduction :	31
----------------------	----

IV.1. Le but général de la manipulation	31
IV.1.1. Le principe de La manipulation :	31
IV.2. Prélèvement.....	31
IV.2.1. Echantillonnage :	31
IV.3. Paramètres analytiques	32
IV.4. Méthodes d'analyses et résultats	32
IV.4.1. Détermination des pH et Température :	32
IV.4.2. Détermination des matières en suspension (MES) :	33
IV.4.3. Détermination de la demande biochimique en oxygène (DBO5) :	35
IV.4.4. Détermination de la demande chimique en oxygène DCO:	35
IV.4.5. Le phosphore	36
IV.4.6. La siccité.....	37
IV.6. Interprétation des résultats d'analyses obtenus.....	38
Conclusion :	42

Chapitre V : Dimensionnement de la STEP

Introduction :	43
V.1. Calcul des débits et des charges polluantes.....	43
V.1.1. Calcul des débits :	43
V.1.2. Les charges polluantes :	44
V.1.2.1. Charge moyenne en DBO5 :	44
V.1.2.2. Charge moyenne en MES :	45
V.1.2.3. Charge moyenne en DCO :	45
V.2. Le Prétraitement :	46
V.3. Etude de la variante à faible charge :	59
V.3.1 : Traitement secondaire :	59
V.3.1.1 : Bassin d'aération :	59
V.3.1.2 Le dégazeur :	66
V.3.2.3 : Décanteur secondaire (clarificateur) :	68
V.3.3. Traitement des boues.....	70
V.3.3.1 : Dimensionnement de l'épaississeur :	70
V.3.3.2 : Déshydratation :	71

Conclusion :	72
--------------	----

Chapitre VI : Traitement des boues

Introduction :	73
VI.1. Origine des boues :	73
VI.2. Objectif de traitement des boues :	73
VI.3. Etapes de traitement des boues :	74
VI.3.1. Epaissement.....	74
VI.3.1.1. Epaissement par flottation :	74
VI.3.1.2. Epaissement par gravitation :	74
VI.3.2. Stabilisation :	74
VI.3.2.1. Stabilisation chimique.....	75
VI.3.2.2. Stabilisation biologique :	75
VI.3.3. Conditionnement :	75
VI.3.4. Déshydratation :	76
VI.3.4.1 Déshydratation artificielle :	76
VI.3.4.2. Déshydratation naturelle (séchage) :	77
VI.4. Destination finale des boues :	77
VI.4.1 Valorisation des boues :	78
VI.4.2 Mise en décharge :	78
VI.4.3 L'incinération :	78
Conclusion :	79

Conclusion général

Références bibliographiques

ANNEXES

Liste des tableaux :

Tableau I.1 : Les coordonnées de la région (Google EARTH).....	4
Tableau I.2 : Evaluation de la population pour différents horizons.....	5
Tableau I.3 : Températures moyennes mensuelles (1998/2005) (Hamala, 2015).....	6
Tableau I.4 : Répartition maximal mensuelle de la pluie. (1998/2005) (hamala.2015).....	7
Tableau II.1 : Caractéristique des eaux usées urbaines.....	16
Tableau III.1 :Avantages et inconvénients du traitement physico–chimique.....	22
Tableau IV.1 :Etat physique des boues.....	38
Tableau IV.2 : Résultats de l’analyse chimique.....	38
Tableau V.1 :Calcul du débit d’eau usée total.....	43
Tableau V.2 : Charges hydrauliques.....	44
Tableau V.3 : Charges polluantes.....	46
Tableau V.4 : Caractéristiques de la fosse.....	48
Tableau V.5 : Critères de conception des dégrilleurs.....	49
Tableau V.6 : Caractéristique des grilles mécaniques et manuelles.....	51
Tableau V.7 : Caractéristiques des grilles fin.....	52
Tableau V.8 : Valeurs du coefficient β en fonction de la forme des barreaux.....	53
Tableau V.9 : Caractéristique, dimensions et performances du dessableur.....	57
Tableau V.10 : caractéristique des bassins biologiques.....	60
Tableau V.11 : Valeurs de a' et b' en fonction du type de traitement par boues activées.....	60
Tableau V.12 : Caractéristiques des DBO ₅ et le rendement d’élimination.....	61
Tableau V.13 : Caractéristiques des aérateurs.....	62
Tableau V.14 : Caractéristiques des boues.....	64
Tableau V.15 :Caractéristique de dégazeur.....	65
Tableau V.16 :Caractéristiques de clarificateur.....	68
Tableau V.17 :Caractéristiques de l’épaississeur.....	69

Liste des figures

Figure I.1 : Situation géographique de la commune de Sidimerouane.	3
Figure I.2 : Vue générale de la station de Sidi Merouane.	4
Figure I.3 : Distribution mensuelle interannuelle des précipitations (1998/2005) (hamala.2015).....	8
Figure III.1 : Schéma de la chaîne de traitement d'une eau usée.....	17
Figure III.2 : grille mécanique droite.....	19
Figure III.3 : Grille mécanique courbe.....	19
Figure III.4 : Schéma d'un décanteur primaire.....	21
Figure III.5 : Le lit bactérien.....	24
Figure III.6 : disque biologique.....	26
Figure III.7 : Epuration biologique : schéma de principe de l'épuration par boues activée.....	27
Figure V.1 : Schéma d'un clarificateur (décanteur).....	67

Liste des photos

Photo I.1 : photo satellite ; situation géographique de la STEP de sisi merouane.....	6
Photo IV.1 :pH mètre (pH 510).....	33
Photo IV.2 :Ensemble de filtration.....	34
Photo IV.3 : Etuve chauffé.....	34
Photo IV.4 :Balance électrique (TP-303).....	34
Photo IV.5 :DBO mètre.....	35
Photo IV.6 :Réacteur (CR 2200).....	36
Photo IV.7 : Spectrophotomètre.....	36
Photo V.1 :Dégrilleur grossier (1: automatique, 2 manuel).....	50
Photo V.2 :Dégrilleur fin (1 : automatique, 2 : manuel).....	51
Photo V.3 :dégazeur.....	65

LISTE DES ABREVIATIONS

A	: Age des boues.
a'	: Fraction de pollution transformé.
a m	: Coefficient de rendement cellulaire.
a''	: Coefficient global de transfert.
b	: fraction de la masse cellulaire éliminée par jour.
b m:	Taux de mortalité.
b'	: Coefficient cinétique de respiration endogène.
Cm	: Charge massique.
Cv	: Charge volumique.
COT	: Carbone organique total.
Cp	: Coefficient de pointe.
Db	: Diamètre du bassin.
DBO	: Demande biochimique en oxygène.
Dc	: Diamètre de la conduite.
DCO	: Demande chimique en oxygène.
Δx	: Masse des boues à extraire.
Dj	: Dose journalière de chlore.
d	: Epaisseur du barreau.
e	: Espacement entre les barreaux.
EH	: Equivalent habitant
IM	: Indice de MOHALMAN
Ka	: Constante caractérisant le dispositif d'aération.
k	: Taux de croissance.
K	: Coefficient de colmatage de la grille.
Lf	: Charge polluant à la sortie.
MES	: Matière en suspension.
MM	: Matières minérales.
MMe	: Matières minérales éliminées.
MMr	: Matières minérales restantes.
MVS	: Matières volatiles en suspension.
Ns	: Oxygène transféré dans le liquide.
Nlit	: Nombre des lits.
Qa	: Quantité annuelle d'hypochlorite.
Qé	: Débit entrant dans l'épaisseur.
Qj	: Débit d'hypochlorite nécessaire.
Qmoyj	: Débit moyen journalier.
Qmoyh	: Débit moyen horaire.
Qp	: Débit de pointe.
Q(O2)	: Quantité d'oxygène nécessaire dans le bassin.
Q(O2) h	: Quantité d'oxygène horaire.
Q(O2) j	: Quantité d'oxygène journalière.
Q(O2) p	: Quantité d'oxygène en cas de pointe.
Rc	: Taux de recirculation des boues.
S	: Surface de passage de l'effluent.
Sh	: Surface horizontale.
Su	: Surface unitaire du lit de séchage.
S0	: Concentration en DBO5 à l'entrée du bassin d'aération.
S1	: La concentration des boues à l'entrée de l'épaisseur.
S2	: La concentration des boues à la sortie de l'épaisseur
Sf	: La concentration en DBO5 à la sortie du bassin d'aération.
T	: Température.
Td	: Période diurne.
Ts	: Temps de séjour.
V	: Vitesse de l'écoulement.
Va	: Vitesse ascensionnelle des particules.
Ve	: Vitesse du passage des particules.
Wa	: Puissance de brassage.
Wab	: Puissance absolue.

Wm : Puissance de brassage et de maintien des solides en suspension.
X : Masse bactérienne.
Xa : Concentration des boues dans le bassin.
Xdur : Quantité des matières sèches non dégradables.
Xr : Concentration des boues recyclées.
Xt : Masse des boues dans le bassin.
 α : Angle d'inclinaison de la grille.
 β : Fraction de surface occupée par les barreaux.
 β_0 : Coefficient de forme.
 η_{ep} : Rendement de l'épuration..
DRE : Direction des Ressources en Eau.
PDAU : Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme.
RGPH : Recensement Général de la Population et de l'Habitat
ONA : Office National de l'Assainissement.
ONM : office national de météorologie.
STEP : STation d'EPuration.
THC Bella : Technique Hydraulique et Construction.

ملخص:

إن حماية الموارد المائية والصحة العامة جعل تركيب وحدة معالجة المياه منطقة سيدي مروان (ولاية ميله) أكثر من اللازم بسبب خطر التلوث الذي تسببه على سد بني هارون. عملنا هذا سمح لنا بحساب حجم محطة التطهير والتي تعمل بالحمئة ضعيفة نشاط الحمولة في أفق 2030
محطة التطهير لسيدي مروان ذات قدرة معالجة لما يكافئ 205500 نسمة كما سمح هذا العمل بإجراء دراسة اقتصادية لتقييم تكلفة المحطة وقد بلغ ثمن الإنشاء حوالي 1535432445 دح
الكلمات المفتاحية: محطة النصفية المياه المستعملة- حمأة ضعيفة النشاط – مياه الصرف الصحي- وصف وتقييم .

Résumé :

La protection des ressources en eau et de la santé publique rendent l'installation d'une station d'épuration pour la région de Sidi Marouane (W.Mila) plus que nécessaire vu le danger de pollution qui causé par les eaux usées sur la plaine de Beni Haroun notre travail, permet d'étudié les dimensionner la STEP par un procédé à faible charge pour les horizons 2030.
La station d'épuration pour la région de Sidi Marouane avec capacité d'analyse de 205500 équivalents habitant , Une étude économique a permis d'évaluer le cout des investissements de la STEP, celui-ci s'est élevé à 1535432445 DA

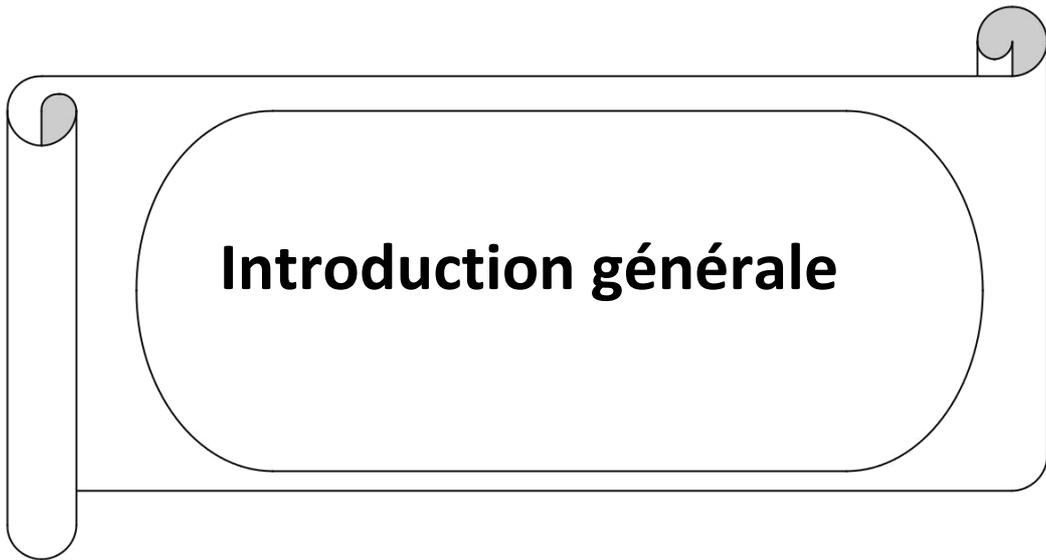
Mots clés : STEP, boues activées, eaux usées, description, Abstract.

Abstract:

Protection of water resources, environment, and public health make installation of purification plant in Sidi Marouane (W. Mila) more than necessary because of the danger of pollution it causes on the plain Beni Haroun. Our work we sized the treatment plant waste water by activated sludge with weak charge skyline 2030, the station liquidation of Sidi Marwan absorptive on 205500 breeze.

An economic study to evaluate the cost of investments in STEP, it amounted to 1535432445 DA

Keywords: WTP, weak sludge's, waste waters, description, sizing.



INTRODUCTION GENERALE

La réutilisation et le recyclage des eaux usées sont essentiels au développement de politiques solides de gestion durable de l'eau et de l'environnement. En Algérie, la réutilisation des eaux usées est un élément essentiel de développement, car elle assure une ressource alternative durable en eau, la réduction de la pollution de l'environnement et la protection de la santé publique. Le développement et mise en œuvre d'une stratégie globale de gestion intégrée de l'eau avec réutilisation des eaux usées sont les seules voies possibles pour éviter l'augmentation du déséquilibre entre l'alimentation limitée et la croissance rapide de la demande, ainsi que la dégradation importante de l'environnement, l'exploitation poussée des nappes souterraines et l'accroissement de leur pollution.

La réutilisation de l'eau est un domaine en pleine expansion, principalement associé à l'agriculture. Dans les pays où les réserves actuelles d'eau douce sont ou seront prochainement à la limite du niveau de survie, le recyclage des eaux usées est la seule alternative significative peu coûteuse permettant des réutilisations agricoles, industrielles et urbaines ne nécessitant pas une eau de qualité potable.

Mila est l'une des villes d'Algérie qui connaît une situation d'assainissement assez grave. Une majeure partie des eaux usées de la ville est rejetées dans le milieu naturel sans traitement préalable et les conséquences sont déjà visible (pollution et dégradation de la qualité des eaux, pollution de l'environnement, apparition des maladies à transmission hydrique, etc....).

Dans ce cadre, les efforts d'investissement de notre pays, fournis durant les années 70 ont permis l'émergence de très nombreuses stations d'épuration urbaines et industrielles. Cela démontre le noble objectif poursuivi, à savoir la préservation de la santé publique et du milieu naturel ainsi que la protection des ressources en eau potable tant superficielles que souterraines.

Face à cet état de lieux, la réalisation de certaine station s'avère plus qu'indispensable.

Toute fois cela reste toujours insuffisant devant le grand volume des eaux usées qui doit être épuré. D'un autre coté, il est temps de réfléchir à des systèmes d'épuration dont la gestion doit être simplifiée et qui doivent répondre à des besoins spécifiques temporaires et localisés.

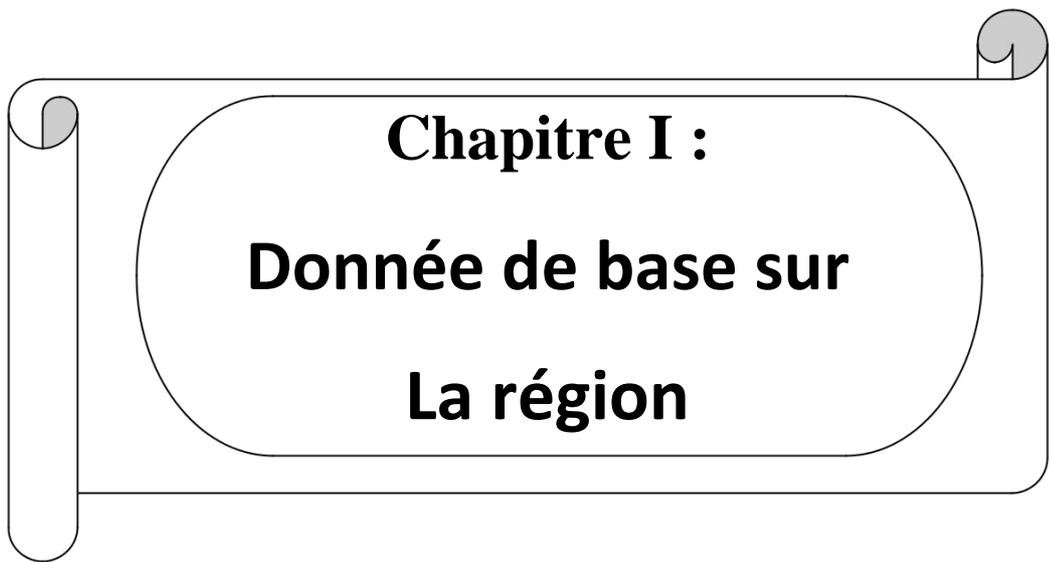
La présente étude porte sur la station d'épuration de la ville de Sidi Merouane wilaya de Mila Est Algérien.

L'objectif de notre étude parlé sur essential dimensionnement de cette station et son extension à l'horizon 2030.

Pour ce faire, nous avons structure notre travail comme suit :

- dans un première et deuxième chapitre, rappel bibliographique sur respectivement considérations générales sur la réutilisation des eaux usées ainsi que les modèles d'épuration des eaux usée est développe.

-
- Dans le troisième chapitre, Procèdes d'épuration des eaux usées
 - Dans le quatrième chapitre, nous somme intéressé aux analyses chimiques des eaux usées
 - Dans un cinquième chapitre, nous développons le dimensionnement de la station d'épuration.
 - Dans le sixième chapitre traitement des boues
- Enfin nous terminons par une conclusion générale et respectives et recommandations quant à la pouvant de ce travail.



Introduction :

Dans le présent chapitre, nous allons présenter la commune de Sidi Merouane : En indiquant sa situation géographique, démographie, ainsi que son climat.

I.1. La situation géographique de la commune de Sidi Merouane :

La commune de Sidi Mmerouane est située dans la partie Nord-est de la wilaya de Mila à environ 12km de chef-lieu, entre 6° 15'45" Est, et 36°31'18"Nord

La commune de SIDI Merouane a une superficie de 35 km². Elle est délimitée :

- La commune de chigara au nord.
- La commune de Mila au sud et au sud-est.
- La commune de Grarem gouga à l'est et au nord-est.
- La commune de terrai bainen à l'ouest et au nord-ouest.
- La commune de zeghaia au sud-ouest (voire figure I.1)

Terrai Bainen	Chigara	Grarem Gouga
Terrai Bainen		Grarem Gouga
Zeghaia	Mila	Mila



Figure I.1 : Situation géographique de la commune de Sidi Merouane [a]

I.2. Station d'épuration des eaux usées (STEP) de la ville de Sidi Merouane:

Est située à quelques encablures du barrage de Beni Haroune, sur la rive gauche du lac de Beni Haroune.

La station est implantée sur le territoire de la commune de Sidi Merouane sur 16 hectares environ, sa mise en service a été effectuée le 20/08/2009.

Celle-ci reçoit les eaux usées de Mila, Grarem, Ferdoua, Sidi Merouane, Ras El Bir, Annouch Ali, Sibari 1 et Sibari 2.

Les eaux traitées se déverser dans la cuvette du barrage, puis acheminées vers la station de traitement des eaux potables.

La station d'épuration des eaux usées de la ville Sidi-Merouane rassemble une succession de dispositifs, chaque dispositif est conçu pour extraire au fur et à mesure les différents polluants contenus dans les eaux usées.

La station fait partie des installations de protection de ce barrage de Beni Haroune. (voire figure I.2)



Figure II.2: Vue générale de la station de Sidi Merouane. [b]

I.3. Situation topographique :

Cette zone est caractérisée au terrain semi-plat direction vers la vallée avec un changement au niveau des altitudes internes, où l'altitude varie entre 150 à 625 m. (voire tableau I.1)

Tableau I.1 : Les coordonnées de la région (Google EARTH).

Nom de site	Coordonnée géographique (système géodésique international WGS 84)		
	Longitude	Latitude	Altitude
La région	6°15'45" EST	36°31'18"NORD	273m

I.4. La situation démographique :

Pour pouvoir déterminer les débits d'eaux usées d'origine domestique à traiter, il est nécessaire d'évaluer la population desservie et son évolution en fonction du temps. Pour

déterminer la population future, plusieurs méthodes donnent des relations plus ou moins approximatives selon les caractéristiques de la ville considérée.

Dans notre cas, nous avons opté pour la méthode dite à taux de croissance géométrique qui stipule que la croissance est directement proportionnelle à la population actuelle, soit :

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

Avec :

- P : population future à l'horizon considéré.
- P₀ : population à l'année de référence 2008.
- t : taux d'accroissement annuel de la population en %.
- n : nombre d'années séparant l'année de référence à l'horizon considéré.

Remarque :

Le nombre d'habitants pour l'année de recensement ainsi que le taux d'accroissement sont tirés au niveau de l'A.P.C de Sidi Merouane pour chaque agglomération (voire tableau I.2).

Tableau I.2: Evaluation de la population pour différents horizons

Année Population	2008 (Recensement)	2040 Moyen terme (t=1.5%)	2030 Moyen terme (t=1.5%)
Mila	69052	111196	95814
Sidi Merouane	23088	37179	32036
Grarem Gouga	42062	67733	58364
Totale	134202	216108	186214

La station est conçue pour traiter les eaux usées venues de la commune de Mila, Grarem Gouga, Sidi Merouane.

Les effluents traités sont destinés à être rejetés dans la cuvette du barrage de Beni Haroune. (voire photo I.1)



Photo I.1 : photo satellite ; situation géographique de la STEP de sidi merouane

I.5. Economie :

Commune à vocation agricole, Sidi Merouane Mila et Grarem gouga n'a aucune activité industrielle. Une station d'épuration d'une capacité de 20 657 m³ par jour a été inaugurée en 2009.

I.6. Situation climatique :

Les données enregistrées au niveau de la station de Mila s'étalant sur une période de vingt-cinq (25) ans permettent de définir le climat de cette zone comme étant pluvieux et humide en hiver, et sec en été.

