

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'enseignement Supérieur et de la

Recherche Scientifique

Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou

Faculté du Génie de la Construction

Département de Génie Civil



Mémoire de fin d'études

*En vue de l'obtention du Diplôme de Master Académique en
Hydraulique*

Option : Ouvrages Hydrauliques

Thème

***Dimensionnement d'une station
d'épuration pour la ville côtière
d'Iflissen***

dirigé par :

Professeur DEHMOUS Hocine

Réalisé par :

M'ZYENE Merzouk

OUALI Hocine

Présenté devant les membres de jury :

**BOUHALI
KHETTAOUI**

**Sofiane
Mohammed**

Promotion : 2019/2020

Remerciements

Tout d'abord nous exprimons nos remerciements à Dieu le clément qui nous a donné la force et le courage d'aller au bout de notre objectif.

*Nous exprimons notre profonde gratitude et nos sincères remerciements à **M. DEHMOUS Hocine**, notre promoteur pour ses conseils, ses orientations et surtout son temps ainsi que la confiance qu'il nous a témoigné, merci pour tous vos efforts.*

*C'est ainsi que nos remerciements vont à **M. MERRADJI Yahia**, **M. HADJHAMOU Mohamed Amezyane** et **M. KISSOUM Madjid** pour leurs confiances sans égale qui n'ont à aucun moment lésiné leurs efforts pour nous aider, nous vous prions messieurs d'accepter nos hommages.*

Nous avons l'honneur d'exprimer nos remerciements aux membres du jury qui ont bien voulu examiner notre travail.

Nous remercions également tous les enseignants qui nous ont accompagné durant notre cycle universitaire et tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce présent travail.

Dédicaces

Du profond de mon cœur, je dédie ce travail a tous ceux qui me sont chers,

A ma chère mère

Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien-être.

Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours.

Puisse dieu, le très haut, vous accorde santé, bonheur et longue vie.

A la mémoire de mon père

Ce travail est dédié à mon père, décédé trop tôt, qui m'a toujours poussé et motivé dans mes études, et qui m'a légué une bonne éducation, et valeurs lumières de vie.

J'espère que, du monde qui est sien maintenant, il apprécie cet humble geste comme preuve de reconnaissance.

Puisse Dieu, le tout puissant, l'avoir dans sa sainte miséricorde.

A mes chères sœurs et chers frères pour leurs encouragements permanents, et leurs soutiens.

A la mémoire de mes grands-parents.

A tous mes camarades de ma promo M2 ouvrages hydraulique et tous mes amis de longue date.

A tous les militants de la liberté et de la démocratie

Et à mon cher camarade M'ZYENE Merzouk

HOCINE

Dédicaces

*Je dédie ce modeste travail en guise d'amour, du respect et de
reconnaissance à*

A la mémoire de mes chères grands-parents

*A l'être le plus cher de ma vie, ma mère, que ce travail soit l'exaucement de vos
vœux tant formulés*

A celui qui m'a fait de moi un homme, mon père et qui a veillé à ma réussite

A mes chers frères et sœurs, source de joie et de bonheur

A toute ma famille, source d'espoir et de motivation

A tous mes amis, tout particulièrement mon binôme

A vous cher lecteur.

Merci

MERZOUK

Résumé

Notre projet de fin d'étude consiste à réaliser une station d'épuration pour la localité d'Iflissen dans le but d'améliorer les conditions écologiques de la région, la qualité des eaux usées, préserver le milieu naturel et protéger la santé publique.

Le but de cette step consiste aussi à protéger les plages d'Iflissen et éliminer les pollutions engendrées par les eaux usées rejetées dans ces lieux d'attractions, et cela afin d'encourager l'activité du tourisme, chose qui crée un enchaînement de développements local pour la région.

Dans ce mémoire nous avons dimensionné une station d'épuration des eaux usées par boues activées, pour l'horizon 2050, pour une capacité de 56355 EH.

Abstract

Our end-of-study project is to build a wastewater treatment plant for the locality of Flissen with the aim of improving the ecological conditions of the region, the quality of wastewater, preserving the natural environment and protecting public health.

The goal of this step is also to protect the beaches of Iflissen and eliminate the pollution generated by the wastewater discharged into these places of attractions, and this in order to encourage the activity of tourism, something which creates a chain of local developments for the region.

In this brief, we have sized an activated sludge wastewater treatment plant for the 2050 horizon, for a capacity of 56355 PE.