I.6.1. Température :

La température maximale enregistrée en été est de 33°C et la température minimale enregistrée en hiver est e 3°C. La moyenne annuelle enregistrée est de 15,6°C. Le tableau (I.3) représente les différentes variations de température :

Tableau I.3 : Températures moyennes mensuelles. (1998/2005) (HAMALA.2015). [1]

Mois	Sep	Oct	Nev	Dec	Jan	Fév	Mas	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou
Tmin(c°)	15.9	12.1	7.6	4	3	3.1	5.1	7.2	16	15.8	18.7	19.3

Tmax(c°)	29.2	24.6	17.6	13.5	12.4	14.1	16.5	17.7	24	32.4	34.6	35
Tmoy(c°)	22.5	18.3	12.6	8.7	7.7	8.6	10.8	12.4	19.9	24.1	26.6	27.1

I.6.2. Pluviométrie :

Le centre de de la ville de Sidi Merouane est situé dans une zone où la pluviométrie moyenne annuelle est égale à 600mm.

La répartition des précipitations est très irrégulière sur l'échelle mensuelle.

Le mois le plus humide est janvier avec une hauteur des précipitations égale à 250,35mm suivi d'un maximum secondaire de 158,82mm au mois de décembre. Tandis que le mois le plus sec est le mois de Aout avec seulement 7,76mm.

Le tableau (I.4) représente les différentes variations de température :

Tableau I.4 : Répartition maximal mensuelle de la pluie. (1998/2005)
(HAMALA.2015).[1]

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	féb	Mar	avr	mai	Jui	Jui	Aou
Pmaxj(mm)	33.63	41.26	85.33	158.82	250.35	78.24	53.82	71.03	48.58	11.11	7.85	7.76

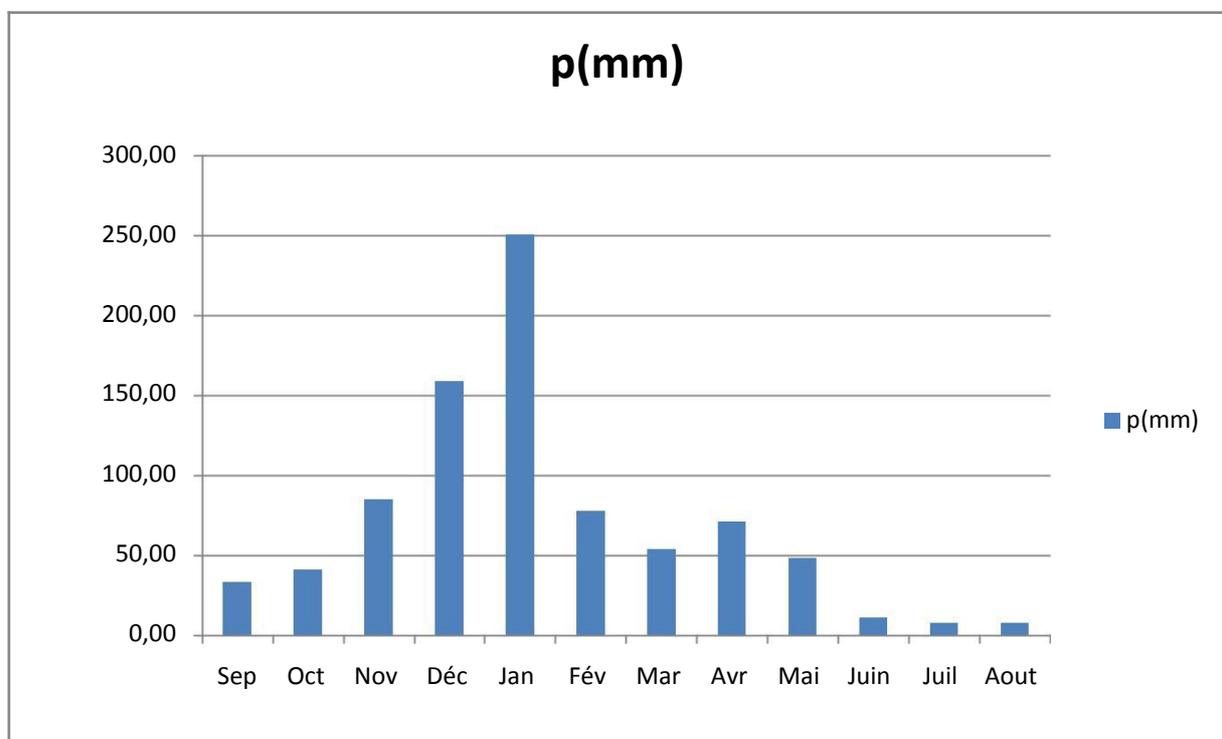
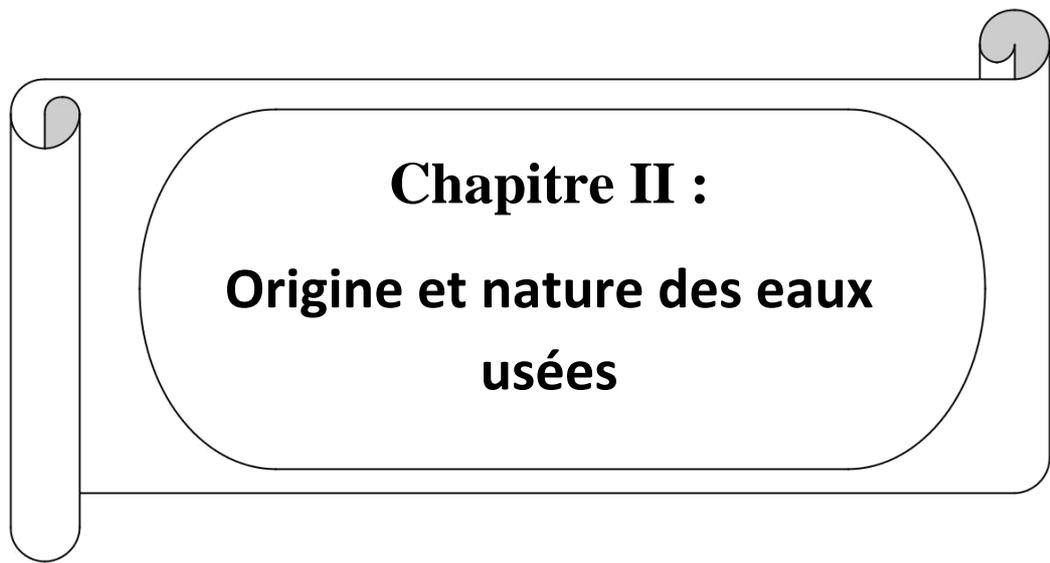


Figure I.3: Distribution mensuelle maximal interannuelle des précipitations (1998/2005)
(hamala.2015).

Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons défini les données nécessaires concernant la zone de Sidi Merouane, du point de vue topographique, climatologique, géographique ainsi que la situation démographique. Ces données vont nous servir de base pour l'élaboration du projet de l'épuration des eaux rejetées à l'exutoire de la zone d'étude.



Chapitre II :
Origine et nature des eaux
usées

Introduction :

On appelle réutilisation des eaux l'emploi nouveau des « eaux de deuxième main » pour un usage différent de celui de son premier emploi grâce à des actions volontaires.

La réutilisation peut être réalisée de manière directe ou indirecte :

- La réutilisation directe correspond à l'emploi immédiat des eaux déjà utilisées, après épuration, sans passage ni dilution de ces eaux dans le milieu naturel,
- La réutilisation indirecte correspond à l'emploi, sous forme diluée, des eaux déjà utilisées, après leur rejet et dilution dans le milieu naturel.

La définition stricte de la réutilisation exclut donc le recyclage. Il s'agit, dans ce cas d'une réutilisation interne des eaux dans un cycle de production dans le but du contrôle de pollution et de l'économie des ressources en eau. Le recyclage est en conséquence l'affaire de l'utilisation initiale.

La réutilisation des eaux sert à des usagers nouveaux par rapport aux usagers initiaux. Le nouvel usage nécessite en général un traitement des eaux pour les ramener à une qualité satisfaisante et compatible avec l'usage envisagé.

II.1- LES MOTIFS

Les motifs pour le développement des systèmes de réutilisation peuvent être très variés, suivant le contexte local :

- Absence d'exutoire pour les effluents collectés,
- Absence ou déficit de ressource en eau et, en conséquence, besoin de mobiliser des ressources supplémentaires,
- Protection de l'environnement et des milieux récepteurs,
- Utilisation des eaux usées comme source d'éléments fertilisants et leurs applications pour améliorer les sols et la production agricole.

II.2- LES USAGES POSSIBLES :

Théoriquement, on peut utiliser les effluents des villes pour de nombreux usages :

- Irrigation / Agriculture
- Recharge des aquifères
- Industrie
- Usages municipaux (lavage de chaussées, arrosage)
- Loisirs (baignades, navigation / plaisance, pêche)
- Eau de boisson.

II.3- LES CONTRAINTES :

La réutilisation des eaux de deuxième main nécessite, comme pour les eaux naturelles, une collecte, un traitement, un transport et une distribution.

La collecte est faite par le réseau d'assainissement. Le traitement avant réutilisation doit être rajouté ou complété pour adapter la qualité des eaux et la rendre compatible avec l'usage envisagé.

Les problèmes posés par le transfert après traitement au point d'usage et la distribution des eaux de deuxième main mais son de même type que pour les eaux naturelles.

Les contraintes principales sont alors posées par les risques sanitaires, l'adaptation en qualité aux usages envisagés et les obstacles psychologiques et culturels attachés à des eaux réputées dangereuses.

Les exemples connus d'utilisation sauvage des eaux usées sous la pression de la pénurie d'eau montrent l'importance des normes de l'hygiène et de leur respect.

Les risques sanitaires peuvent être liés à l'accumulation de germes et pollution dans la nourriture, mais également au contact direct avec une eau de moindre qualité. Surtout en cas de pénurie d'eau, la gestion de ce problème s'avère difficile.

Un traitement des eaux adapté au préalable peut réduire fortement les risques sanitaires. de plus, la mise en place d'un système de suivi et de contrôle est indispensable pour tout système de réutilisation.

Une solution souvent retenue est l'utilisation des eaux de deuxième main pour des usages avec un risque sanitaire réduit (irrigation d'arbres,...)

Un autre obstacle technique à surmonter est la différence entre la modulation des rejets et celle de la réutilisation. Par exemple, les effluents urbains sont quasi constants durant l'année, alors que les usages en agriculture dépendent largement des saisons et s'arrêtent complètement pendant certaines périodes.

La mise en place de dispositifs de stockage peut constituer une solution à ce problème ; une deuxième solution peut être un exutoire différent pour une partie des eaux ou pour certaines périodes.

II.4- CARACTERISTIQUES DES EAUX USEE :

Un nombre de conditions sont à réunir pour envisager une utilisation planifiée et contrôlée des eaux usées, Il s'agit avant tout de connaître les caractéristiques des eaux usées et les procédés d'épuration à appliquer.

II.4.1- Origines des eaux usées :

Les eaux usées proviennent de trois sources principales :

II.4.1.1-Eaux usées urbaines :

Les eaux usées urbaines comprennent :

- Eaux usées domestiques (eaux de cuisines, de vannes) ;
- Eaux de ruissellement (eaux de pluie et de lavage des chaussées) :

Ces eaux sont caractérisées par la présence des matières en suspension en grande majorité ainsi que des hydrocarbures provenant de la circulation automobile.

II.4.1.2-Eaux usées agricoles (Eaux de drainages et de rejets des fermes) :

Ces eaux sont caractérisées par la présence de forte concentration de pesticides et d'engrais. Elles ont une valeur fertilisante très importante.

II.4.1.3- Eaux usées industrielles :

Les eaux usées industrielles sont celles qui proviennent des diverses usines de fabrication ou de transformation. Elles contiennent des substances (organiques ou minérales corrosives ou entrantes), ces substances sont souvent odorantes et colorées, et éventuellement des matières toxiques qui peuvent rompre l'équilibre écologique des milieux récepteurs. Les eaux évacuées par les industries sont :

- Les eaux de fabrication qui dépendent de la nature de l'industrie ;
- Les eaux de lavage des machines ;
- Les eaux de refroidissement qui dépendent du taux de recyclage.

Les usages industriels ont le choix entre trois possibilités :

- Soit déverser leurs effluents directement dans le réseau d'égouts si l'autorisation leur été donner par la commune ;
- Soit traiter entièrement leurs effluents avant de les rejeter directement dans le milieu naturel récepteur ;
- Soit effectuer un prétraitement en usine avant le rejet dans le réseau d'égouts.

II.4.2- Importance de rejets :

L'importance des rejets urbains dépend de certains facteurs notamment :

- Du type de réseau ;
- Des industries raccordées ou non au réseau ;
- La taille de l'agglomération.

II.4.2.1- Le type de réseau :

Les principaux systèmes de collecte utilisés en assainissement sont

- Le système unitaire qui reçoit dans les mêmes canalisations les eaux usées et les eaux pluviales.
- Le système séparatif comportant deux réseaux de canalisation différents, l'un pour les eaux pluviales et l'autre pour les eaux usées ;
- Le système pseudo-séparatif, actuellement peu préconisé dans la conception d'un nouvel équipement, est un système dans lequel, on divise les apports d'eaux pluviales en deux parties.

II.4.2.2-Le raccordement des industries :

Le raccordement des industries aux égouts urbains permet d'obtenir le mélange nécessaire d'eau usée urbaine et industrielle, ce qui présente des avantages, aussi bien pour l'usine que pour la municipalité.

Néanmoins, la capacité de réception du réseau d'assainissement, la qualité des eaux résiduaires, imposent certaines limites au raccordement à l'égout.

II.4.2.3- La taille de l'agglomération :

Le volume d'eaux usées rejeté par habitant par jour va généralement croissant avec la taille de l'agglomération par suite de certaines différences d'habitudes de vie, le niveau de développement et suivant le mode de tarification de la consommation d'eau potable.

II.5- EVALUATION DE LA POLLUTION :

II.5.1-Définition de la pollution :

La pollution est toute substance physique, chimique ou biologique rejetée dans une eau naturelle qui perturbe l'équilibre de cette eau, et induit d'importantes nuisances : mauvaise odeurs, des fermentations inconforts divers, risques sanitaires qui se répercutent, à court terme ou à long terme, sur notre organisme, à travers, la chaîne alimentaire de laquelle nous dépendons. [2]

II.5.2- Principaux polluants :

La composition des eaux usées est fonction de nombreux paramètres :

- Propriété physico-chimique de l'eau potable distribuée ;
- Mode de vie des usagers ;
- Importance et le type des rejets industriels.

D'une manière générale la pollution des eaux se manifeste sous les formes principales suivantes :

II.5.2.1-Pollution organique :

La pollution organique constitue la partie la plus importante, et comprend essentiellement des composés biodégradables. Ces composés sont de diverses origines :

D'Origine urbaine :

- Les protides (les protéines) : qui représentent tous les organismes vivant qui sont de nature protéique telle que les animaux, les plantes, les bactéries et même les virus. Ces protéines subissent une décomposition chimique au contact de l'eau (hydrolyse) en donnant des acides aminés.
- Les lipides (corps gras) : ce sont des éléments rejetés généralement par les eaux domestiques telles que les graisses animales, et les huiles végétales. Leur décomposition en milieu aérobie se traduit par une libération du CO_2 , et en anaérobiose, il y a formation de CO_2 et CH_4 ;
- Les glucides : à l'état simple, il s'agit des sucres alimentaires, le glucose, et à l'état complexe donnant les polysaccharides.

D'Origine industrielle :

Ce sont les produits organiques toxiques tels que les phénols, les aldéhydes, des composés azotés, les pesticides, des hydrocarbures, et les détergents.

II.5.2.2-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 sus-cités :

- Peuvent causer des problèmes sur l'organisme de l'individu ;
- Perturbent l'activité bactérienne en station d'épuration ;
- Affectent sérieusement les cultures. [2]

II.5.2.3-Pollution microbiologique :

Les eaux usées sont des milieux favorables au développement d'un très grand nombre d'organismes vivants, dont des germes pathogènes souvent fécaux.

Les germes pathogènes d'effluent hospitaliers, de lavage de linges et de matériels souillés, ainsi qu'au déversement de nombreuses industries agro-alimentaires (abattoirs, élevage agricoles,.....).

II.5.2.4-Métaux lourds :

La composition des eaux usées urbaines arrivant dans une station, ne peut que refléter d'une manière assez fidèle :

- La composition même des produits consommés par la population, (alimentations, les lessives, les savons....) ;

- La nature et la quantité des effluents industriels éventuellement rejetés à l'égout sans traitement au préalable à titre d'exemple, les composés du bore peuvent provenir des industries du verre, des ciments, des faïences, etc.....

Les métaux lourds se trouvent dans les eaux usées urbaines à l'état de trace. Des concentrations élevées sont en général révélatrices d'un rejet industriel accidentel ou volontaire.

II.5.3-Les principaux paramètres de pollution :

II.5.3.1-Les paramètres physiques :

- la température :

La température est un paramètre dont le contrôle est indispensable surtout en présence d'effluents industriels. Ce paramètre peut influencer sur la solubilité des sels, la concentration de l'oxygène dissout et sur l'activité microbienne.

- La conductivité :

Elle donne une idée sur la salinité de l'eau. Des variations de cette dernière peuvent influencer le traitement biologique et la décantation.

- Les Matières en suspension (MES) :

Elles représentent la partie solide de la pollution, les MES créent généralement une pollution et causent de sérieuses nuisances.

- Les matières volatiles sèches (MVS) :

Elles représentent la fraction organique des matières en suspension, elles constituent environ 70-80 % DE MES. [3].

- Couleur et odeur :

Dans les eaux usées brutes la couleur est due à la présence de matières organiques dissoutes ou colloïdes par des composés chimiques solubles qui sont colorés. L'odeur est due à une fermentation des matières organiques.

II.5.3.2-Les paramètres chimiques :

- Le PH joue un rôle capital dans le traitement biologique ; il doit être compris entre 6,5 et 8,5 pour une bonne performance du traitement. [3].
- Demande biologique en oxygène (DBO5) : elle définit la teneur en matière biodégradable de l'eau. [3].
- Demande chimique en oxygène (DCO) : elle permet la mesure globale des paramètres organique biodégradable et réfractaire.

- Le rapport DCO/DBO5 donne une estimation de la biodégradabilité des eaux usées. La notion de la biodégradabilité représente la capacité d'une substance ou non aptitude à être décomposée par les micro-organismes (bactéries, champignons...)

Ainsi sur la base de ce rapport, on peut établir le classement suivant:

-DCO/DBO5 <1.66: eaux résiduaires susceptibles d'être facilement traitées biologiquement.

1.66 < DCO/DBO5 <2.5: eaux résiduaires susceptibles de subir un traitement biologique.

2.5 < DCO/DBO5 <5: eaux résiduaires non susceptibles de subir un traitement biologique ou nécessitant une acclimatation préalable des micro-organismes impliqués [3].

- Eléments toxiques : la présence des métaux lourds (plomb, mercure, ...) et des substances toxiques (phénols) dans l'eau usées peut la rendre toxique, ils sont évalués par les tests biologiques.
- Les nutriments (Azote, phosphore) : le phosphore est présent dans les eaux usées sous forme de sels minéraux (ortho et polyphosphates) provenant surtout des poudres à lessives, et sous forme organique provenant des matières fécales.

Le tableau (II.1) montre les principaux paramètres de pollution d'une eau usée brut, les valeurs sont données qu'à titre indicatif pour fixer les ordres de grandeur.

Tableau II.1 : Caractéristique des eaux usées urbaines

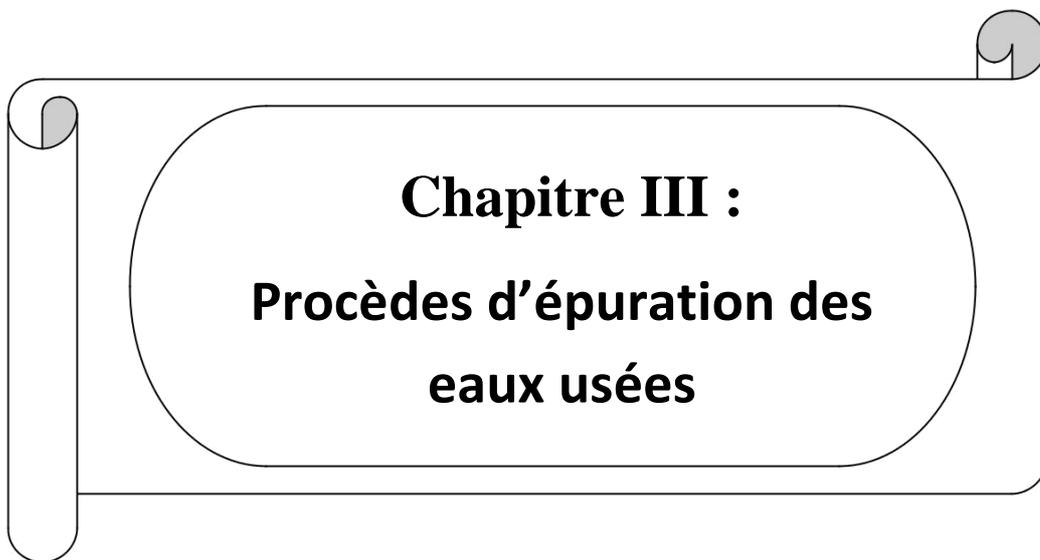
Eaux usées brutes		
Paramètres		Echelles de variation
PH		7,5 à 8,5
MES total	Mg/ l	150 à 500
DBO ₅	Mg/ l	100 à 400
DCO	Mg/ l	300 à 1000
DOT	Mg/ l	100 à 300
NTK	Mg/ l	30 à 100
N-NH ₄ ⁺	Mg/ l	20 à 80
N-NO ₂ ⁻	Mg/ l	<1
N-NO ₃ ⁻	Mg/ l	<1
Détergents	Mg/ l	6 à 13
P	Mg/ l	10 à 25

II.5.4- CONSEQUENCES SUR LE MILIEU RECEPTEUR :

Le rejet des eaux usées brutes perturbe l'équilibre du milieu récepteur, la quantité de pollution rejetée est devenu incompatible avec les capacités d'auto-épuration des cours d'eau et provoque des conséquences néfastes :

- Dégradation du milieu naturel ;
- Pollution des mers, des lacs et des cours d'eau ;

Risque de contamination des eaux souterraines.



Chapitre III :
Procèdes d'épuration des
eaux usées

Introduction :

Les eaux usées sont un milieu très chargé en matières polluantes nuisibles pour les êtres vivants et le milieu récepteur. Pour éviter toute pollution, l'eau usée doit être épurée avant son rejet ou sa réutilisation.

Généralement trois étapes de traitement doivent être respectées pour épurer une eau usée

1. Le traitement primaire.
2. Le traitement secondaire.
3. Le traitement tertiaire.

(voire Figure III.1)

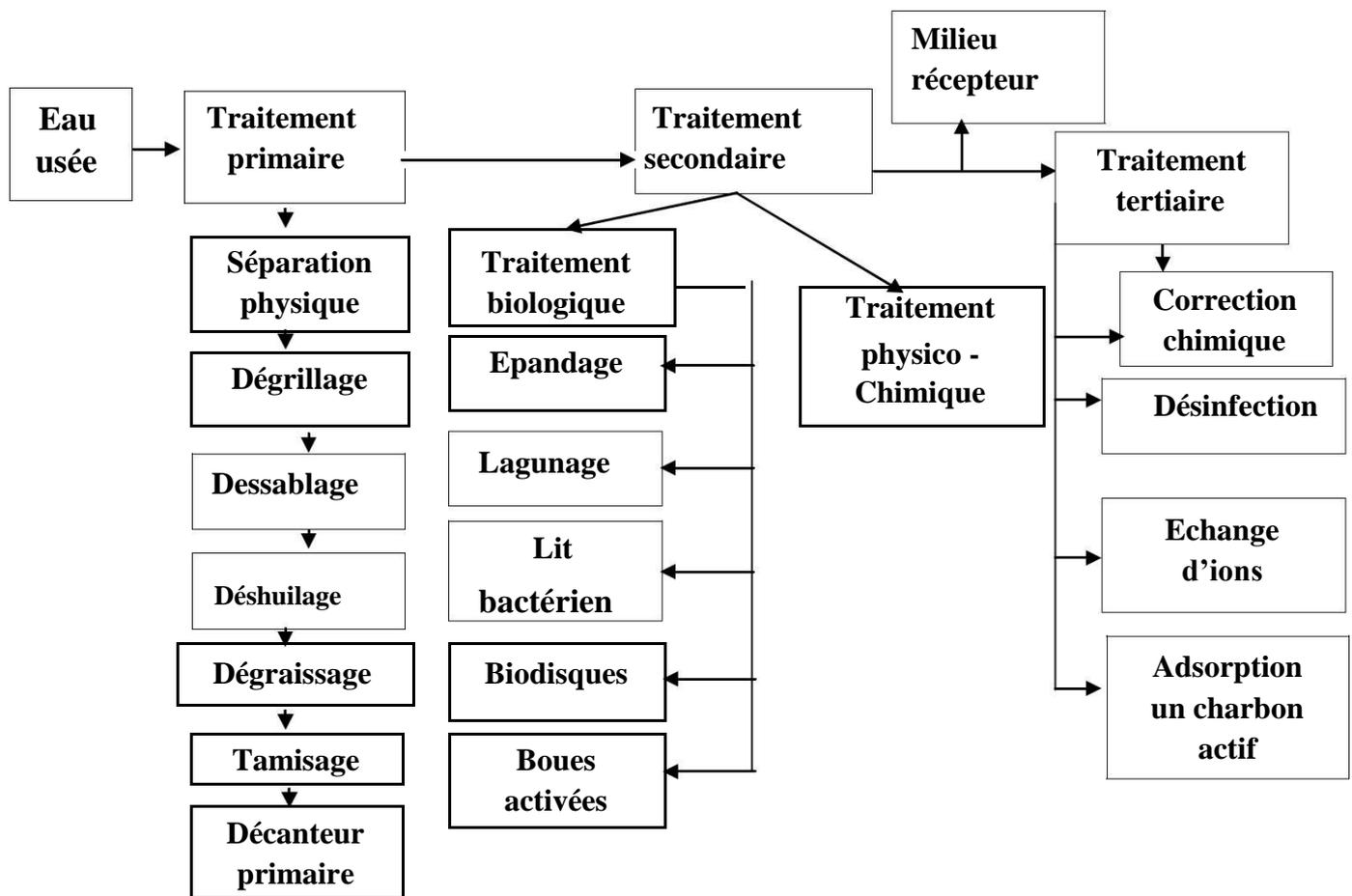


Figure III.1 : Schéma de la chaîne de traitement d'une eau usée [c]

III.1. Traitement primaire :

Les procédés du traitement primaire sont physiques, Ils sont réalisés souvent en deux parties : le prétraitement et une décantation primaire.

III.1.1. Le prétraitement :

Les prétraitements ont pour objectif d'éliminer les éléments les plus grossiers, qui sont susceptibles de gêner les traitements ultérieurs et endommager les équipements. Il comporte :

- Le dégrillage,
- La Dilacération,
- Le tamisage,
- Le dessablage,
- Le déshuilage et dégraissage,

a) Le dégrillage : consiste à faire passer les eaux usées à travers une grille (il en existe plusieurs types) dont les barreaux plus ou moins espacés, retiennent les éléments les plus grossiers. L'espacement est déterminé en fonction de la nature de l'effluent.

Le dégrillage est classé en trois catégories selon l'écartement entre barreaux de la grille :

- Un pré-dégrillage : espacement de 30 à 100 mm,
- Un dégrillage moyen : espacement de 10 à 25 mm,
- Un dégrillage fin : espacement de 3 à 10 mm. [4].

Il existe différents types de grilles selon la conception des fabricants et la nature de l'effluent à traiter. On distingue :

- **Les grille manuelles :** elles sont cependant réservées aux petites stations (<5000 habitants). Généralement inclinées par rapport à l'horizontale (60° à 80°), le nettoyage s'effectue manuellement à l'aide d'un râteau.
- **Les grilles mécaniques :** Au-delà de 2000 équivalents habitants la station doit être équipée de grilles mécaniques. Les grilles mécaniques sont classées en deux catégories :
- **les grille droites :** fortement relevées (inclinaison de 80°), elles sont conçues avec des dispositifs de nettoyage différents tel que :
 - Des râtaux ou des peignes ;
 - Des brosses montées sur chaîne sans fin. [4]

(voir figure III.2) donne un exemple de grille droite :

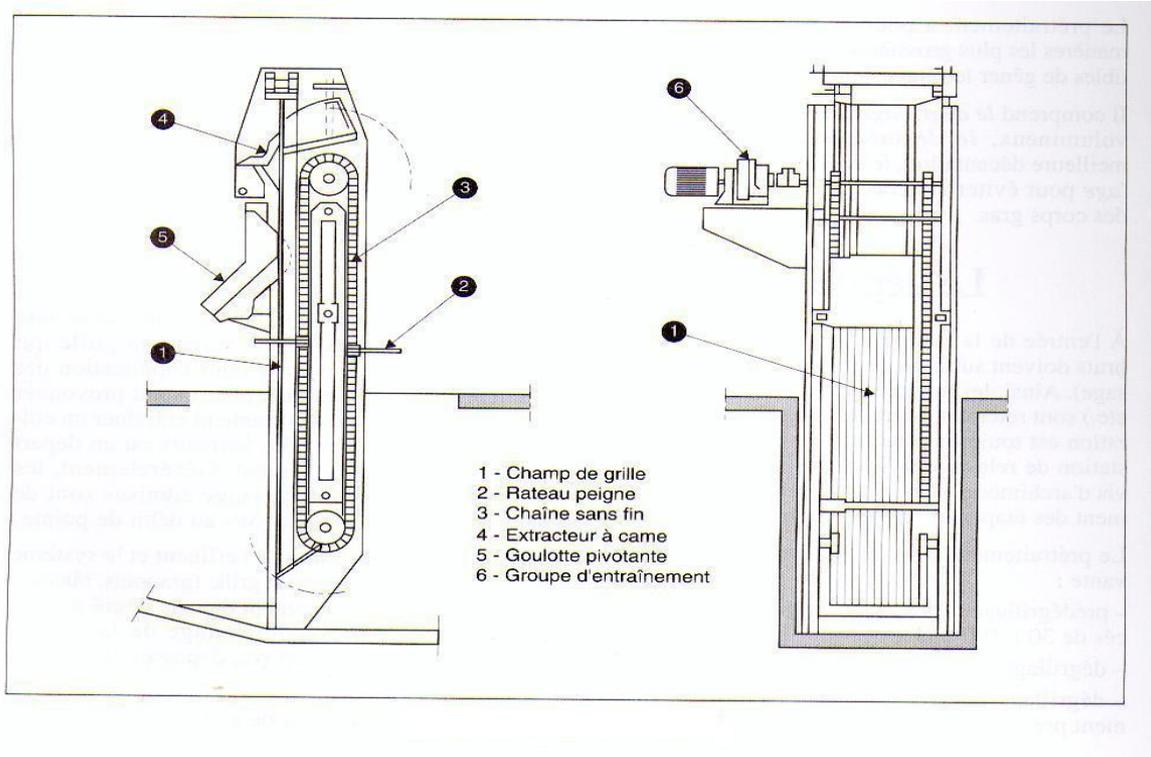


Figure III.2 : grille mécanique droite. [c]

Les Grilles courbes : ces grilles sont conçues pour traiter les eaux d'une station traitant 10 à 5000 m³/h. constituées de barreaux en fer plat formés en quart de cercle, elles sont nettoyées par un double râteau tournant ou encore par un système de bielles appliquées contre la grille. (voir figure III.3)

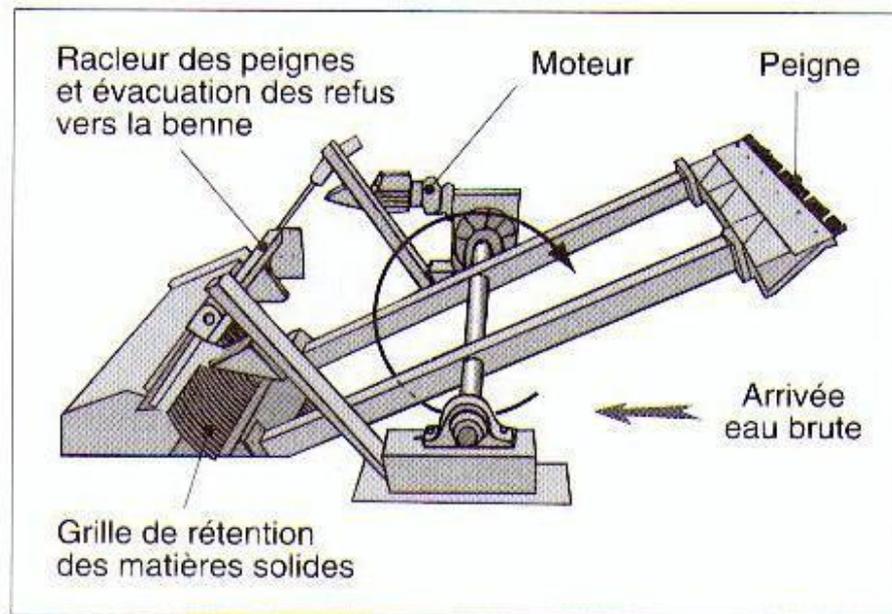


Figure III.3: Grille mécanique courbe. [c]

b) Dilacération : il s'agit d'une opération de broyage des déchets qui sont évacués avec l'eau brute. Ce système nécessite beaucoup d'impératifs liés à la nature des déchets, et à l'efficacité de ce traitement. Les broyeurs sont deux de types :

- broyeurs à marteau,
- tambours à râteau. [4]

c) Tamisage : le tamisage est en fait un dégrillage poussé et consiste en une filtration sur toile mettant en œuvre des mailles de différentes dimensions (0,1 à 4mm).

Trois principales fonctions du tamisage peuvent être mentionnées

- La récupération de déchets recyclables ;
- La protection de canalisations et des pompes ;
- La limitation des risques de dépôts et de fermentation. [4]

d) Dessablage : l'élimination des sables présents dans l'effluent brut est indispensable si on veut protéger les conduites et les pompes contre la corrosion et aussi éviter le colmatage des canalisations par une sédimentation au cours du traitement, et éviter de perturber les autres stades de traitement en particulier le réacteur biologique.

Il existe divers types de dessableurs. On citera :

- Les dessableurs à couloir (ou canal de dessablage) ;
- Les dessableurs carrés ;
- Les dessableurs aérés ;
- Les dessableurs circulaires. [4]

e) **Déshuilage et dégraissage** : c'est une opération destinée à réduire les graisses et les huiles non émulsionnées par simple sédimentation physique en surface.

Il est évident que les huiles et graisses présentent de multiples inconvénients dans le traitement biologique ultérieur, tel qu'une mauvaise diffusion de l'oxygène dans le floc bactérien, le bouchage des pompes et canalisation et une acidification du milieu dans le digesteur anaérobie avec toutes les conséquences que cela peut représenter.

III.1.2. La décantation primaire :

La décantation consiste à faire traverser l'influent à faible vitesse, à travers un bassin de façon à ce que les matières en suspension puissent sédimenter. Le profil du fond de ce bassin est conçu pour permettre le rassemblement et la reprise de la suspension obtenue et des boues déposées par raclage permanent et pompage.

Le processus de décantation réside dans l'utilisation des forces de gravité pour séparer une particule de densité supérieure à celle du liquide jusqu'à une surface ou une zone de stockage. (voir figure III.4) [4]

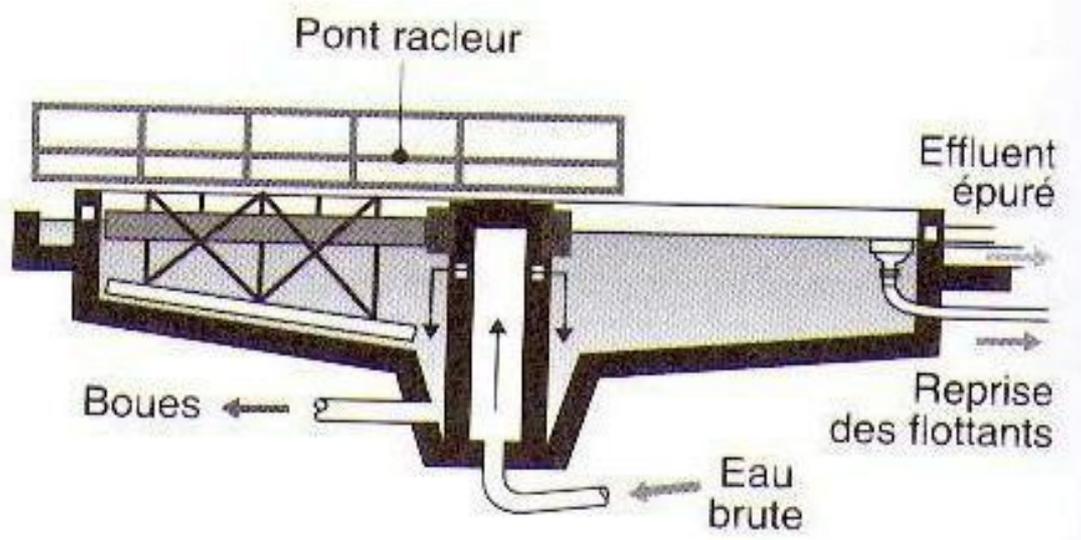


Figure III.4 : Schéma d'un décanteur primaire. [d]

III.2. Traitement secondaire :

A ce niveau, le traitement permet de se débarrasser des impuretés présentes sous forme solubles ou lorsque leur taille ne permet pas d'être piégés dans le traitement primaire.

On distingue deux types de traitement :

- Le traitement physico-chimique ;
- Le traitement biologique. [5]

III.2.1. Traitement physico-chimique :

Le traitement physico–chimique est le procédé le mieux adapté aux variations saisonnières de la charge polluante ou à l'existence des matières toxiques.

Le traitement physico–chimique passe par trois opérations principales :

- Une coagulation ;
- Une floculation ;
- Une décantation ou une flottation. [5]

Le tableau III.1 qui suit donne les principaux avantages et inconvénients de traitement physico chimique.

Tableau III.1. Avantages et inconvénients du traitement physico–chimique

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> – Réponse immédiate aux variations de charge ; – Capacité des installations, meilleure intégration au site ; – Bonne élimination de la pollution toxique ; – Déphosphatation simultanée 	<ul style="list-style-type: none"> – Plus grande quantité de boues produites ; – Le coût élevé occasionné par les réactifs ; – Rendement d'épuration inférieur à l'épuration biologique ; – Risque de coloration (sels de fer sur eaux septiques).

III.2.2. Traitement biologique :

Les techniques d'épuration biologique utilisent l'activité des bactéries dans l'eau, qui dégradent la matière organique. Ces techniques peuvent être anaérobies, c'est-à-dire se déroulant en absence d'oxygène, ou aérobies c'est à dire nécessitant un apport d'oxygène. Parmi les traitements biologiques, on distingue les procédés biologiques extensifs et les procédés biologiques intensifs. [6]

III.2.2.1. Les procédés extensifs :

Les traitements extensifs sont souvent préférés aux traitements conventionnels pour assurer l'épuration des eaux usées des petites et moyennes collectivités. La raison de cette préférence est leur fiabilité, la simplicité de leur gestion et la modestie des coûts de fonctionnement.

Parmi ces procédés on distingue :

a) L'épandage :

C'est le procédé le plus ancien, Il consiste à déverser directement sur un sol perméable des eaux usées, où les granulats constituant le sol sont alors un matériau de support de micro-organismes, ces derniers servent à dégrader la matière organique. Ce procédé peut être dangereux dans la mesure où les eaux qui s'infiltrent à travers le sol peuvent contaminer les nappes. [4]

L'épuration par épandage présente un certain nombre de risques tel que L'intoxication à travers la chaîne alimentaire, la contamination des nappes et le risque de colmatage des sols.

Elle présente par contre l'avantage d'être un procédé simple et très économique. N'exigeant pas de grands moyens de mise en œuvre ou d'exploitation et permettant la fertilisation des sols pauvres par un apport de substances nutritives contenues dans l'effluent.

b) Le lagunage :

On distingue principalement deux types de lagunage :

- Le lagunage naturel ;
- Le lagunage aéré.

Le lagunage naturel est un procédé de traitement des eaux usées fondé sur un écosystème constitué principalement d'algues et des bactéries aérobies et anaérobies. Le rayonnement solaire est utilisé comme source énergétique pour la production de l'oxygène par photosynthèse par les algues microscopiques.

Ce type de lagunage se caractérise essentiellement par un temps de séjour très élevé des effluents, plusieurs dizaines de jours et par des mécanismes de fonctionnement biologique fortement liés à la température et aux saisons, Les principaux processus sont :

- La décantation des MES, digestion anaérobie des matières décantées,
- L'oxydation des matières organiques biodégradables par les bactéries hétérotrophes,
- La synthèse des algues elle-même productrice d'oxygène,

L'élimination de la DBO5 est significative mais une partie importante de la DCO incidente se retrouve dans les effluents du lagunage sous forme d'algues.

Dans le lagunage aéré, un rapport supplémentaire d'oxygène nécessaire à l'assimilation des matières organiques par les bactéries est fourni par brassage en surface grâce à des aérateurs mécaniques.

Le lagunage naturel présente les avantages suivants

- Il est bien adapté au réseau unitaire (charge hydraulique - dilution) ;
- Les coûts d'investissement et d'exploitations limités (en absence de forte contrainte d'étanchéification) ;
- Une bonne intégration dans l'environnement ;
- Une bonne élimination des germes pathogènes ;
- Pas de raccordement électrique;
- Une bonne élimination de l'azote (70 %) et du phosphore (60 %).

Par contre, il présente les inconvénients suivants :

- Une emprise au sol importante ;
- Des contraintes de nature du sol et d'étanchéité ;
- Une variation saisonnière de la qualité de l'eau traitée ;
- Des nuisances en cas de défaut de conception et/ou d'exploitation (rongeurs, odeurs, moustiques) ;
- Une élimination de l'azote et du phosphore incomplète ;
- Des difficultés d'extraction des boues ;
- Adapter à des tailles supérieures à 100 équivalents habitant ;

- Il n'y a pas de réglage possible en exploitation ;
- Une sensibilité aux effluents septiques et concentrés. [4]

III.2.2.2. Les procédés intensifs :

a) Le lit bactérien :

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

Les eaux à traiter ruissellent à la surface de la pellicule biologique qui prolifère sur le support, celle-ci renferme une forte concentration de bactéries et de champignons.