Agzul

Asenfar-nney n taggara n tezrawt iswi-ines, d asnulfu n teysurt n usizdeg ak d asneri n tyara n waman iluyen ,asehbiber yef twenaqt d tezmert n yimdanen d tdawsa-nsen.

iswi nniđen d asehbiber yef tezdeg n teftisin n yiflisnen, d tukksa n ubluley id-yekkan seg waman yettwaxedmen yettmirin deg mukan agi umereh,anect agi di lmend usebyes n tmerrit ara d-yeglun s ubayur admsan n tamnaqt merra.

Deg tezrawt-agi, nessuter lebni n teysurt usizdeg n waman iluyen sya yer useggas n 2050 i wazal n 56355 (ai).

LISTE DES FIGURES

Figure I. 1 Situation géographique de la zone d'étude (Echelle 1 :25000).....	3
Figure I. 2 Evolution démographique de la zone d'étude.....	13
Figure I. 3 Site de la future step(Echelle 1 :25000).....	14
Figure III. 1 Principe d'épuration d'une eau usée.	29
Figure III. 2 dessin représentatif d'un dégrilleur à l'entrée d'une station d'épuration.	31
Figure III. 3 grille manuelle.	32
Figure III. 4 grille mécanique.	33
Figure III. 5 Ouvrage de dessablage.	34
Figure III. 6 dégraissage et déshuilage.	35
Figure III. 7 Schématisation du procédé coagulation-floculation.	38
Figure III. 8 Schéma de principe d'un lagunage naturel.....	40
Figure III. 9 Principe de la filière lagunage aéré.....	40
Figure III. 10 Principe de la filière lit planté de roseaux.	41
Figure III. 11 Principe de la filière boues activées.	42
Figure III. 12 Schéma de principe d'un décanteur secondaire (clarificateur).	43
Figure III. 13 Schéma de la filière lit bactérien précédé par un décanteur-digesteur.	44

Liste des tableaux

TABLEAU I. 1 REPARTITION MOYENNE DES VITESSES MOYENNES DU VENT (M/S)	5
Tableau I. 2 Pluviométrie interannuelle moyenne	6
TABLEAU I. 3 TEMPERATURES MOYENNES	7
TABLEAU I. 4 MOYENNE INTER ANNUELLE DES HUMIDITES	8
Tableau I. 5 Situation démographique des villages situés dans la zone d'étude	11
TABLEAU I. 6 EVOLUTION DEMOGRAPHIQUE	12
Tableau II. 1 Valeurs limites maximales de la teneur en substances nocives des eaux usées autres que domestiques au moment de leur déversement dans un réseau public d'assainissement ou dans une station d'épuration.	26
Tableau II. 2 les valeurs limite des paramètres de rejet dans un milieu récepteur.	27
Tableau IV. 1 Estimation de la population raccordée au réseau d'assainissement projeté à différents horizons.....	46
Tableau IV. 2 Besoins théoriques en eau potable pour la population.....	47
Tableau IV. 3 normes de rejets recommandées par l'OMS.....	51
Tableau IV. 4 : L'analyse des prélèvements d'échantillons des trois rejets différents.....	52
Tableau IV. 5 Tableau récapitulatif des charges hydrauliques et des charges polluantes de la station d'IFLISSEN.	54

Tableau V. 1 Valeur du coefficient de forme des barreaux du dégrilleur.....	58
Tableau V. 2 tableau récapitulatif des résultats du dimensionnement de la grille.....	60
Tableau V. 3 tableau récapitulatif des résultats du dimensionnement du dessableur-déshuileur.....	63
Tableau V. 4 Les valeurs moyennes des paramètres a' et b'	67
Tableau V. 5 Valeurs de a et b pour les différents types de traitement par boues activées.....	68
Tableau V. 6 Les valeurs moyennes des paramètres a_m et b	69
Tableau V. 7 tableau récapitulatif des résultats du dimensionnement du bassin d'aération.....	72
Tableau V. 8 tableau récapitulatif des résultats du dimensionnement du clarificateur.....	74
Tableau V. 9 tableau récapitulatif des résultats du dimensionnement du bassin de désinfection.....	76
Tableau V. 10 tableau récapitulatif des résultats du dimensionnement d'épaississeur et du lit de séchage	82

Liste des abréviations et symboles

DN : diamètre normale.

ANRH : agence national des ressources hydriques

CW : chemin wilaya.