Ces organismes absorbent et métabolisent la matière organique de l'effluent. [4]

La figure III.5 donne le schéma d'un lit bactérien

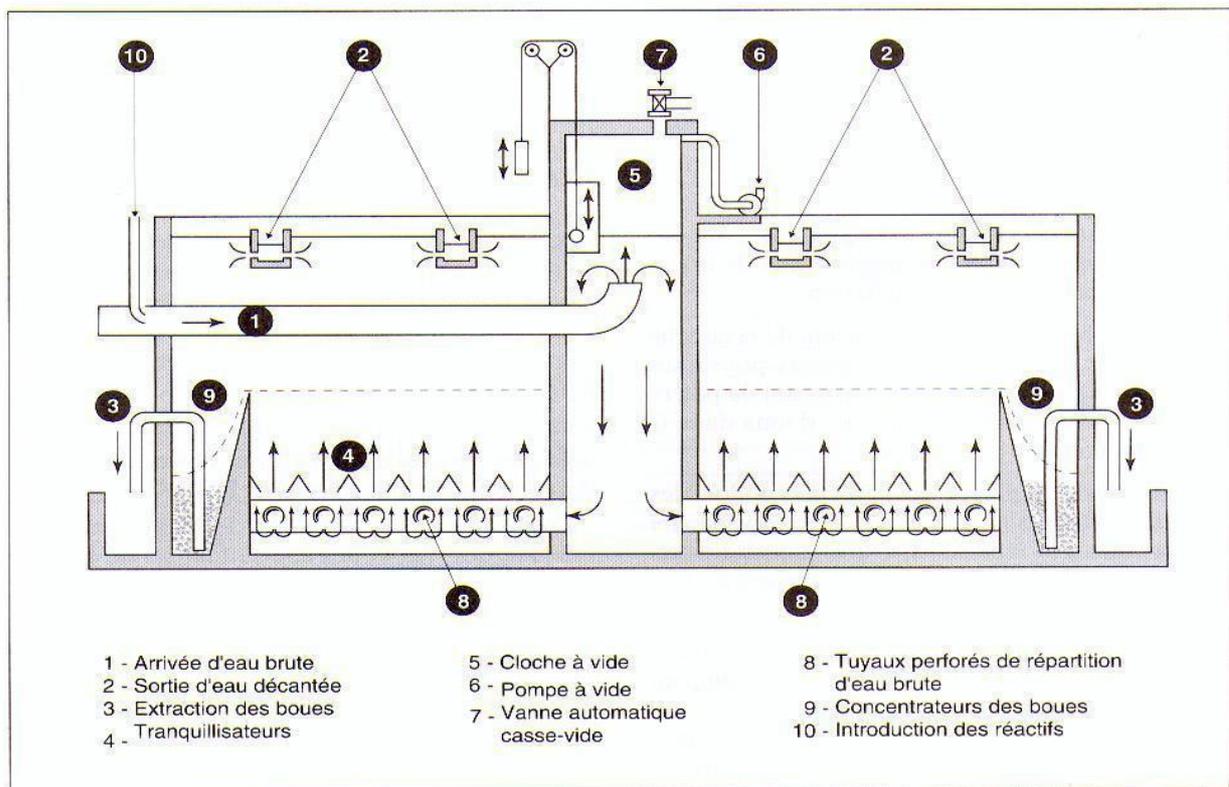


Figure III.5 : Le lit bactérien. [d]

Avantages et inconvénients du lit bactérien :**• Avantage :**

Un bon rendement est atteint avec un choix convenable du matériau et des dimensions des pores (augmentation de la surface spécifique). Les lits bactériens sont aussi performants dans le cas d'effluents urbains ou dans le cas de certaines industries spécifiques (parfumeries, agro-alimentaires), l'exploitation d'une station à lits bactériens reste très simple et il n'y a pas de gestion de stock de boues.

• Inconvénients :

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

On enregistre de plus, de fréquentes odeurs liées au changement de saisons. [4]

b) Le disque biologique :

Dans le procédé à biodisque, le support est constitué par des disques parallèles régulièrement espacés sur un axe horizontal, tournant à faible vitesse et immergés sur la moitié de leur hauteur. Ce mouvement induit une oxygénation de la culture pendant la période d'immersion.

Les performances de ce procédé sont liées à :

- La profondeur d'immersion des disques (généralement deux mètres) ;
- La vitesse de rotation de l'arbre qui doit être optimale pour permettre une aération et une fixation des bactéries convenable ;
- La température qui doit être comprise entre 15 et 29°C. (voire figure III.6)

Avantages et inconvénients :**• Inconvénients :**

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

• Avantages :

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

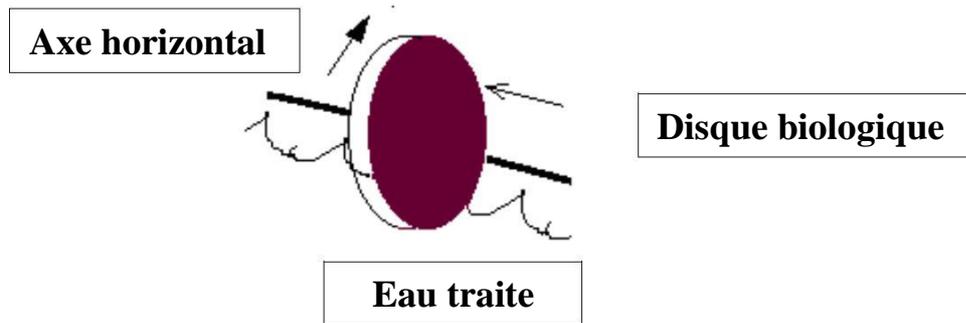


Figure III.6: disque biologique

III.3. Epuration biologique par les boues activées :

III.3.1. Définition :

L'épuration par les boues activées est un procédé dont l'objectif est de reproduire , à l'échelle industrielle , les mécanismes du pouvoir auto épurateur des eaux naturelles du surface (lacs , rivière ,...etc.)

Cette appellation de boues activées trouve son origine dans l'observation lors d'une aération suffisante des eaux, de dépollution. [2]

III.3.2. Principe :

Ce traitement a pour but d'éliminer les matières organiques biodégradables (solides, colloïdales ou dissoutes) contenues dans une eau usée par l'action de micro-organismes, essentiellement des bactéries, en présence d'oxygène dissous.

De plus, il peut (dans la mesure où il est conçu pour cela) transformer l'azote organique et ammoniacal en nitrates (nitrification)

Le procédé consiste à alimenter un bassin brassée et aérée (bassin d'aération appelle généralement bassin décantation) avec l'eau à épurer (effluent préalablement prétraité et décanté) L'aération peut être assurée en surface par des turbines, ou par le fond par des procédés de rampe de distribution de bulles d'air. Une culture bactérienne, dispersée sous forme des flocons (boues activées) se développe et forme avec l'eau usée une liqueur mixte. Après un temps de contact suffisant , permettant la fixation et l'assimilation de la matière organique , cette liqueur mixte est envoyée dans un clarificateur (ou décanteur secondaire) ou s'effectue la séparation de l'eau épurée et des boues .Les boues décantées sont réintroduites en partie dans le bassin d'aération (recirculation des boues) pour maintenir un équilibre constant entre la quantité de pollution à traiter et la masse de bactéries épuratrice .les boues sont évacuées du système vers le traitement des boues (extraction des boues en excès) . (Voir figure III.7) [2]

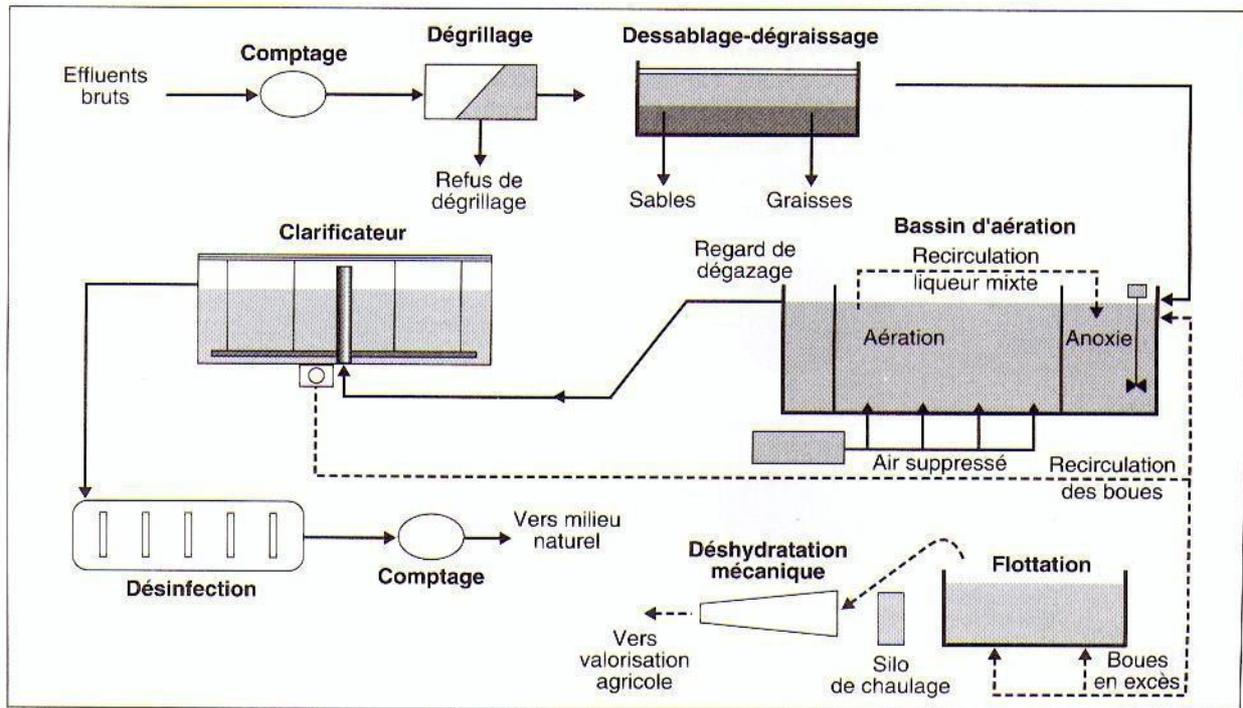


Figure III.7: Epuration biologique : schéma de principe de l'épuration par boues activées. [e]

III.3.3. Charge d'une installation :

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

$$C_m = \text{DBO}_5 \text{ (entrée (kg/j))} / \text{kg MVS dans l'aérateur.}$$

On distingue les systèmes :

- A oxydation totale (aération prolongée)..... $0,05 < C_m < 0,1$
- à faible charge (kgDBO₅/kg boues .j)..... $0,1 < C_m < 0,2$
- à moyenne charge (kgDBO₅/kg boues .j)..... $0,2 < C_m < 0,5$
- à forte charge (kgDBO₅/kg boues .j)..... $0,5 < C_m < 1$
- à très forte charge (kgDBO₅/kg boues .j)..... $1 < C_m < 5$

Ces limites sont évidemment approximatives et variable avec les auteurs. [7]

La charge volumique est intéressante pour le dimensionnement rapide des bassins d'aération, elle n'a aucune signification biologique.



Avantages et inconvénients du procédé à boues activées :

- **Avantages :**

Le procédé à boues activées permet de réduire le temps de séjour de la pollution ainsi que les surfaces du terrain utilisé. Il offre l'avantage d'une recirculation de la culture bactérienne ce qui conduit à un enrichissement du bassin par les micro-organismes épurateurs.

- **Inconvénients :**

Les installations à boues activées sont très coûteuses vu l'équipement qu'elles comportent (ouvrages en béton, ouvrages métalliques, appareillages électromécaniques...). L'exploitation de ce type de station exige un personnel qualifié et une vigilance permanente, le bon rendement repose sur le bon fonctionnement des aérateurs.

III.3. Traitement Tertiaire :

La réutilisation de l'eau traitée pour l'agriculture, la potabilisation ou encore pour le rejet au milieu naturel peut exiger des traitements épuratoires encore plus poussés. Il s'agit notamment de :

- L'élimination de la pollution azotée ;
- L'élimination de la pollution phosphorée ;
- La désinfection.

III.3.1. L'élimination de la pollution azotée :

L'azote contenu dans les eaux urbaines s'élimine par voie biologique simultanément à la pollution carbonée à condition que les paramètres de dimensionnement des ouvrages soient définis en conséquence.

La pollution azotée :

L'azote existe dans la nature sous différentes formes qui revêtent chacune un caractère bien spécifique.

- L'azote organique, constituant des cellules vivantes ;
- L'azote ammoniacal, résultant de la minéralisation du précédent ;
- L'azote nitreux, les nitrites, forme chimique instable ;
- L'azote nitrique, les nitrates, forme stable oxydée ;
- L'azote gazeux, largement présent dans l'air.

Ces différentes formes de l'azote se trouvent dans les eaux usées et au cours de leur traitement.

Les eaux usées sont obtenues à partir de l'eau distribuée, le plus souvent potable, dans laquelle la forme d'azote majoritaire est constituée par les nitrates. Parfois même, les valeurs guides ou même les limites généralement admises peuvent être dépassées. La valeur limite de 50 mg/l de nitrates exprimés en NO_3 correspond à environ 11,3 mg/l d'azote sous forme nitrique.

Mais, cette eau propre est destinée à être usée, et dans la plupart des cas, pour peu que le réseau d'assainissement soit assez long comme le cas de notre zone d'étude.

Dans ce cas on ne trouve plus guère de traces d'azote nitrique à l'arrivée à la station. Les différents usages de l'eau et surtout le transfert dans l'égout, véritable réacteur biologique ont entraîné la réduction de ces nitrates, essentiellement en azote gazeux.

Par contre, l'activité humaine est productrice d'azote réduit, environ 15 g/j sous forme essentiellement organique. C'est donc sous les formes organiques et ammoniacales que l'azote est présent dans les eaux usées que devront traiter les stations d'épuration.

Les effets de l'azote peuvent être résumés comme suit :

- L'azote réduit consomme l' O_2 pour se transformer en azote oxydé.
- L'ammoniaque libre NH_3 est l'un des principaux inhibiteurs de la vie aquatique.
- L'ion NH_4 gêne la production d'eau potable.
- L'azote est un élément fertilisant dont la présence peut conduire à une eutrophisation du milieu.

III.3.2. L'élimination de la pollution phosphorée :

Le phosphore présent dans les eaux résiduaires urbaines provient principalement des produits détergents et eaux résiduaires industrielles notamment celles de type agroalimentaire et la fabrication d'engrais. Le rejet d'effluent riche en phosphore dans les cours d'eau est à l'origine de l'eutrophisation qui se traduit par un développement excessif des végétaux aquatiques responsables de l'asphyxie des cours d'eau.

Deux techniques d'emploi sont préconisées pour la déphosphatation : le traitement physicochimique consiste à ajouter des cations métalliques (sels de fer ou d'aluminium) dans le bassin d'aération pour provoquer la précipitation des phosphates par la précipitation du phosphore et le traitement biologique qui consiste à altérer les phases aérobies et anaérobies (zone aérobie de déphosphatation biologique suivie du bassin d'aération) .

III.3.3. La désinfection :

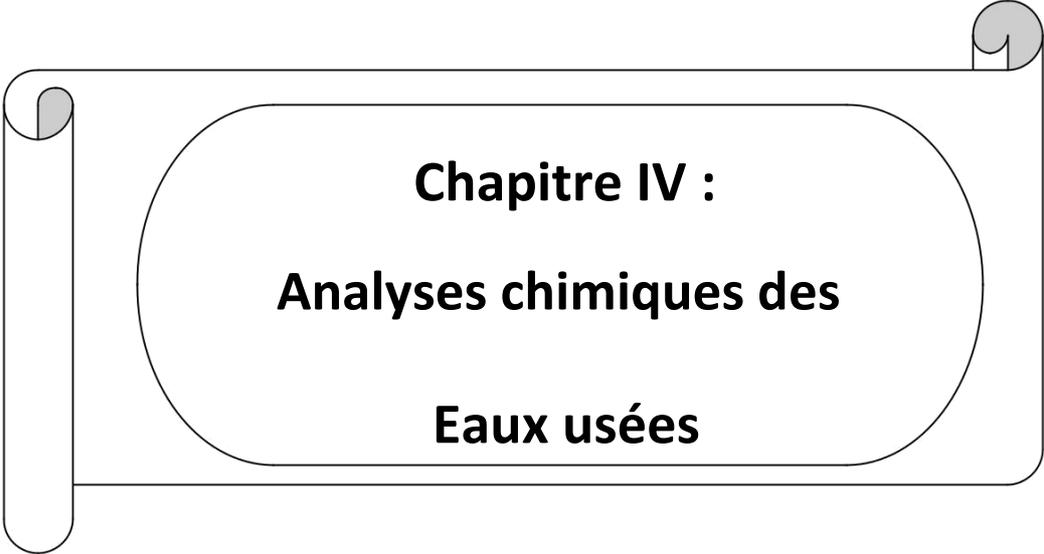
Après le traitement biologique, il est nécessaire de désinfecter les eaux résiduaires avant rejet pour éliminer des microbes encore présents dans des rejets (comme ceux des hôpitaux et Autres).

La désinfection est recommandée quand on veut réutiliser les eaux résiduaires pour l'irrigation des terres agricoles ceux qui est valable pour notre cas. Une désinfection chimique peut également être envisagée. Le réactif le plus fréquemment utilisé est l'eau de Javel, qui nécessite, pour être efficace, le maintien d'une teneur résiduelle suffisante (0, 1 mg / l) et un temps de contact minimal 20 min. L'effet désinfectant du chlore est d'autant plus efficace que la qualité de l'épuration qui précède son injection est meilleure.

Conclusion :

Dans ce chapitre, on a étudié les différents procédés d'épuration des eaux usées ainsi que les traitements qui complètent ces procédés pour une bonne traficabilités de l'effluent.

En Algérie comme dans le reste du monde, le procédé d'épuration par boues activées est le plus utilisé car il permet un bon traitement de l'effluent ainsi qu'un bon rendement pour une meilleure protection de l'environnement.



Chapitre IV :
Analyses chimiques des
Eaux usées

Introduction :

Dans toute station d'épuration des eaux usées il est nécessaire d'effectuer des analyses de l'eau brute et de l'eau traitée afin de déterminer les différents paramètres physicochimique et bactériologiques permettant d'évaluer le niveau de pollution dans chaque phase de traitement.

L'objectif principal de ce travail et de faire les analyses des eaux usées de la région de Sidi Merouane, Mila, Grarem gouga, pour connaître les paramètres des eaux usées de cette zone.

IV.1. Le but général de la manipulation

Faire des analyses physico-chimiques de l'eau usée de la région de Sidi Merouane :

IV.1.1. Le principe de La manipulation :

- La détermination de la matière en suspension (MES) ;
- La détermination de la demande chimique en oxygène (DCO) ;
- La détermination de la demande biologique en oxygène pendant cinq jours (DBO5);
- La détermination de PO₄ (phosphates) ;
- La Détermination de PH ;
- La détermination d'Azote (NH₄) ;
- La détermination de température.

IV.2. Prélèvement

IV.2.1. Echantillonnage :

L'échantillonnage est une opération à laquelle le plus grand soin doit être accordé, car il conditionne les résultats analytiques qui en seront donnée. Il est donc important de respecter deux notions principales :

- Les échantillons doivent être aussi représentatifs que possible, c'est-à-dire, vu la variation du régime de consommation et donc du rejet dans le temps, la journée, pour les échantillons sont prélevés a des heurs distincts de la journée, pour avoir un prélèvement correspondant à la composition moyenne.
- Eviter contamination par les produits hexogènes Il est à noter que les prélèvements se font généralement à fort débit (masse importante des polluants en suspension), et au moment où le site de prélèvement est soumis à l'influence de toutes les sources de pollution.

IV.3. Paramètres analytiques

Les paramètres pris en compte dans le cadre du projet de réalisation de la station d'épuration de sidi Merouane sont : température, PH, MES, DBO5, DCO, nitrate, nitrite, phosphates et les graisses.

IV.4. Méthodes d'analyses et résultats

IV.4.1. Détermination des pH et Température :

- ❖ **Appareil :** pH Mètre (pH 510).
- ❖ **Electrode:** Electrode de pH combinée.
- ❖ **Mode opératoire :**

Etalonnage de l'appareil :

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

Dosage de l'échantillon:

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

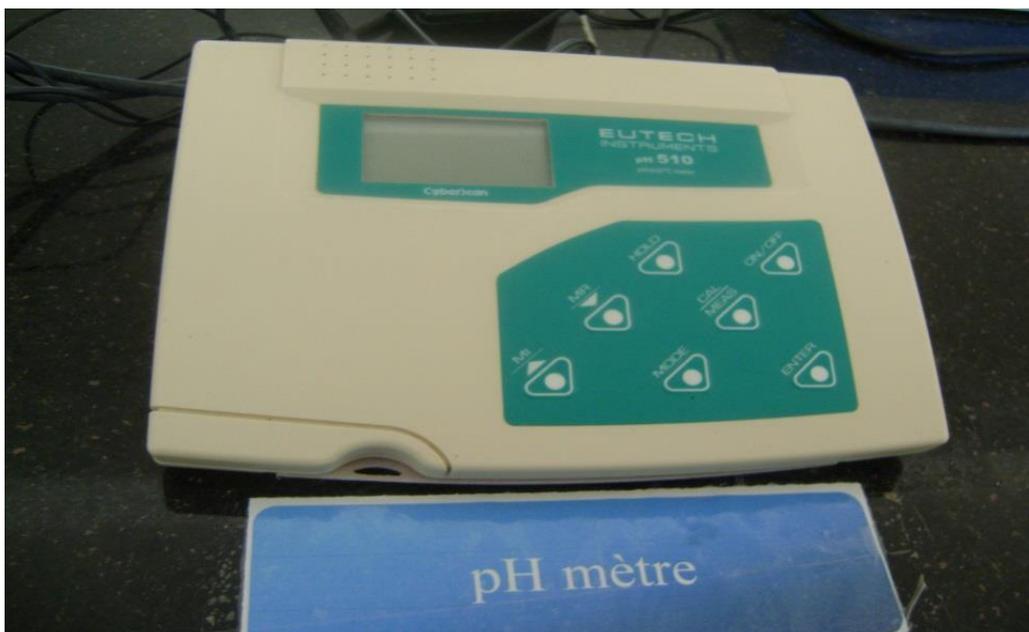


Photo IV.1: pH mètre (pH 510).

IV.4.2. Détermination des matières en suspension (MES) :



Appareil :

Etuve chauffée.

Température : 105 °C.

Matériels: Fiole, capsules, filtres, rampe de filtration, dessiccateur, balance électrique (TP-303).



Mode opératoire :



Dans des eaux d'une faible concentration en MES, on utilise des filtres ;



Mouiller le filtre avec de l'eau distillée ;



Mettre dans l'étuve pendant quelques minutes ;



Sortir le filtre, puis le mettre dans le dessiccateur pour le refroidissement ;



Puis peser le filtre sur la balance jusqu'à obtention d'un poids stable ;



Prendre une fiole de 100 ml, laver abondamment avec de l'eau du robinet, puis avec de l'eau distillée ;



Prendre une prise d'essai de 100 ml, placer le filtre dans la rampe de filtration ;



Verser le volume d'eau (100 ml) jusqu'à filtration complète ;

- Récupérer le filtre et le mettre à l'étuve à 105 °C pendant 2 heures ;
- Mettre le filtre dans le dessiccateur pendant 15 minutes jusqu'à refroidissement total.
- Peser le filtre ;

$$M.E.S = (P1 - P2)$$

Avec :

P1 : Poids de filtre en vide ;

P2 : Poids de filtre en plein.



Photo IV.2: Ensemble de filtration.



Photo IV.3 : Etuve chauffée.



Photo IV.4: Balance électrique (TP-303).

IV.4.3. Détermination de la demande biochimique en oxygène (DBO5) :**Appareillages:**

Matériel courant de laboratoire.

Flacons d'incubation à bouchons rodés de 150 ml.

Enceinte réglable à 20° C.

Matériel nécessaire pour le passage de l'oxygène dissous.

**Mode opératoire:**

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

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



Photo IV.5: DBO mètre.

IV.4.4. Détermination de la demande chimique en oxygène DCO:**Appareillages:**

Spectrophotomètre ;

Réacteur (CR 2200) ;

Adaptation de tube DCO sur Spectrophotomètre jaugée 2,00 ml Poire à pipete.

Réactifs:

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

Mode opération:

Ajouter 2 ml d'échantillon en tube de réactif DCO.

Placer le tube bouché dans le réacteur DCO et chauffer deux heures à 150 °C.

Lire la DCO directement avec un colorimètre ou Spectrophotomètre.



Photo IV.6: Réacteur (CR 2200).



Photo IV.7: Spectrophotomètre.

IV.4.5. Le phosphore

Le phosphore est mesuré sous forme de phosphore totale (Pt). La recherche des fractions minérales (phosphates issus des produits lessiviers) et organiques (d'origine humaine ou industrielle) permet de juger des conditions de traitement biologique de l'effluent et des risques liés à l'eutrophisation des eaux calmes.

**Mode opératoire**

- Prélever 1 ml à l'aide d'une pipette de l'échantillon mère ;
- Introduire 1 ml dans un bécher;
- Compléter à 10 ml avec de l'eau distillée;
- Ajouter le réactif (phosphore PGT) à cette eau;
- Faire une agitation légère;
- Laisser la solution se reposer pendant 2 min;

- Mettre en marche le spectrophotomètre;
- Remplir la cuve avec de l'eau distillée (blanc);
- Essuyer la cuve;
- Introduire la cuve de référence dans le port cuve ;
- Programmer la longueur d'onde désirée (890nm) ;
- Enlever la cuve de référence ;
- Introduire la cuve remplie précédemment par l'échantillon à mesurer ensuite l'essuyer ;
- Appuyer sur la touche (READ) puis lire le résultat.

IV.4.6. La siccité

La siccité (sc) est le pourcentage massique de la matière sèche, elle est évaluée par la quantité de solide restée à 105°C pendant deux heures, elle s'exprime généralement en pourcentage à l'inverse, on parlera de taux d'humidité.

- Peser le creusé vide sèche soit P₀;
- Prendre une quantité de la boue d'un lit de séchage;
- Peser ensemble le pèse-tare et la boue soit P₁;
- Mettre le creusé à l'incubateur à 105°C pendant 4 heures (jusqu'à ce que le poids se stabilise) soit P₂.

Le calcul de la siccité se fait par la formule suivante

$$S_c = \frac{P_2 - P_0}{P_1 - P_0}$$

Avec :

P₀: creusé vide;

P₁: creusé avec l'échantillon;

P₂: creusé avec séchage.

Tableau IV.1: Etat physique des boues. [8]

Etat	Siccité
Liquide	< 10%
Pâteux	12% à 25%
Solide	25% à 85%
Sec	> 85%

IV.5. Résultats de l'analyse chimique

L'analyse chimique donne les résultats pratiques qui sont mentionnés dans le tableau suivant :

Tableau IV.2 : Résultats de l'analyse chimique [8]

Paramètres Analysés	Ph	MES	DBO ₅	DCO	Azote total	Phosphore Total	température
Concentration des polluants (mg/l)	8.32	600	400	935	101.8	27.14	20°C± 2

IV.6. Interprétation des résultats d'analyses obtenus

Les résultats d'analyses physico-chimiques d'eaux usées urbaines de l'aire d'études, qui furent obtenus, au niveau des deux principaux exutoires peuvent être interprétés comme suite:

- **PH :**

La valeur moyenne de PH est de l'ordre de 8.32 Cette valeur se situe bien dans la fourchette

(6- 8.5) admise par les normes de rejet d'une eau usée urbaine.

La conclusion qui s'impose est celle relative au fait que la valeur moyenne du PH du rejet est conforme à la normale et par conséquent, nous pouvons dire que nôtre PH se situe dans la bonne gamme d'activité des micro- organismes en favorisant aisément un traitement biologique étant donné qu'il n'est pas loin de la neutralité.

- **Matières en suspension (MES):**

Il est d'usage en traitement des eaux d'appeler «Matières en suspension», des impuretés séparables par filtration ou centrifugation. Les matières en suspension se composent des matières organiques et des matières minérales.

Les valeurs moyennes de MES à 1050C et à 6000C obtenues sont respectivement 600mg/l. Cette valeur ne peuvent être négligées et nécessitent impérativement un traitement approprié (décantation), ce qui confirme que le rejet analysé est très chargé en matières en suspension et en plus La présence de sable dans le collecteur.

- **Demande biochimique en oxygène (DBO5) :**

La demande biochimique en oxygène (DBO) correspond à la quantité d'oxygène nécessaire pour décomposer (par oxydation, et avec l'intervention de micro-organismes), les matières organiques seulement biodégradables contenues dans une eau usée. La valeur moyenne de DBO5 analysée est de 400 mg/l, nous pouvons dire que nous sommes en présence d'une eau usée urbaine normalement chargée en matières organiques biodégradables. La DBO5 d'une eau usée à une valeur inférieure à celle de la DCO correspondante.

- **Demande chimique en oxygène (DCO) :**

La demande chimique en oxygène (DCO) représentent la quantité d'oxygène nécessaire pour obtenir une bonne oxydation des matières organiques et minérales présentes dans l'eau. la valeur moyenne de la DCO mesurée est de l'ordre de 935 mg/l. REJET

Cette valeur reflète celle d'une eau usée urbaine, qui est généralement inférieure à 1000 mg/l.

- **Biodégradabilité et nature du rejet :**

Les effluents biodégradables sont caractérisés par les paramètres suivants :

→ $DCO / DBO5 = 2.34$

→ $DCO < 1000 \text{ mg/l}$

Il est donc intéressant de vérifier la valeur du rapport DCO / DBO5 pour déduire la nature de rejet, nous prendrons les valeurs moyennes de la DBO5 et de la DCO.

La valeur moyenne de DCO/ DBO5 est de l'ordre de 2.34, cette valeur n'est pas loin du rapport de la biodégradabilité DCO / DBO5 qui est de l'ordre de 2.34.

Ce rapport montre que les rejets du centre de la ville de Sidi Merouane contiennent des matières organiques biodégradables. Ce constat est confirmé par le fait qu'il n'existe aucune industrie polluante rejetant dans le réseau d'assainissement.

Les résultats des analyses ne sont valables que si l'échantillon ne s'est pas altéré entre le moment du prélèvement et l'analyse, il faut tenir en compte des nombreuses transformations physiques, chimiques et biologiques qui peuvent avoir lieu et risquent de fausser les résultats.

Ainsi, les méthodes de mesurés choisis, même si elles sont très précises peuvent être limitées par le manque de sensibilité des appareils .Le problème d'échantillonnage dans les eaux usées est très délicat, et on se heurte d'une manière générale à de grandes difficultés pour parvenir à une représentativité idéale de l'échantillon et par la suite à de bon résultats.

- **Azote :**

On peut déceler les produits azotés sous forme organique ou minérale ammoniacque (NH₄), Nitrites (NO₂), Nitrates (NO₃) en générale, dans les eaux résiduaires urbaines à prédominance domestiques, et dans le cas où il n'existe pas d'activité économique fortement polluante, sa teneur se situerait entre 12 et 50 mg/l.

Le taux de l'azote et de phosphore total est très réduit, cela dit il n'est pas nécessaire de prévoir un traitement spécifique. Ce type de rejet, lorsqu'il est déversé dans un milieu récepteurs sans être préalablement épurer, constituera un obstacle certain pour la préservation de l'équilibre de son écosystème, et donnera naissance à un phénomène appelé "Eutrophisation", signifiant la mort accélérée du milieu aquatique par asphyxie, en raison de la disparition de l'oxygène(O₂) l'élément vital pour la faune et la flore.

- **Phosphore :**

Le phosphore (P) est essentiel pour le déroulement des activités biologiques, il est important de connaître la teneur en ortho-phosphate (O -PO₄), qui est directement assimilable dans les processus biologiques. Dans notre cas, la teneur moyenne des O-Phosphates (O-PO₄) de l'effluent examiné, ne dépasse pas les 10 mg/l (secrétions humaines, utilisations des produits nettoyants) ; celle-ci semble dument respecter la fourchette habituellement rencontrée dans une eau usée urbaines à prédominance domestique (3 mg/l – 10mg/l).

- **Le rapport entre DBO5, N, P (DBO5/N/P) :**

L'azote et le phosphore sont des constituants essentiels de la matière vivante, leur présence est indispensable pour assurer le traitement par voie biologique. Les études menées à ce sujet, montrent qu'un rapport DBO5/N/P de 100/5/1 et DCO/N/P de l'ordre de

180/8.67/1.81 donc 11.47 dans les normes permet d'assurer un développement normal des microorganismes épurateurs en milieu aérobie (biodégradabilité de l'eau usée).

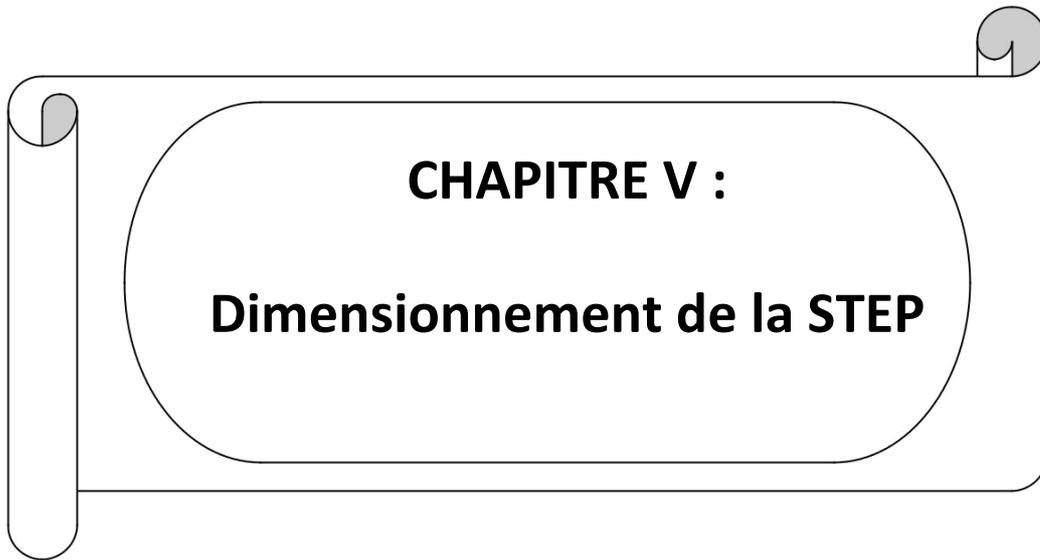
Conclusion :

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

Les eaux brutes que nous avons testées ont des valeurs dépassent les normes de rejet.

Le préleveur utiliser obligatoirement les flacons appropriés aux analyses. Il vérifiera leur conformité et leur propreté avant de partir sur terrain.

Les échantillons seront transportés au laboratoire, Ils seront livrés dans un délai maximum de 24 heures. Au laboratoire, l'analyste identifie les échantillons et applique rigoureusement le protocole de chaque paramètre à mesurer et dresse ensuite les résultats sur une fiche récapitulative.



CHAPITRE V :

Dimensionnement de la STEP

Introduction :

Les systèmes d'épuration doivent être dimensionnés, conçus et exploités de telle manière qu'ils puissent traiter les flux de matières polluantes correspondant à leurs débits et leurs charges de référence. Un dimensionnement adapté est celui qui permet d'atteindre les objectifs épuratoires des eaux usées pour leur rejet dans le milieu naturel, ou leur réutilisation dans d'autres domaines que ça soit agricole ou bien industriel.

Dans ce chapitre nous sommes appelés à dimensionner les différents ouvrages constituant la station d'épuration. Pour cela horizon de calcul sont choisis 2040.

VI.1. Calcul des débits et des charges polluantes**VI.1.1. Calcul des débits :**

Le volume rejeté par les habitants est estimé à 80 % de la dotation d'approvisionnement en Eau potable (AEP). Nous avons adopté une dotation de **200(L/hab/J)** Il s'agit de déterminer

a. Débit moyen journalier :

Le débit total journalier (temps sec) est définie par : $Q_j = D.N. R .10^{-3}$

Avec :

Q_j : Débit journalier (m³/j)

D : dotation 200 (L/hab/J)

N : Nombre d'habitant à 2040

R : Coefficient de rejet (Avec R=0,8)

Les résultats de calcul des charges hydrauliques obtenus en utilisant les formules précédentes sont repris dans le tableau (V.1) :

Tableau V.1: Calcul du débit d'eau usée total.

Horizons	Nombre D'habitants	Qmoy j (m³/j)
2040	216108	34577.28

b. Débit moyen horaire :

Le débit moyen horaire est donné par la relation : $Q_{mh} = (Q_{mj}/24)$

c. Débit diurne :

Le débit diurne correspond à la période diurne de 16 heures consécutives au cours de laquelle la station reçoit le plus grand volume d'eau usée, soit : $Q_d = Q_{mj} / 16$

d. Débit de pointe par temps sec :

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) par la formule qui suit :

On a :

$$C_p = 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{Q_{mj}}} \quad \text{Si } Q_{mj} \geq 2.8l/s$$

Ou :

$$C_p = 3 \quad \text{Si } Q_{mj} < 2.8l/s$$

Le débit de pointe à temps sec est donné par la formule :

$$Q_{pte, sec} = C_p * Q_{moy j}$$

j. Débit de pointe à temps de pluie :

Afin d'éviter une surcharge hydraulique dans la station d'épuration lors des précipitations, la station est dimensionnée pour un débit maximal correspondant au débit de pointe par temps sec ($Q_{pte, sec}$). Ce débit sera limité grâce à un déversoir placé en tête de la station et variant de 3 à 5 fois le débit de pointe par temps sec. Dans notre cas, la dilution sera de 3.

$$Q_{pte, pluie} = (3-5) Q_{pte, sec}$$

Les résultats de calcul des charges hydrauliques obtenus en utilisant les formules précédentes sont repris dans le tableau (V.2):

Tableau V.2 : Charges hydrauliques.

H	$Q_{moy j}$ (m ³ /j)	$Q_{moy, h}$ (m ³ /h)	Q_d (m ³ /h)	C_p	$Q_{pte, sec}$ (m ³ /j)	$Q_{pte, pluie}$ (m ³ /j)
2040	34577.28	1440.72	2161.08	1.62	56015.19	168045.58

V.1.2. Charges polluantes :

D'après les analyses faites au niveau de la station de Sidi Merouan, les concentrations polluantes sont:

- DBO₅ = 400 mg/l
- MES = 600 mg/l
- DCO = 935 mg/l

V.1.2.1. Charge moyenne en DBO5 :

On utilise la formule suivante pour déterminer la charge moyenne journalière en DBO5 :

$$L_0 = [\text{DBO5}] * Q_{mj} * 10^{-3}$$

Avec :

- L₀ : Charge moyenne journalière en DBO5 (Kg/j) ;
- DBO5 : La concentration de la DBO5 dans les eaux usées brutes.

V.1.2.2. Charge moyenne en MES :

On utilise la formule suivante pour déterminer la charge moyenne journalière en MES :

$$\text{MES}_0 = [\text{MES}] * Q_{mj} * 10^{-3}$$

- MES₀ : Charge moyenne journalière en MES (Kg/j)
- [MES] : La concentration de la MES dans les eaux usées brutes. (mg/l)

V.1.2.3. Charge moyenne en DCO :

La charge moyenne en DCO est estimée comme suit :

$$\text{DCO}_0 = [\text{DCO}] * Q_{mj} * 10^{-3}$$

Avec :

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

- **DCO₀** : La concentration de la DCO dans les eaux usées brutes (mg/l)

Les résultats de calcul des différentes charges polluantes sont repris dans le tableau (V.3) :

Tableau V.3 : Charges polluantes.

Horizons	Q _{moy j} (m ³ /j).	DBO ₅ (Kg/J)	MES (Kg/J)	DCO (Kg/J)
2040	34577.28	13830.91	20746.37	32329.76

V.2. Le Prétraitement :

a) Relevage et bassin d'orage

- **Relevage :**

Les eaux arrivent généralement dans un collecteur enterré et nécessitent donc un système de relèvement jusqu'aux opérations de prétraitement.

On peut avoir deux types de relevage :

- Poste de pompage,
- Vis d'Archimède.

Dans un poste de relevage il est nécessaire de disposer de :

- Une échelle en matériaux non corrodable,
- Deux pompes minimum (1 en secours),
- Une poire de niveau,
- Un panier dé grilleur relevable avec guide,
- Une pente de 20 % à l'arrivée des eaux usées afin d'éviter les dépôts,
- Bien caler le trop plein par rapport au niveau des plus hautes eaux.

A l'extérieur du poste de relevage, installer :

- Une potence pour faciliter le relevage de la pompe pour la maintenance et la réparation.
- Un regard additionnel pour abriter un clapet anti-retour et les vannes,
- Une armoire électrique de commande,

Ne pas surdimensionner la surface de la bêche et l'arrivée d'eaux usées en chute de préférence inférieure à 50 cm pour favoriser un brassage de la surface.

Le poste de relevage par vis d'Archimède contient :

- Un dégrillage grossier,

- Une échelle d'accès au dégrillage,
- Une pente de 20% pour éviter les dépôts à l'arrivée des eaux,
- Un système de graissage en haut de la vis,
- Un palan,
- Une poste de commande.

Recommandé surtout pour les gros volumes et les effluents chargés (agroalimentaire, matières de vidange, abattoir).

Les vis peuvent être en acier galvanisé ou autres matériaux résistants.

- **Bassin d'orage ou bassin tampon :**

Permet une homogénéisation de la qualité de l'effluent dans le cas de variation importante de débit et de charge et permet d'écarter les débits de pointes.

Le bassin tampon doit être aéré pour éviter la stagnation et la fermentation et avoir une pente du radier de l'ordre de 20 % vers une fosse centrale pour éviter la stagnation d'eau lors de la vidange complète.

- **Fosse à bâtards :**

La fosse à bâtards permet de retenir les éléments lourds présents dans les effluents.

Les éléments lourds se déposent au fond d'une fosse et sont repris à l'aide d'un grappin.

Temps de séjours ≥ 30 s on prend $t_s = 220$ S.

Vitesse ascensionnelle ≤ 200 m/h.

- **Calcul volume de Fosse :**

$$V_F = t_s * Q_{pts.sec}$$

Où :

V_F : Volume de Fosse.

t_s : Temps de séjours en S. $t_s = 220$ s

$Q_{pts.pluie}$: Débits de point par temps pluie.

- **Calcul la section de Fosse :**

Avec :

V : Vitesse ascensionnelle en m/h. $V = 80$ m/h

Forme carrée :

On a :

$$S_F = L^2 \quad \rightarrow \quad L = \sqrt{S_F}$$

$$H = \frac{V}{S}$$

Tableau V.4 : Caractéristiques de la fosse

La forme Carrée	Volume (m ³)	Section (m ²)	Largueur (m)	Hauteur
2040	142,63	26,75	5,17	5,33

b) Dégrillage

Le dégrillage est le premier poste de traitement pour les eaux résiduaires, il permet :

- De protéger les ouvrages en aval contre l'arrivée de gros objets susceptibles de provoquer des bouchages.
- De séparer et évacuer facilement les matières volumineuses charriées par l'eau brute, qui pourraient nuire l'efficacité du traitement.

On distingue deux types des dégrilleurs :

- Dégrilleur fin : écartement inférieur à 10 mm
- Dégrilleur grossier : écartement supérieur à 40 mm

Ces grilles peuvent être de deux types manuels ou mécaniques.

Pour le calcul des paramètres de la grille on utilise la méthode de KISCHMER :

D'où :

S : Surface de la grille.

h_{max} : hauteur maximum d'eau dans le canal de passage d'eau ; emprise entre 0.2 à 1.5 m.

δ : Coefficient de colmatage de la grille ;

α : L'angle de l'inclinaison de la grille avec l'horizontal ;

β : Fraction de la surface occupée par les barreaux ;

d : Epaisseur des barreaux de la grille ;

e : Espacement entre les barreaux.



Critères de conception :

Les critères de conception d'un dégrilleur mécanique sont présentés sur le tableau V.5 :

Tableau V.5 : Critères de conception des dégrilleurs. [4]

	Dégrilleur fin	Dégrilleur grossier
Diamètre des barreaux (mm)	10	20
Espacement entre les barres (mm)	3 – 10	40-100
Pente par rapport à l'horizontal (°)	70– 85	70– 85
Vitesse à travers les grilles (m/s)	0.5 – 1.2	0.5-1.2
Pertes de charge admissibles (mm)	400	400

La présence d'une étape de dégrillage est ici justifiée par le risque de présence d'objet encombrant provenant des effluents transportés par l'émissaire

Notre installation prévoit la mise en place d'un dégrilleur grossier automatique à l'entrée du poste de relèvement des eaux brutes.

Un deuxième dégrilleur manuel est installé en secours total.

Le dégrilleur automatique est asservi au fonctionnement des pompes couplé à une détection de niveau amont.

Les refus du dégrillage grossier sont stockés dans une benne de stockage dédiée.

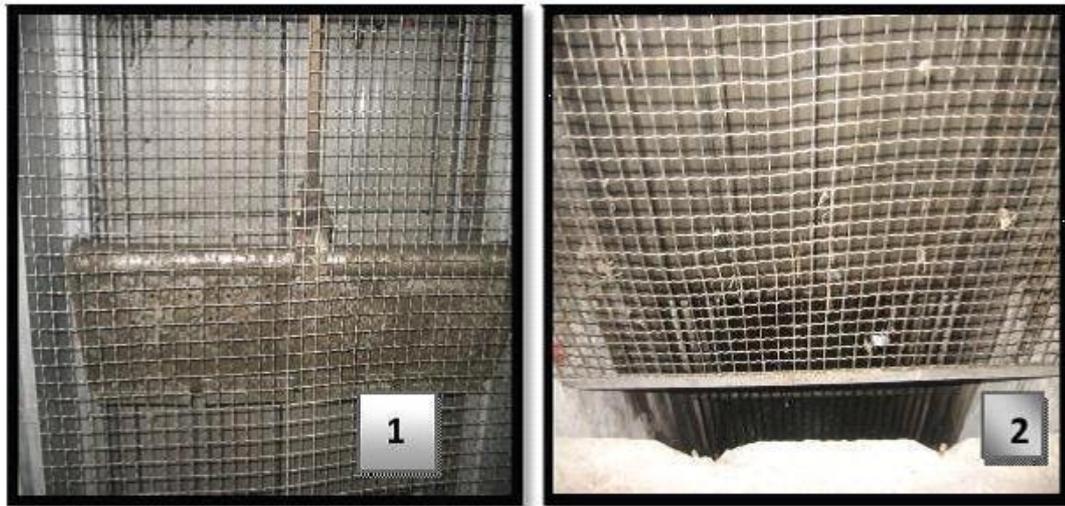


Photo V.1 : Dégrilleur grossier (1: automatique, 2 manuel).

a. Calcul du dégrilleur grossier :

$$L = \frac{S \times \sin \alpha}{h_{\max} \times (1 - \beta) \delta}$$

✓ Grille inclinée à nettoyage mécanique :

$\alpha = 60^\circ$, $V = 0.9$ m/s, $h_{\max} = 1.5$ m, $\delta = 0.5$, $d = 20$ mm, $e = 40$ mm.

D'où :

S : Surface de la grille.

h_{\max} : hauteur maximum d'eau dans le canal de passage d'eau ; emprise entre 0.2 à 1.5 m.

δ : Coefficient de colmatage de la grille.

$\delta = 0.25$ Si le dégrilleur est manuel.

$\delta = 0.5$ Si le dégrilleur est automatique.

α : L'angle de l'inclinaison de la grille avec l'horizontal.

β : Fraction de la surface occupée par les barreaux **$\beta = d/d + e$**

d : Epaisseur des barreaux de la grille.

e : Espacement entre les barreaux..

✓ Grille inclinée à nettoyage manuelles : $\delta = 0.25$

Calcul de la surface : $S = Q_{\text{pts}} / V$

Tableau V.6 : Caractéristique des grilles mécaniques et manuelles

Horizon 2040	Surface (m ²)	Largueur (m)
Grille mécanique	0.72	2.48
Grille manuelle	0.72	4,96

Après dégrillage grossier et relevage des eaux issues l'émissaire en Ø 1000 ,les eaux brutes sont mélangées dans un ouvrage de réparation amont, elle transitent ensuite par un dégrillage fin (entrefer 15 mm) destiné à protéger l'ensemble des installations de l'accumulation de fibres filasses et flottants de faibles dimensions.

Les effluents traversant deux dégrilleur fins automatiques placés en parallèle, ces dégrilleurs sont installés chacun dans canal béton une troisième file est équipée d'une grille manuelle pour assurer le secours en cas de panne de l'un de dégrilleur fins automatiques.

Un quatrième canal non équipé est prévu, il pourra être équipé en deuxième phase (horizon 2040) avec un troisième dégrilleur automatique identique, chaque canal peut être isolé en amont et en aval par batardeaux.

Ces dégrilleurs fonctionnent en parallèles leurs plans d'eau amont et aval sont en communication les uns avec les autres.



Photo V.2: Dégrilleur fin (1 : automatique, 2 : manuel)

b. Calcul du dégrilleur fin :

$$L = \frac{S * \sin \alpha}{h_{\max} * (1 - \beta)\delta}$$

Grille inclinée à nettoyage mécanique :

$\alpha = 60^\circ$, $V = 0.9$ m/s, $h_{\max} = 1.5$ m, $\delta = 0.5$, $d = 10$ mm, $e = 5$ mm.

Alors: $\beta = \frac{10}{(10+5)} \rightarrow \beta = 0.67$

Calcul de surface :

On a 2 dégrilleuses mécaniques nous avons prendre $Q_{pts} / 2$:

$$S = \frac{Q_{pts}}{v}$$

Grille inclinée à nettoyage manuelles :

$\delta = 0.25$

Tableau V.7 : Caractéristiques des grilles fin

Horizon 2040	Surface (m ²)	Largueur (m)
Grille mécanique	0.36	1.26
Grille manuelle	0,72	5.04

Calcul des pertes de charges :**Grille grossier :**

Les pertes de charge donnent par la formule de KIRSHMER :

$$\Delta h = \beta \times \left(\frac{d}{e}\right)^{\frac{4}{5}} \times \frac{V^2}{2g} \times \sin \alpha$$

Avec:

- e : Espacement entre les barreaux ; e = 40
- d : Diamètre des barreaux ; d = 20
- α : Angle d'inclinaison de la grille par rapport à l'horizontal ; $\alpha = 60^\circ$
- β : Coefficient qui tient compte de la forme des barreaux.
- v : Vitesse d'entrée des eaux brutes ; V = 0.9 m/s.

Tableau V.8 : Valeurs du coefficient β en fonction de la forme des barreaux

Forme des barreaux	B
Rectangulaires à arrête à angle droit	2.42
Rectangulaires avec face amont circulaire	1.83
Circulaire	1.79

A.N:

$$\Delta h = 2.42 \times \left(\frac{0.02}{0.04} \right)^{\frac{4}{3}} \times \frac{0.9^2}{2 \times 9.81} \times \sin 60$$

$$\Delta h = 0,034\text{m}$$

Grille fin:

$d = 10 \text{ mm}$; $e = 5 \text{ mm}$; $V = 0.7 \text{ (m/s)}$, $\alpha = 60^\circ$, $g = 9.81 \text{ (m/s)}$.

$$\Delta h = 2.42 \times \left(\frac{0.01}{0.005} \right)^{\frac{4}{3}} \times \frac{0.9^2}{2 \times 9.81} \times \sin 60$$

$$\Delta h = 0,218\text{m}$$

Notons que les valeurs des pertes de charges est inférieure à la valeur admissible.

- Conditions générales de dimensionnement :

- Surdimensionné les grilles manuelles sur les procédés rustiques,
- Prévoir des limiteurs d'effort ou de couple
- Surdimensionné le dégrillage en réseau unitaire,
- Installer des bacs d'égouttage et de réception des déchets,
- Imposer un dégrilleur automatique pour toute station en réseau unitaire de
Taille supérieure à 1000 EH
- Vitesse de passage 0,60 à 1m/s (1,20 à 1,40 m/s en pointe) : Suffisante pour
Appliquer les matières sur la grille et éviter les colmatages en profondeur et les pertes de charge.
- L'écartement des barreaux de la grille est défini par le choix de la taille et de
La nature des objets acceptés par la station.
- Prévoir un espacement des barreaux selon la quantité des déchets à évacuer
(Nettoyage fréquent de la grille) : Un espacement de 10 mm maximum est quelquefois
utilisé (dégrillage fin) en l'absence de décanteur primaire.

- Surdimensionné les grilles manuelles sur les procédés rustiques,
- Prévoir des limiteurs d'effort ou de couple

Comptage des effluents :

Un comptage des effluents admis dans la station est réalisé en aval du digrillage dans un canal venturi, le niveau est mesuré par ultrason, un préleveur automatique d'échantillons réfrigéré permet de contrôler la qualité des eaux à l'entrée de la station.

Un by-pass de la station est possible en amont du dégrillage ou en sortie du dessablage – déshuilage.

Ces by-pass sont regroupés sur une seule canalisation et rejoignent le canal de comptage des effluents by-passes.

c). Dimensionnement du dessableur-déshuileur :

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

$$\text{Vérifier} \quad \frac{L}{H} \geq \frac{V_e}{V_s}$$

Où :

- V_e : la vitesse horizontale (vitesse d'écoulement est $0.2 < V_e < 0.5$ (m/s))
- V_s : Vitesse de sédimentation. (vitesse est : $10 < V_s < 20$ (m/h))
- L : Longueur de bassin.
- H : Profondeur de bassin. (H compris entre 1 et 2,5 m)
- $L/H = (10-15)$. [10]
 - $H=1.2\text{m}$

Dans cet ouvrage, on calcule les paramètres suivants :

Surface horizontale :

$$S_h = \frac{Q_{pts,sec}}{V_s}$$

Avec :

- $Q_{pts, pluie}$: Débit de pointe en temps de pluie (m³/s)
- V_s : Vitesse de sédimentation (m/s)

2. Longueur du désableur :

$$L \cdot B = S_h \quad \text{et} \quad L = 2 \cdot B$$

Avec :

- L : Longueur du déssableur (m)
- B : Largeur du déssableur (m)
- S_h : Section horizontale (m^2)

3. La largeur du déssableur :

$$B = S_h / L \text{ (m)}$$

4. Volume du bassin :

$$V = S_h * H \text{ (m}^3\text{)}$$

5. Temps de séjour dans le bassin :

$$T_s = \frac{V}{Q_{pte,sec}} \text{ (s)}$$

Avec :

- V : volume du bassin (m^3)
- $Q_{pte,sec}$: Débit de pointe en temps sec (m^3/s)

6. Volume d'air à insuffler dans le déssableur :

La quantité d'air à insuffler varie de 1 à $1,5m^3$ d'air/ m^3 d'eau. [2]

$$q_{air} = Q_{pte,sec} * V$$

Avec :

- V : le volume d'air à injecter (m^3).
- $Q_{pte,sec}$: débit de pointe en temps sec (m^3/s).

On prend: $Q_{pte, sec} = 0.648m^3/s$.

$$V_e = 0.2 \text{ m/s.}$$

$$V_s = 10 \text{ (m}^3\text{/m}^2\text{/h)}$$

$$H = 1.2 \text{ m}$$

- **Surface horizontale :**

$$Sh = Q_{pts.sec} / V_s$$

$$Sh = 233.28 \text{ m}^2$$

$$Sh_u = Sh/3$$

La surface de chaque déssableur est : 77.76 m^2

- **Largeur du déssableur :**

$$B = \sqrt{\frac{Sh_u}{2}} \quad B = 6.23 \text{ m}$$

- **Longueur du déssableur :**

$$L = 2 * B = 2 * 6.23 = 12.46 \text{ m}$$

- **Volume du bassin :**

$$V = Sh * H = 77.76 * 1.2 = 93.31 \text{ m}^3$$

- **Temps de séjour dans le bassin :**

$$T_s = 93.31 / 0.648 = 144 \text{ s} = 2.4 \text{ mn}$$

- **Volume d'air à insuffler dans le déssableur :**

$$q_{air} = Q_{pt.sec} * V = 0.648 * 1.5 = 0.972 \text{ m}^3 \text{ d'air/s}$$

$$q_{air} = 3499.2 \text{ m}^3 \text{ d'air/h}$$

- **Vérification de l'inégalité :**

$$\text{Ve} / V_s = 72 \text{ et } L/H = 10 \text{ donc } \frac{L}{H} < \frac{V_s}{V_e} \text{ est vérifié}$$

- **Calcul des quantités des matières éliminées par le Dessableur :**

Le pourcentage de MVS (matières volatiles en suspension) est évalué à 70% et MMS

(Matières minérales en suspension) à 30% dès MES total, c'est-à-dire :

$$\text{MES} = 70\% \text{ MVS} + 30\% \text{ MM [2]}$$

Le déssableur permet d'éliminer 70% de la matière minérale en suspension (MMS).

On a $MES(2040) = 20746.37 \text{ Kg/j}$.

- **Quantité de matière volatile en suspension MVS à l'entrée du dessableur**

$$MVSe = 70\% \text{ MES} = 0.7 \times 20746.37 = 14522.46 \text{ kg/j}$$

$$MVSe = 14522.46 \text{ kg/j}$$

- **Quantité de MMS à l'entrée du dessableur :**

$$MMSe = 30\% \text{ MES} = 0.3 \times 20746.37 = 6223.91 \text{ Kg/j}$$

$$MMSe = 6223.91 \text{ kg/j}$$

- **Quantité de MMS éliminée :**

$$MMS\text{éliminée} = 0.7 \text{ MMSe} = 0.7 \times 6223.91 = 4356.74 \text{ Kg/j}$$

$$MMS\text{élim} = 4356.74 \text{ kg/j}$$

- **Quantité de MMS à la sortie du dessableur**

$$MMSs = MMSe - MMS\text{éliminée} = 6223.91 - 4356.74 = 1867.17 \text{ Kg/j}$$

$$MMSs = 1867.17 \text{ Kg/j}$$

- **Quantité de MES à la sortie du dessableur**

$$MESs = MVSe + MMSs = 16389.63 \text{ Kg/j}$$

$$MESs = 16389.63 \text{ Kg/j}$$

Les caractéristiques, dimensions et performances du dessableur sont représentés dans le tableau V.9.

Tableau V.9 : Caractéristique, dimensions et performances du dessableur.

Désignation	unité	Valeur 2040
Temps de séjour	Min	2.4
Hauteur	m	1.2
Longueur	m	12.46
Largeur	m	6.23
Volume unitaire	m ³	93.15

Nombre des files	u	3
Débit d'air à injecter	m ³ /h	3499.2
Quantité de MES entrant	kg/j	20746.37
Quantité de MES sortant du dessableur	kg/j	16389.63

Enfin, un by-pass rejoignant le comptage des eaux by-passées est prévu en sortie du dessablage-déshuilage en cas d'arrêt complet du traitement biologique.

La station est dépourvue d'un décanteur primaire, après le dessablage d'huilage, les eaux sont déversées directement vers les bassins d'aération pour un traitement biologique.

V.3. Etude de la variante à faible charge :

V.3.1 : Traitement secondaire :

Le traitement biologique utilisé est le procédé à **boues activées** et est réalisé dans un ensemble complet qui comprend :

Les bassins d'aération.

Les décanteurs secondaires (clarificateurs).

V.3.1.1 : Bassin d'aération :

Le niveau de traitement requis nous a conduit à faire un traitement par boues activées faible charge, travaillant en nitrification-dénitrification associée à un déphosphatation biologique, enfin pour une fiabilité maximale et une grande souplesse d'exploitation de traitement biologique (boue activée + clarification) est constitué par deux files parallèle et isolable l'une à l'autre.

Du répartiteur amont permet d'équilibrer la distribution sur chaque file mais aussi d'isoler une file par simple jeu de vannes, ou bien de by-passer le traitement biologique c'est niveau du répartiteur que sont retournées les reprises des lixiviâtes des lits de séchage.

Chaque bassin biologique est constitué par trois zones qui sont :

- zone anoxie amont.
- zone anaérobie.
- chenal se succèdent des zone anoxies et aérées.

a) Critère de conception du bassin d'aération :

Les bassins d'aération sont des réacteurs biologiques dans lesquels s'effectue l'élimination de la matière organique par les microorganismes aérobies. Ils constituent un élément fondamental de la filière boues activées.

On a pu dimensionner les différents ouvrages pour le traitement par les boues activées à **faible charge** :

- Charge massique C_m

$$C_m = \text{DBO}_{\text{entrée}} / \text{masse de boue} \quad [2]$$

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

- Charge volumique C_v :

$$C_v = \text{DBO}_{5\text{entrée}} / \text{volume des bassins}$$

$$0.3 \leq C_v \leq 0.6 \text{ Kg DBO}_5 / \text{Kg MVS/j}$$

La concentration en DBO_5 à la sortie doit être inférieure à 30 mg/l (normes de rejets établies par l'OMS).

Volume de bassin :

$$V_a = L_0 / C_v$$

Avec

C_v : Charge volumique ($\text{kg DBO}_5 / \text{m}^3 \cdot \text{j}$)

$$C_v = 0.5 \text{ Kg DBO}_5 / \text{m}^3/\text{j}$$

L_0 : Charge polluante ($\text{kg DBO}_5/\text{j}$).

Donc :

$$V_a = L_0 / C_v$$

Surface horizontale du chaque bassin :

$$S_{hu} = V_u / H$$

$$H = 7 \text{ m}$$

V_u : volume unitaire de chaque bassin (nous prenons deux bassins unitaires)

Calcul des dimensions du bassin (rectangulaire) :

On trouve

$$L=2.5*B$$

$$B=\sqrt{\frac{5h}{2.5}}$$

Tableau V.10 : caractéristique des bassins biologiques

Horizon	L0 (Kg/j)	V (m ³)	V _u (m ³)	S _{hu} (m ²)	B(m)	L(m)
2040	13830.91	27661.82	13830.91	1975.84	28.11	70.28

Masse des boues dans les bassins d'aération :

$$X_a = \frac{L_0}{C_m}$$

Avec : C_m = 0.15

$$X_a = \frac{13830.91}{0.15} = 92206.07 \text{ kg}$$

Concentration de boues :

$$[X_a] = \frac{X_a}{V}$$

$$[X_a] = \frac{92206.07}{27661.82} = 3.33 \text{ kg/m}^3 = 3330 \text{ mg/l} = 3.33 \text{ g/l}$$

Besoin en oxygène :

Les bactéries en traitement par boues activées (Kg O₂ /J) ont besoin d'oxygène d'une part pour la dégradation de la pollution organique, d'autre part pour leur subsistance.

L_e : La charge DBO₅ éliminé

X_a : La masse de boues dans les bassins d'aération

a' : la fraction de pollution transformer énergie de synthèse au cours l'épuration et c'est aussi les quantités d'o₂ à fournir aux bactéries pour qu'elle synthétise la matière vivante à partir d'une pollution,

b =coefficient cinétique de respiration endogène.

Tableau V.11 : Valeurs de a' et b' en fonction du type de traitement par boues activées

Type de traitement	a'	b'
Faible charge	0,65	0,065
Moyenne charge	0,60	0,08
Forte charge	0,55	0,12

Pour boue à faible charge :

$$a' = 0.65 ; b' = 0.065$$

Calcule la charge DBO₅ éliminé

$$L_e = L_0 - L_s$$

L_s : La charge de DBO₅ à la sortie

$$L_s = S_s * Q_{moyj}$$

S_s : concentration de la DBO₅ à la sortie du bassin biologique.

Rendement d'élimination :

$$R = \frac{L_0 - L_s}{L_0} \cdot 100$$

Tableau V.12 : Caractéristiques des DBO₅ et le rendement d'élimination

Horizon	X _a Kg	[X _a] (Kg/m ³)	L _s (Kg/j)	L _e (Kg/j)	R%
2040	92206.07	3.33	1037.32	12793.60	92.50

Quantité d'o₂ horaire :

$$q_{o2} = \frac{q_{o2}}{24}$$

La quantité d'oxygène nécessaire par m³ du bassin :

$$q_{o2} / m^3 = q_{o2} / v$$

La quantité d'oxygène nécessaire en cas de pointe :

$$q_{o2pte} = (a' L_e / T_d) + (b' \cdot X_a / 24) \quad [10]$$

T_d : période diurne en heures T_d = 16h

✓

Besoin réel en pointe en oxygène :

Le passage des conditions théoriques aux conditions réelles s'effectue à l'aide des coefficients

Correcteurs.

$$Q_{o2 \text{ réel}} = q_{o2pte} / (\alpha \cdot \beta) \quad [10]$$

On a :

$$\alpha = 0.80 \quad \text{et} \quad \beta = 0.85$$

Calcul des caractéristiques de l'aérateur :

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

Les apports spécifiques des aérateurs de surface ont souvent été compris entre 1 et 2

Kg O₂ /Kwh.

$$E_n = \frac{q_{O_2, \text{réel}}}{E_a}$$

E_n : Puissance de l'aération nécessaire.

- q_{O_2} : Besoin réel en oxygène de pointe (kg/h)
- E_a : Quantité d'O₂ par unité de puissance.

On prend : $E_a = 1.2$ kgO₂/ kwh

✓

Puissance de brassage :

La puissance de brassage est donnée par la relation suivante :

$$E_b = Sh * Pa$$

- Pa : puissance spécifique absorbée.
- La puissance spécifique absorbée (Pa) pour les aérateurs de surface est $Pa = 80$ w/m²
- Sh : surface horizontale du bassin.

Calcul de nombre d'aérateurs dans le bassin :

$$N_a = E_n / E_b$$

On prend deux aérateurs ($N_a=6$) après les calculs

Tableau V.13 : Caractéristiques des aérateurs

H	q_{O_2} (Kg/j)	q_{O_h} (Kg/h)	$q_{O_2 \text{pte}}$ (Kg/h)	$q_{O_2 \text{réel}}$ (Kg/h)	E_n (KW)	E_b (KW)	N_a
2040	14309.23	596.22	796.46	1131.57	942.97	158.07	6

b) Bilan des boues

❖

Calcul de la quantité des boues en excès

Les boues en excès sont proportionnelles à la quantité de la DBO₅ éliminée et dépend de la charge massique dans le bassin d'aération.

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

$$\Delta x \text{ (kg/j)} = a_m L_e - b X_a + X_{\min} + X_{\text{dur}} - X_{\text{eff}} \quad [10]$$

X_{dur} : Boues difficilement biodégradable (appelées matières dures), elles représentent 0,3 à 0,35 des MVS.

a_m : Rendement cellulaire augmentation de la biomasse par élimination de la DBO₅,

On prendre: $a_m = 0.65$ (tableau VI.9)

L_e : Quantité de DBO₅éliminée (kg/j)

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

$b = 0,07$ (tableau VI.9)

X_a : Quantité de boues dans le bassin d'aération

X_{eff} : Fuite de MES avec l'effluent dépend des normes de rejet nous avons déjà adopté (30 mg/l)

D'où :

$$L_e = 12793.60 \text{ kg/j}$$

$$X_{\min} = 1867.17 \text{ kg/j}$$

$$X_{\text{dur}} = 33\% \text{ MVS} = 0.33 * 14522.46 = 4792.41 \text{ kg/j}$$

$$X_{\text{eff}} = 30 \times 10^{-3} * 34577.28 = 1037.32 \text{ kg/j}$$

$$X_a = 92206.07 \text{ kg}$$

Concentration de boues en excès :

$$X_m = \frac{1200}{I_m}$$

Avec :

X_m : Concentration de boues en excès (kg/j).

I_m : L'indice de Mohlman.

I_m : Indique la bonne décantabilité des boues s'il se trouve dans la fourchette :

(100-150) Cet indice représente le volume occupé par un gramme de poids sec de boues, après décantation d'une demi-heure dans une éprouvette de 1 litre. On prend :

$$I_m = 125 \text{ ml/ g}$$

D'où : $X_m = \frac{1200}{125}$

$X_m = 9,6 \text{ kg/m}^3$

✓ Débit de boues en excès :

$$Q_{\text{excès}} = \Delta x / X_m$$

✓ Débit spécifique pour m³ bassin :

$$Q_{\text{sp}} = \Delta x / V$$

✓ Débit de boues recyclées :

Elle consiste à extraire les boues activées du fond de clarification (décanteur secondaire) et les envoyer en tête du bassin d'aération afin de réensemencer éliminé et de menteur une concentration sensiblement consiste en micro-organismes.

Epurateur :

Le taux de recyclage peut varier de 15 à 100% de débit de l'effluent produit.

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

X_a : Concentration de boues dans le bassin

3.33Kg/m³ Débit de boues recyclées :

$$Q_r = R \times Q_{\text{moy j}}$$

Age des boues :

L'Age de boues est défini comme étant le rapport entre la quantité des boues présent dans le bassin d'aération et la quantité des boues retirée quotidiennement.

$$A_b = X_a / \Delta x \text{ [11]}$$

Tableau V.14 : Caractéristiques des boues

Horizon	ΔX (Kg/j)	$Q_{\text{excès}}$ (m ³ /j)	R%	Q_{sp} (Kg/j.m ³)	Q_r (m ³ /j)	A_b (j)
2040	7483.68	779.55	53.11	0.27	18364	12.32

V.3.1.2 Le dégazeur :

- Cet ouvrage assure le dégazage de l'effluent avant clarification.
- L'alimentation en liqueurs mixtes à dégazer est faite gravitairement depuis chaque chenal vers l'ouvrage de dégazage.
- Le départ vers chaque clarificateur s'effectue en pied de bêche, les surnageant sont pièges en surface, une goulotte placée sous la surface de dégazage, permet la récupération des flottants lors du passage du racleur circulaire placé en surface de l'ouvrage.
- Le dégazeur est dimensionné des maintenant pour les débits prévus à l'horizon 2040. (voire photo IV.1)

**Photo V.3:** dégazeur**Volume de dégazeur :**

$$V = Q_{\text{moy}} \cdot T_s \quad T_s = 15-20\text{min} \quad T_s = 20 \text{ min}$$

Calcule de diamètre :

$$D = \sqrt{\frac{4V}{\pi \cdot h}} \quad \text{et} \quad h=8\text{m}$$

Tableau V.15: Caractéristique de dégazeur.

	2040
Nombre	1
La forme	Circulaire
Le volume	480.24 m ³
Diamètre	8,74 m
Profondeur	8 m

V.3.2.3 : Décanteur secondaire (clarificateur) :

La clarification des eaux s'effectue dans deux ouvrages indépendants.

La liqueur mixte issue du traitement biologique est envoyée gravitairement vers les clarificateur dégazage.

Les clarificateurs sont de type sucé à fond plat, ce choix est conditionné par le diamètre important des ouvrages et de la nécessaire de contre efficacement

A pour bout la séparation de bloc biologique de l'eau épurée l'extraction des boues décantées de Façon que leur temps de séjour dans l'ouvrage limité.

Le dimensionnement de cet ouvrage dépend surtout de trois facteurs :

- le débit (le débit moyen journalier)
- la concentration de boue dans le bassin d'aération
- et l'aptitude de la boue à décanter

Remarque : Les boues activées sont plus légères et plus volumineuse que les matières en suspensions dans les eaux brutes, et de ce fait, elles sédimentent plus lentement.

Principe de la décantation :

Boue composée de débris minéraux et végétaux, de colloïdes, d'éléments en suspension et en solution, et de micro organismes assurant l'épuration biologique.

La décantation correspond à la séparation des deux phases eau-boue en deux temps:

Floculation → sédimentation → création d'une interface de boue appelée «voile de boue»
(voir Figure V.1)

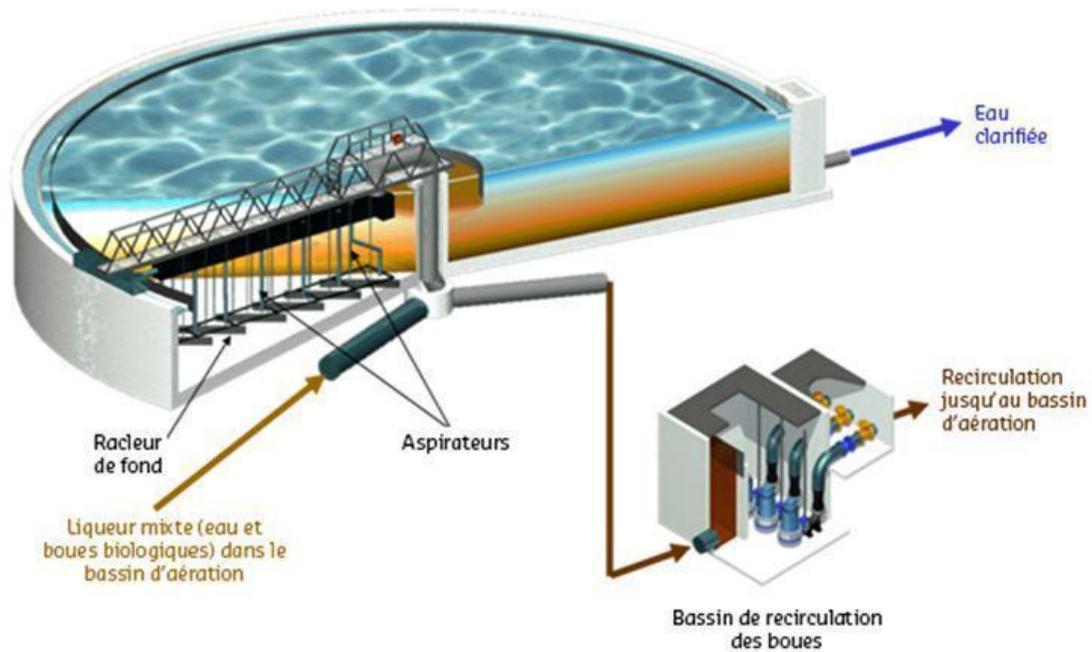


Figure V.1: Schéma d'un clarificateur (décanteur)

Rôle :

Séparer le floc formé dans le bassin d'aération de l'eau traitée

[MES] à l'entrée du décanteur = plusieurs g/l \searrow
Rendement de l'ordre de 92 %

[MES] à la sortie = quelques dizaines de mg /l \nearrow

3 fonctions :

- retenir le maximum de particules en suspension
- concentrer les boues avant leur réintroduction dans le bassin d'aération [MES]
- stocker la boue provisoirement lors d'une surcharge hydraulique temporaire et prévisible

Conditions d'un bon fonctionnement:

- respect des règles de conception
- gestion rationnelle de la production de boue (donc de la concentration)
- maîtrise de la décantation des boues

Volume de clarificateur :

$$V = Q_{\text{moy}} \cdot T_s$$

$$T_s = 7 \text{ heures}$$

A.N

$$V = (34577.28/24) \cdot 7 \quad \rightarrow V = 10085.04 \text{ m}^3$$

Nous prenons deux clarificateurs pour chaque horizon :

$$V = 10085.04 \text{ m}^3 \quad V_u = 5042.52$$

Diamètre unitaire de chaque décanteur :

$$D = \sqrt{\frac{4V}{\pi \cdot h}}; \quad h=3 \text{ à } 4 \text{ m}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 5042.52}{3.14 \cdot 3.5}} = 42,84$$

Temps de séjour pour Q_d :

$$T_s = V/Q_d$$

Tableau V.16: Caractéristiques de clarificateur

Horizon	V (m ³)	V _u	D(m)	Q _d (m ³ / h)	T _{s,diurn} (h)
2040	10085.04	5042.52	42.84	2161.0 8	4.67

V.3.3. Traitement des boues

V.3.3.1 : Dimensionnement de l'épaisseur :

L'épaisseur constitue la première étape des filières de traitement des boues. Il sera dimensionné en fonction des charges polluantes éliminées dans le clarificateur.

- ✓ Données de calculs :
- $\Delta X = 7483.68 \text{ kg/j}$
- $Q_r = 18364 \text{ m}^3/\text{j}$



Hauteur d'épaississement

La hauteur d'épaississement est la somme de la hauteur de compression nécessaire

Pour atteindre la concentration souhaitable et d'une hauteur de revanche. Celle-ci doit

Permettre a la fois :

- la clarification du liquide interstitiel,
- les variations du niveau de boues liées aux variations des conditions D'extraction,

- la bonne répartition hydraulique de la liqueur entrante.

Une hauteur de 3,5 a 4m, prenant en compte le volume de stockage, est à préconiser

On prendre $h=4m$

Dimension de l'épaississeur

On appliquera une charge spécifique au radier de 60 Kg/m².j

La surface totale de l'épaississeur :

$$S = \frac{\Delta X}{C_s}$$

ΔX : La quantité des boues en excès (kg/j)

C_s : La charge spécifique (kg/m²)

S= la surface de l'épaississeur (m²)

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}}$$

V avec : h = hauteur d'épaississement.

La capacité de l'épaississeur : $V=S \cdot h$ • On

V avec : h = hauteur

d'épaississement prendre $h=4 m$

Le temps de séjour dans l'ouvrage :

Les résultats de calcul sont représentés dans le tableau (V .17) :

Tableau V .17 : Caractéristiques de l'épaississeur

Horizon	S (m ²)	D (m)	V (m ³)	t _s (min)
2040	124.73	12.61	498.92	39.12

V.3.3.2 : Déshydratation :

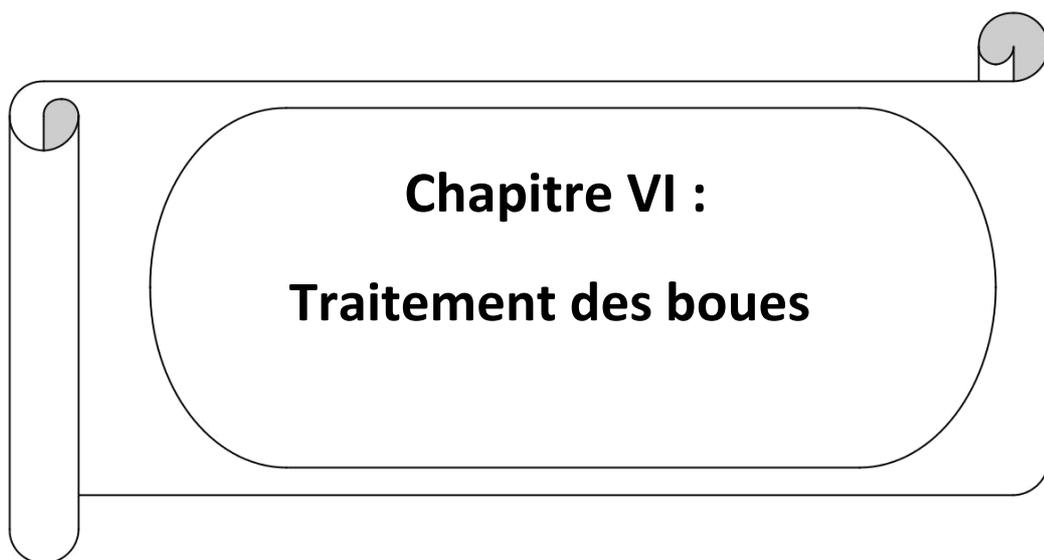
La déshydratation des boues se fera par centrifugation.

La boue est introduite dans un bol cylindro-conique à axe horizontal, entraîné à très grande vitesse de rotation, qui provoque, sous l'effet de la force centrifuge, la séparation des phases liquides et solides. Les matières déposées sur la paroi interne du bol sont entraînées en continu par une vis racleuse hélicoïdale (tournant à une vitesse légèrement différente du bol) pour être évacuées à une extrémité du rotor, tandis que le liquide clarifié déborde par un déversoir à l'extrémité opposée.

Conclusion :

Dans ce chapitre, on a pu dimensionner les différents ouvrages qui constituent la station d'épuration de Sidi Merouane, à faible charge.

Le bassin de désinfection non exploitée, Les effluents traités sont destinés à être rejetés dans la cuvette du barrage de Beni Haroune, puis acheminés vers la station de traitement des eaux potables.



Chapitre VI :
Traitement des boues

Introduction :

L'eau usée contient divers polluants organiques et biologiques. Le rejet des eaux usées directement dans la nature ou après un traitement insuffisant peut donc avoir impact négatif sur l'environnement et potentiellement sur les hommes. D'où l'importance du traitement des eaux usées et de ses sous-produits.

Il existe deux types de boues : les **boues urbaines**, résidus de l'épuration des eaux usées domestiques et les **boues industrielles** produites par les unités de traitement des eaux industrielles.

Le présent chapitre ne s'intéressera qu'aux boues de station d'épuration Sidi Merouane, dont les collectivités sont responsables. Il présente les différentes étapes et technologies de traitement des boues ainsi que les conditions de valorisation ou d'élimination.

VI.1. Origine des boues :

Les boues produites par les stations d'épuration sont essentiellement des particules solides non retenues par les pré-traitements et les procédés de traitement de l'eau (dégradation et séparation des polluants de l'eau). [12]

Les boues issues d'une station d'épuration se présentent sous forme de quatre catégories :

1. **Les boues de traitement primaire (boues primaires)** : c'est les boues issues d'une décantation physique dans le décanteur primaire.
2. **Les boues physico-chimiques** : c'est des boues primaires mais obtenues à l'aide d'ajout de réactifs dans le but d'une floculation puis une décantation rapide (procédé de coagulation floculation).
3. **Les boues secondaires** : récupérées après traitement biologique dans le clarificateur.
4. **Les boues mixtes** : c'est le mélange de boues secondaires avec les boues primaires ; c'est les boues issues de toute la filière de traitement (de la station).

VI.2. Objectif de traitement des boues :

Les buts du traitement des boues étant :

- **La stabilisation des boues** dont l'objectif est de réduire leur fermentescibilité pour atténuer ou supprimer les mauvaises odeurs.
- **La réduction de la teneur en eau** des boues, visant à diminuer la quantité de boues à stocker et à épandre, ou améliorer leurs caractéristiques physiques (tenue en tas notamment).
- **L'hygiénisation** visant à éradiquer la charge en micro-organismes pathogènes.

- Valoriser ces boues dans le domaine agricole et industriel.

VI.3. Etapes de traitement des boues :

VI.3.1. Epaissement

L'épaissement est généralement la première étape du traitement des boues. C'est un procédé simple, consommant peu d'énergie. Il sert principalement à réduire le volume des boues brutes et constitue une étape préalable aux traitements suivants. Le taux de siccité obtenu peut atteindre jusqu'à 10% de MS. Quelle que soit la technique utilisée, l'eau récupérée doit être recyclée en tête de station.

On distingue deux types d'épassements :

- Epaissement par flottation.
- Epaissement par gravitation. [11]

VI.3.1.1. Epaissement par flottation :

Dans ce type d'épassement, les fines bulles d'air formées par dépressurisation s'accrochent aux floes des boues, le mélange air matière s'élève à la surface où il est éliminé par raclage de surface. [11]

VI.3.1.2. Epaissement par gravitation :

Cette technique est la plus utilisée pour la concentration des boues. Elle est très répandue dans les grandes stations (10 000-100 000 EH). Une hauteur de 3,5 à 4m est préconisée pour le bassin de décantation, en tenant compte du volume de stockage, afin de faciliter le tassement de la boue. La siccité des boues à la sortie de ce procédé varie de 2 à 10% selon la nature des boues traitées.

L'exploitation est simple mais de faible performance sur les boues biologiques (boues très fermentescibles) avec une siccité seulement de 1,5-2,5%. De plus, la mise en place de l'ouvrage nécessite une surface et un volume très importants. [11]

Le temps de séjour des boues dans l'épasseur est d'environ 48h. La performance est variable selon la nature des boues : pour les boues primaire, 40-80kg de MS / m²/jour, et pour les boues biologiques : 25kg de MS/m²/jour. [11]

VI.3.2. Stabilisation :

Le rôle assigné à la stabilisation est d'assurer la réduction du caractère fermentescible des boues organiques, pour éviter les nuisances, notamment l'émission de mauvaises odeurs lors de leur stockage et de leur traitement de déshydratation. La destruction des germes pathogènes peut parfois être aussi un objectif. [13]

Les boues produites à l'état liquide peuvent être stabilisées par des procédés de traitement chimiques ou biologiques (aérobies ou anaérobies).

VI.3.2.1. Stabilisation chimique

Elle est obtenue par adjonction massive de chaux aux boues. L'élévation de pH a pour effet de bloquer les fermentations et d'éviter ainsi le dégagement de mauvaises odeurs. On procède généralement à l'adjonction de chaux éteinte (sous forme de lait de chaux) soit en amont d'un épaisseur de boues pour y stopper les fermentations, soit sur les boues liquides épaissies avant valorisation agricole. Même avec des fortes doses de chaux allant jusqu'à 30 % en masse de la matière sèche, il ne s'agit en réalité que d'une stabilisation temporaire, qui n'autorise pas un stockage de longue durée.

C'est pourquoi, on préfère, très souvent, employer des procédés biologiques de stabilisation, qui éliminent la matière organique facilement biodégradable, à l'aide de bactéries spécifiques aérobies ou anaérobies. [13]

VI.3.2.2. Stabilisation biologique :

Stabilisation aérobie :

Ce procédé consiste à aérer la boue pendant une période prolongée, au cours de laquelle les microorganismes aérobies, placés en phase de respiration endogène, dégradent les matières organiques libres ou stockées dans la masse bactérienne.

Comme tout processus biologique, la stabilisation est fortement influencée par la température.

La durée d'aération des boues est au minimum de 10 jours à 20 °C et 14 jours à 12 °C. [7]

Stabilisation anaérobie (digestion anaérobie) :

La digestion anaérobie, qui se réalise par fermentation méthanique des boues dans des cuves fermées, à l'abri de l'air, nommés digesteurs, permet d'atteindre un taux de réduction des matières organiques de 45 à 50 % en masse.

La stabilisation anaérobie comprend deux phases, le premier est la liquéfaction qui conduit à la production d'acides volatiles ; La seconde est la phase de gazéification où les acides volatiles produisent du gaz méthane [7].

VI.3.3. Conditionnement :

La rupture de la stabilité colloïdale des boues peut être obtenue en appliquant plusieurs principes de nature physique, chimique ou thermique, ou leurs combinaisons. Les techniques les plus souvent mises en œuvre sont les conditionnements chimique et thermique [14].

- **Conditionnement chimique :**

Les sels ferriques [FeCl_3 , FeSO_4Cl , $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$] et d'aluminium [$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$, AlCl_3], généralement utilisés conjointement avec la chaux, restent les plus efficaces et le plus couramment utilisés dans la déshydratation des boues organo-colloïdales par filtration sous vide ou sous pression élevée. Les doses sont rapportées, en produit pur, à la teneur en matières sèches de la boue. [15]

Conditionnement thermique :

Il consiste à traiter les boues organocolloïdales par cuisson par des procédés technologiquement différents. Si la boue est chauffée à une température variant entre 160 et 210 °C sa structure est irréversiblement transformée en libérant la majeure partie de l'eau liée ou combinée. Le temps de cuisson varie de 30 à 90 min. [15]

Le conditionnement thermique est particulièrement adapté aux stations importantes équipées de digesteurs. Le gaz produit peut alors être utilisé directement dans les chaudières fournissant la chaleur nécessaire au conditionnement. Les dépenses de fonctionnement sont alors réduites.

VI.3.4. Déshydratation :

La déshydratation est destinée à diminuer le taux d'humidité et donc le volume de ces boues, de façon à faciliter les opérations d'évacuation.

VI.3.4.1 Déshydratation artificielle :

Pour les stations d'épuration physico-chimique ou biologiques des eaux résiduaires urbaines et industrielles, produisant des volumes de boues importants, on est évidemment conduit à rechercher des techniques de séchage plus élaborées, permettant d'aboutir plus rapidement à un résultat.

On distingue :

- La filtration.
- La déshydratation par centrifugation.

a) La filtration :

L'essorage des boues par filtration est le mode de déshydratation jusqu'ici le plus utilisé dans le traitement des boues provenant de l'épuration de l'eau. Cette filtration peut consister en un simple drainage sur lits de sable, ou en une filtration sous vide ou sous pression, faisant appel à des matériaux plus élaborés [16].

b) La centrifugation :

La boue floclée est introduite dans un bol cylindro-conique à axe horizontal entraîné à très grande vitesse de rotation (variable suivant le diamètre du bol) qui provoque, sous l'effet de la force centrifuge, la séparation des phases liquides et solides.

Les matières déposées sur la paroi interne du bol sont entraînées en continu par une vis racleuse hélicoïdale (tournant à une vitesse légèrement différente du bol) pour être évacuées à une extrémité du rotor, tandis que le centrifugat déborde par un déversoir à l'extrémité opposée [16].

VI.3.4.2. Déshydratation naturelle (séchage) :

Les lits de séchage :

Le séchage des boues sur lits de sable est une technique de déshydratation naturelle. Elle n'est à retenir que sur des boues bien stabilisées (digérées anaérobies ou éventuellement d'aération prolongée). L'aire de séchage comprend deux couches :

- Une première couche support de graviers ou sont aménagés des drains.
- Une deuxième couche filtrante de sable.

Cette technique est basée sur une première phase de drainage et une deuxième de séchage atmosphérique. Cette dernière demeure tributaire des conditions climatiques.

Ces lits de séchage sont mis sous serre pour non seulement tirer parti du phénomène d'évaporation naturelle, mais aussi de l'accélérer par les rayons du soleil. On parle alors de séchage solaire. En sortie des lits de séchage, les boues sont solides [13].

Lits de séchage plantés de roseaux :

C'est un procédé de traitement des boues qui permet l'épaississement, la minéralisation et le stockage. Les boues produites par les stations d'épurations sont directement extraites du bassin d'aération et alimentent le lit planté de roseaux. L'eau contenue dans les boues s'infiltre à travers le massif filtrant constitué de plusieurs couches de matériaux (sable, gravier, galets...) et est récupérée ensuite par des drains. La boue est retenue à la surface du massif [13].

VI.4. Destination finale des boues :

Actuellement trois destinations ultimes sont possibles et pratiquées :

VI.4.1 Valorisation des boues :

Valorisation agricole :

L'épandage agricole est une pratique ancienne, qui a connu un essor important ces 30 dernières années du fait de l'augmentation de la population et de la généralisation des stations d'épuration dans les villes.

L'épandage a un double objectif :

- utiliser les sols pour "digérer" les boues.
- faire bénéficier les agriculteurs des capacités fertilisantes des boues.

Les boues sont susceptibles de contenir des éléments biologiques ou chimiques pouvant avoir un impact sur l'environnement ou la santé (bactéries, hydrocarbures, etc.), La réglementation impose donc des analyses avant épandage et fixe des teneurs limites pour éviter toute contamination [14].

Il faut savoir que :

Tous les sols ne sont pas adaptés à recevoir des boues (sols argileux).

- L'utilisation agricole n'est possible que durant certaines périodes de l'année. On doit prendre en considération les types de cultures pratiquées et le climat.

VI.4.2 Mise en décharge :

Les boues doivent être stabilisées ; (siccité minimum : 30 % et / ou conditionnées à la chaux par exemple). C'est une solution de plus en plus coûteuse (manque de place, aménagement de plus en plus strict des décharges) et mal adaptée.

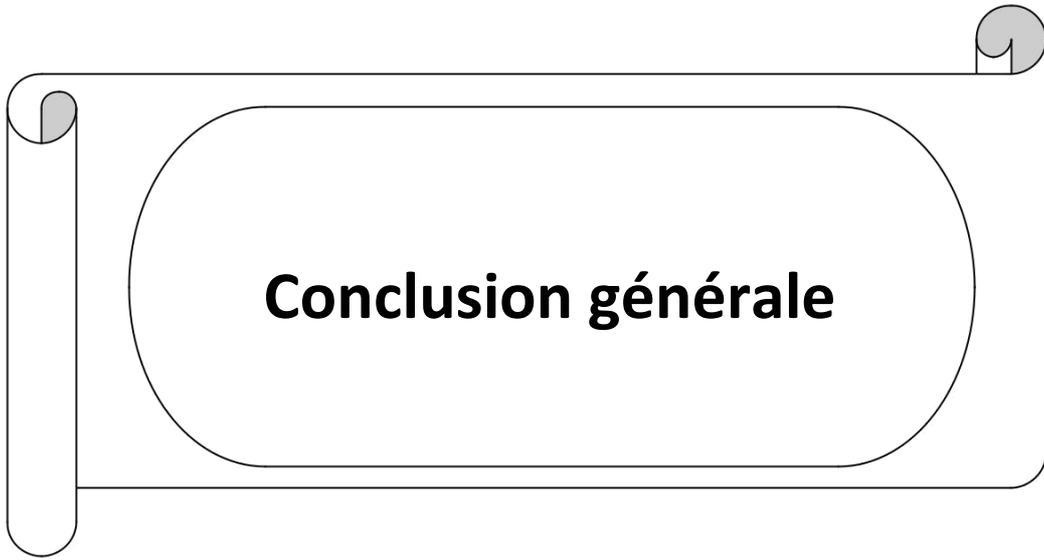
IV.4.3 L'incinération :

Il s'agit en général de la solution d'élimination considérée comme le dernier recours, à n'utiliser que si les autres voies sont techniquement ou réglementairement impossibles (boues non valorisables, car non conformes à la norme ; mise en décharge interdite ou trop coûteuse, car site trop éloigné du lieu de production).

L'incinération est souvent utilisée pour les stations des grandes agglomérations urbaines, pour lesquelles se pose le problème des surfaces disponibles à dégager dans les plans d'urbanisme pour l'épandage ou la décharge des déchets boueux. Elle ne se justifie sur les boues organiques industrielles que si les installations de traitement d'eaux résiduaire produisent d'importantes quantités de boues (> 20 t MS/j) dont le bilan thermique n'est pas trop défavorable [17].

Conclusion :

Le traitement des eaux usées conduit à la production de boues, qui contiennent des composés inertes et organiques, des polluants et des pathogènes. Un traitement adapté et performant de ces boues est donc indispensable pour maîtriser de façon globale l'assainissement des eaux usées.



Conclusion générale

Conclusion générale

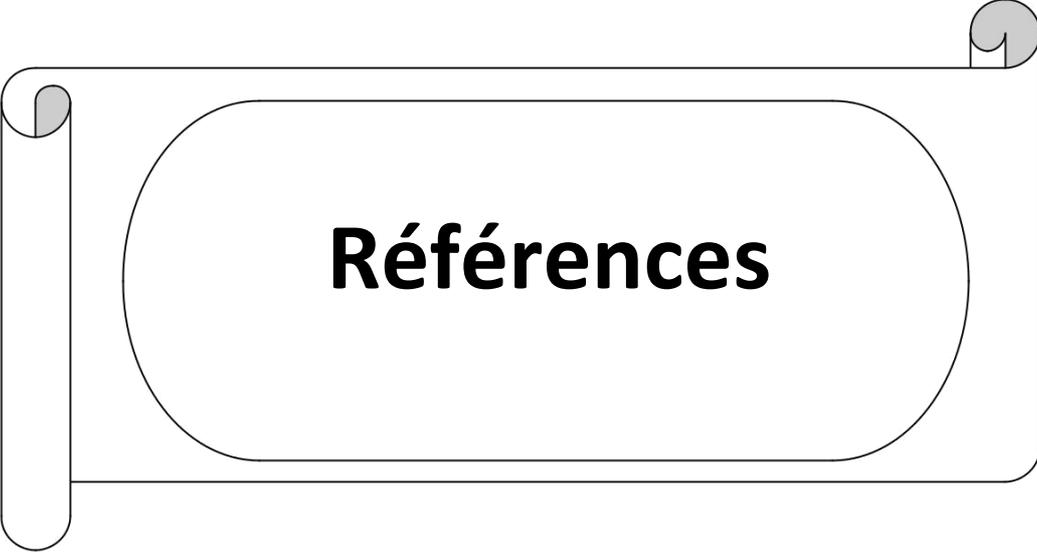
Malgré une utilisation plus efficace de l'eau dans de nombreux pays développés, la demande en eau douce a contribué à augmenter au fur et à mesure de l'accroissement de la population mondiale et de l'activité économique. Selon certaines projections récentes, en 2040 les deux-tiers de la population mondiale connaîtront une pénurie d'eau modérée à importante, tandis qu'environ la moitié feront face à de sévères et réelles difficultés d'approvisionnement. Les conditions de pénuries sont particulièrement délicates au Moyen-Orient et en Afrique du Nord, régions arides qui abritent environ 5 % de la population mondiale mais ne possèdent que 1 % des ressources d'eau douce.

L'Algérie est une région qui est touchée par la rareté de la ressource en eau naturelle, c'est pourquoi nous avons pensé valoriser l'eau épurée de par sa réutilisation au lieu de la rejeter aux milieux naturels.

La réutilisation des eaux usées, permettra un gain en ressource naturelle, une protection de l'environnement et l'équilibre écologique, ainsi qu'une prévention des maladies à transmission hydrique, vu que l'eau usée subit une épuration poussée avant sa réutilisation.

Dans notre contribution, Le niveau de traitement requis nous a conduit à faire un traitement par boues activées faible charge, travaillant en nitrification-dénitrification associée à un déphosphatation biologique.

- Le dimensionnement de la STEP à l'horizon 2040 a permis d'opter pour un prétraitement, constitué d'un dégrilleur, et d'un déssableur-déshuileur de longueur 12.46 m, hauteur 1.2 m et d'une largeur de 6.23 m
- La station d'épuration est dépourvue d'un décanteur primaire
- Le procédé biologique était constitué d'un bassin d'aération de hauteur de 7 m et de longueur 70.28 m.
- Enfin pour une fiabilité maximale et une grande souplesse d'exploitation de traitement biologique (boue activée + clarification) est constituée par deux files parallèle et isolable l'une à l'autre, le clarificateur avait une hauteur de 3.5m et un diamètre de 42.48 m.
- Le calcul effectué permet de conclure que les valeurs estimées sont très proche à la réalité.



Références

Références bibliographiques

[1] **station pluviométrique de hamala wilaya de mila**

[2] **HAOUATI EL HAOUAS :2 0 0 7**; Etude de réhabilitation et d'extension de la station d'épuration de la ville de Djelfa

[3] **BEADRY. J P., 1992** le griffon d'argil " chimie des eaux" Tome I Ed EYROLLES. Paris

[4] **GAID.A : 1984** "Épuration biologique des eaux usées urbaines " Tome I Ed . OPU Alger .

[5] **H.MONCHY, 1978 ;** " Mémento d'assainissement" Ed. EYROLLES, Paris

[6] **KOLAI. D., 2004**, Cours de réutilisation des eaux usées –ENSH-BLIDA

[7] **KERBOUB. H : 2014** ; étude d'extension de la station d'épuration de beni messous (w.alger).MFE, ENSH,

[8] **SEBTL.R., 2015** ; l'archive de la STEP de sidi merouane.

[9] **DERNOUNI .F., 2004**, cours de 4^{e m e} année d'assainissement , ENSH,BLIDA

[10] **BIOUD. A .,** Conception de la station d'épuration des eaux usées urbaines de la ville de sidi rached (w. de tipaza)

[11] **DJEBALI. O., 2008**; contribution à la réhabilitation de la station d'épuration de baraki (w.alger).MFE, ENSH, .

[12] **MOHAMED KHALIL. N. 2014. ,** conception de la station d'épuration a boues activee de la ville de ramdane djamel(w.skikda) MFE, ENSH,

[13] **SAIDJ. A., 2013** ; Conception d'une station d'épuration pour la ville de Draa El Mizane (Tizi-Ouzou), MFE, ENSH,.

[14] **HAMICHE. L : 2013** Conception d'une station d'épuration pour la ville de Beni Douala (Tizi-Ouzou), MFE, ENSH,

[15] **BAKEL ELHADJ., 2010** ; conception de la station d'épuration de la ville de tissemsilt (w.tissemsilt). MFE, ENSH.

[16] **SAFRI. N., 2008** ; Conception de la station d'épuration de Benchougrane dans la ville de Mouzaia (W.Blida), MFE, ENSH.

[17] **NAMAOUILL., 2010** ; Diagnostic et réhabilitation de la station d'épuration de Baraki (W. Alger) MFE, ENSH .

Références des figures

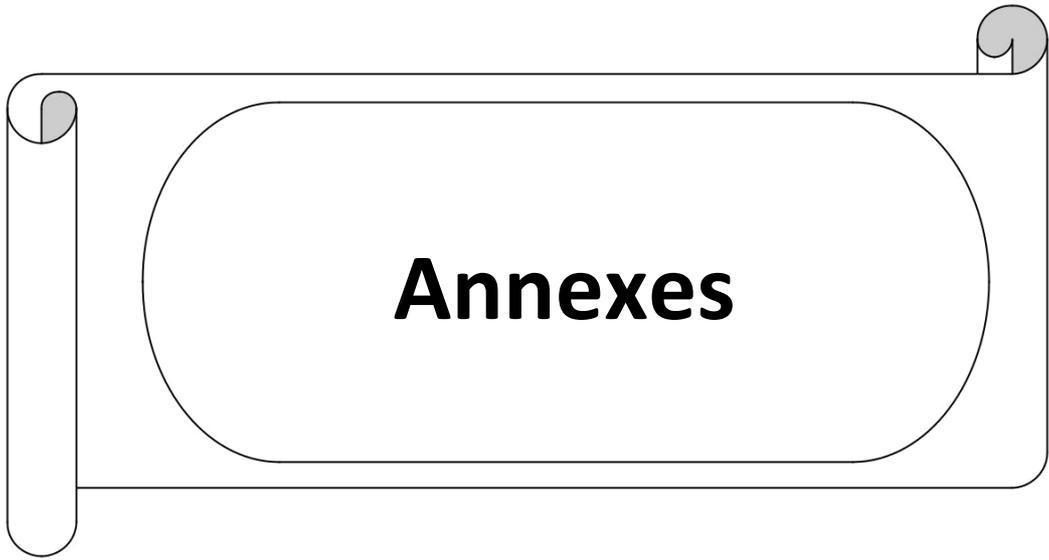
[a] https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Sidi_M%C3%A9rouane&action=history

[b] https://fr.wikipedia.org/wiki/Sidi_M%C3%A9rouane#.C3.89conomie

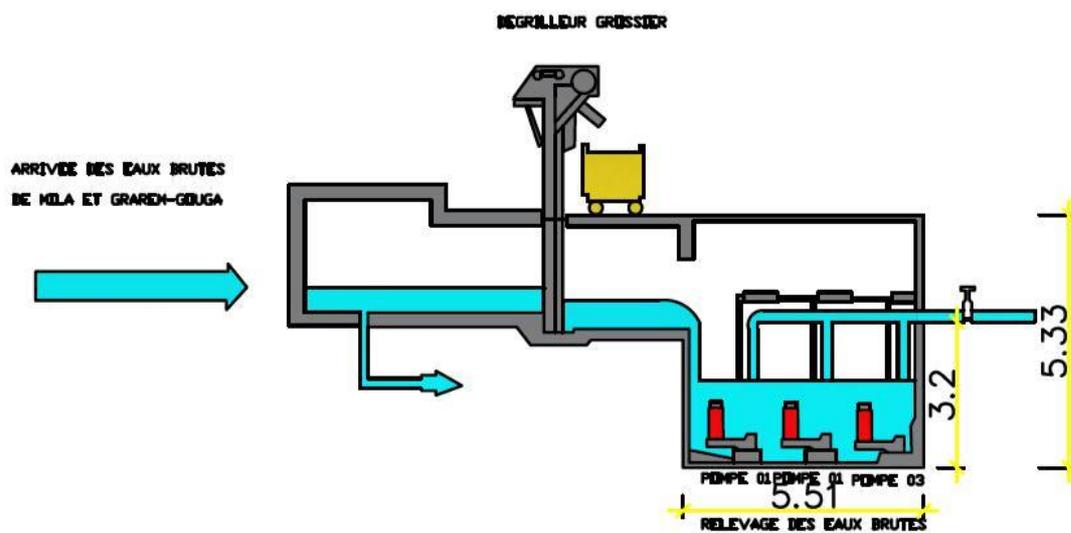
[c] **Bouhoreira. M.**, Dimensionnement d'une Station d'épuration pour la ville de Adrar(w. adrar). MFE, ENSH, promotion, **2016**.

[d] **DJEBALI. O.**, Contribution à la Réhabilitation de la Station d'Épuration de Baraki(w. alger). MFE, ENSH, promotion, **2008**.

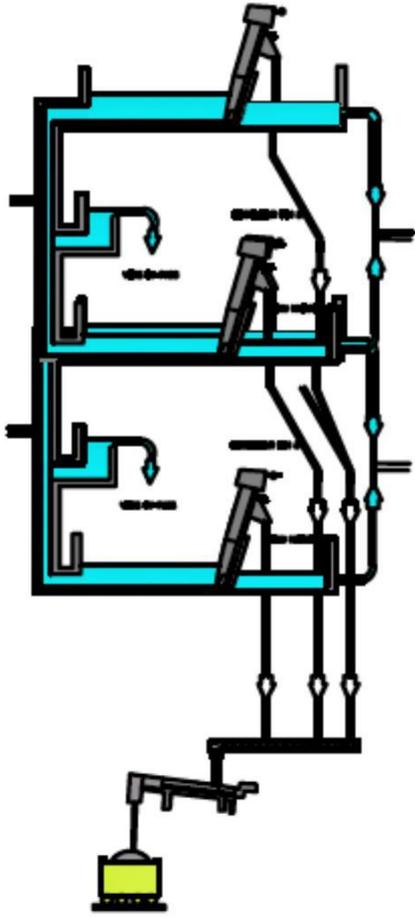
[e] **MIRA.Y.**, Contribution à la conception de la station d'épuration d'ISOLA 2000(France).MFE, promotion, **2008**.



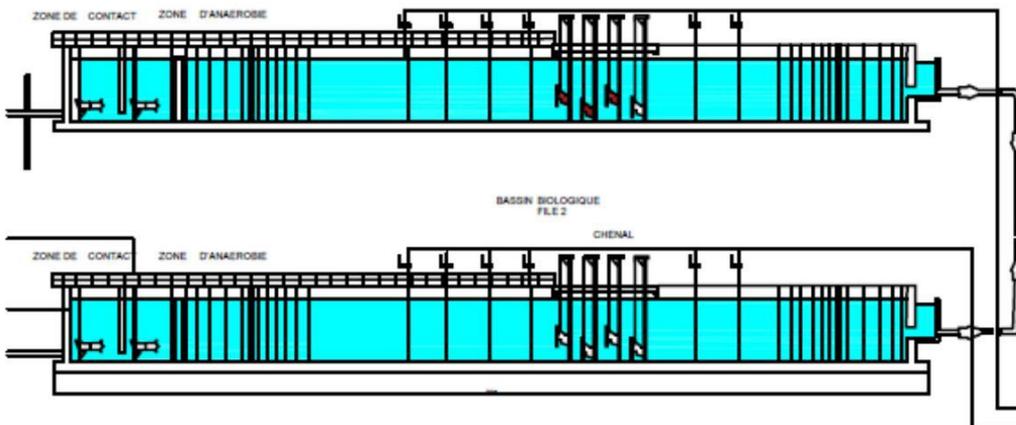
DEGRILLEUR GROSSIER



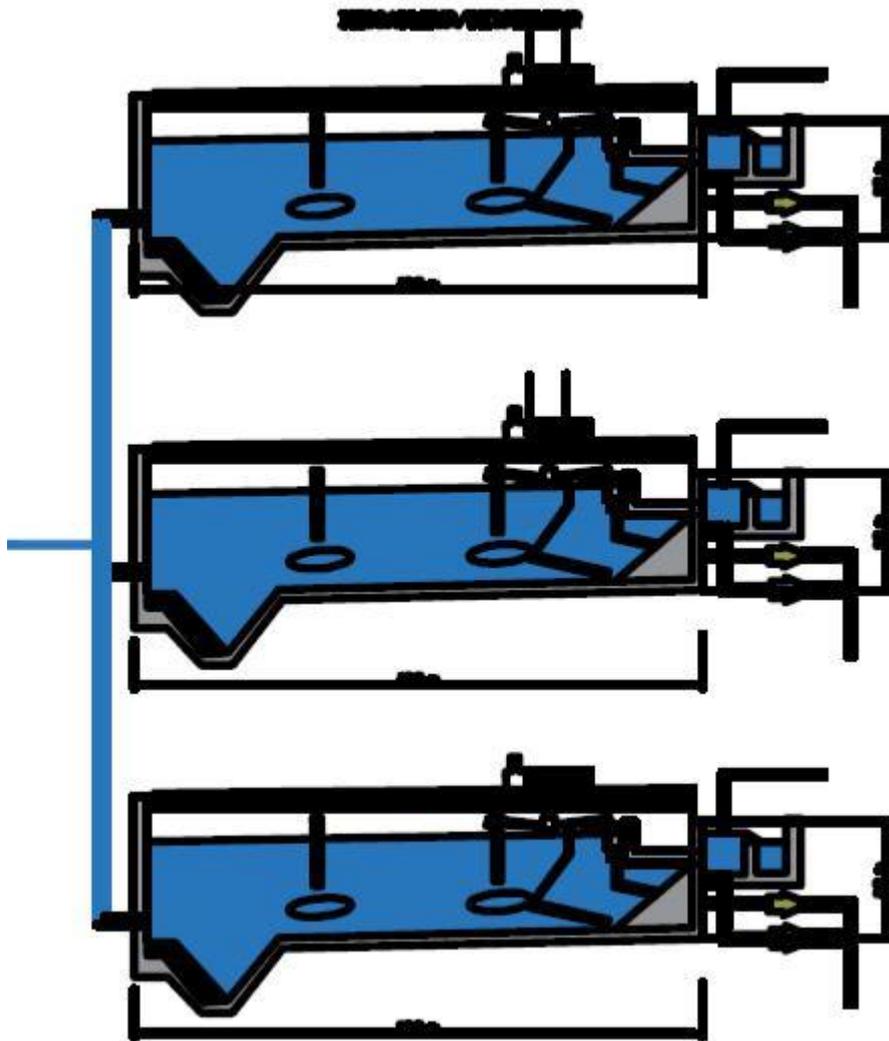
DEGRILLEUR FIN



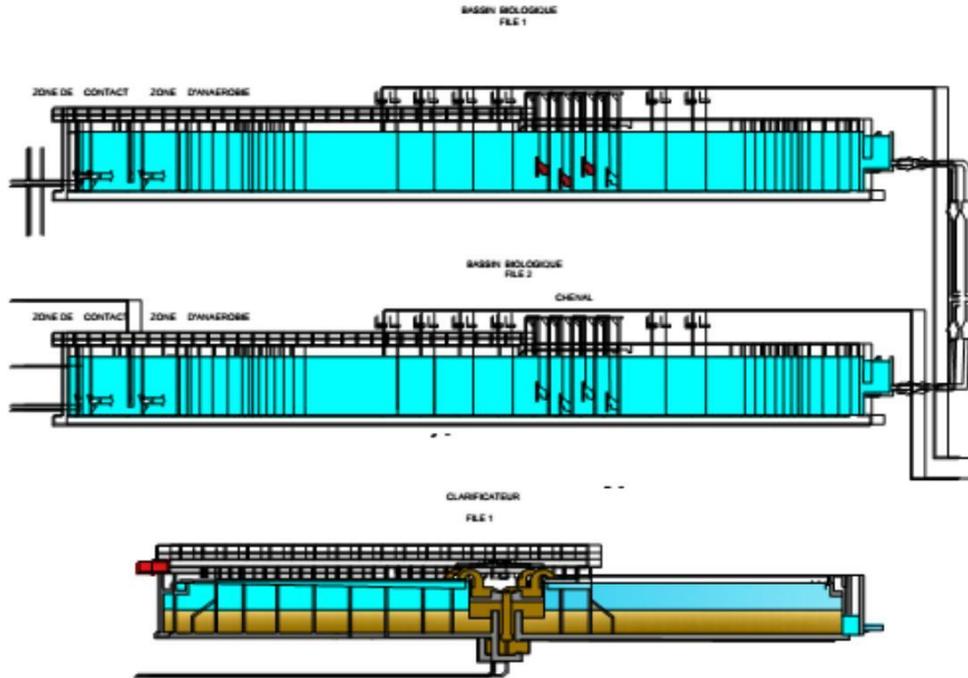
BASSIN BIOLOGIQUE
FILE 1



DESSABLEUR-DESUILLEUR



BASSIN BIOLOGIQUE



DEGAZEUR