RN : route national.

DBO : Demande biologique en Oxygène.

DCO : Demande Chimique en Oxygène.

CE : conductivité

CEC : capacité d'échange cationique

COT : carbone organique total

EH : équivalent habitant

MES : matières en suspension

MM : matières minérales

MO : matière organique

MS : matière sèche

MV : matières volatiles

MVS : matières volatiles en suspension

STEP : station d'épuration

P_n : Population à l'horizon de calcul.

P_0 : Population de l'année de référence.

N : L'écart d'années entre les deux horizons.

T : Taux de croissance de la population.

$Q_{moy,j}$: Débit moyen journalier (m^3/j).

N : Nombre d'habitants.

D : Dotation théorique ($l/j/ha$) égale à $150 l/j/hab$.

$Q_{mj,EU}$: Débit moyen journalier des eaux usées domestiques.

K_r : Coefficient de rejet.

DRE: Direction des ressources en eaux .

C : Consommation moyenne journalière.

Q_{EUT} : Débits des eaux usées totales.

Q_{EDom} : Débits des eaux usées domestiques.

$Q_{EUéqui}$: Débits des eaux usées d'équipement.

$Q_{moy h}$: Débit moyen horaire.

Q_{pts} : Débit de pointe par temps sec.

Q_{ptp} : Débit de pointe par temps de pluie.

PDAU : Plan directeur d'aménagement d'urbanisme.

Q_{max} : Le débit max entrant à la STEP.

UTM : Universal transverse mercator.

OMS : Organisation mondiale de la santé.

C_i : Concentration en DBO₅ à l'entrée de la station.

C_f : Concentration en DBO₅ à la sortie de la station.

L : Largeur de la grille.

S : Surface de la grille.

V : Vitesse de l'écoulement des eaux brutes à l'entrée.

h_{max} : Hauteur maximum d'eau admise sur la grille.

δ : Coefficient de colmatage de la grille.

α : Angle d'inclinaison de la grille avec l'horizontale.

β : Fraction de la surface occupée par les barreaux.

b : épaisseur des barreaux de la grille.

e : espacement entre les barreaux.

ΔH : perte de charge en mètre d'eau.

d : épaisseur des barreaux d'une grille.

e : espacement entre les barreaux.

V : vitesse d'approche ou vitesse de l'eau devant la grille.

α : Angle d'inclinaison de la grille avec l'horizontal.

g : accélération de la pesanteur.

β : Coefficient de forme des barreaux.

ΔH_a : perte de charge pour la grille grossière en mètre d'eau.

ΔH_b : perte de charge pour la grille fine en mètre d'eau.

$V_{r\max}$: volume des retenus maximal.

V_{asc} : vitesse ascensionnelle.

S : La surface du dessableur-déshuileur.

r : Rayon de dessableur.

H : hauteur du dessableur.

V : volume du dessableur.

t_s : temps de séjour.

Q_{air} : Débit d'air à injecter dans le dessableur.

Q_{ptp} : Débit de pointe en temps de pluie.

V_{air} : Volume d'air à injecter.

$MMSt$: Matières minérales en suspension totale.

$MVSt$: Matières volatiles en suspension totale.

$MMSe$: Matières minérales en suspension éliminées.

$MMSr$: Matières minérales en suspension restantes.

$MESr$: Matières en suspension restantes.

C_m : charge massique.

C_v : charge volumique.

L_F : Charge polluante à la sortie du bassin d'aération.

S_S : Concentration de la DBO_5 à la sortie de la station.

L_0 : la charge polluante en DBO_5 à l'entrée du bassin d'aération.

L_E : la charge polluante en DBO_5 éliminée.

η_{ep} : rendement d'élimination (%).

V_b : volume du bassin d'aération.

H : hauteur totale du bassin.

S_b : Surface horizontale du bassin.

L : Longueur du bassin.

l : Largeur du bassin.

X_a : masse totale des boues dans le bassin.

$[X_a]$: Concentration de boues dans le bassin.

Q_{o2} : Besoin en oxygène.

a' : Coefficient de consommation de l'oxygène lors de l'oxydation de la DBO₅.

b' : Coefficient d'endogène.

Q_{o2pte} : quantité d'oxygène nécessaire en cas de pointe.

$Q_{o2r\acute{e}el}$: Besoin réel en pointe en oxygène.

α : Rapport des coefficients de transfert d'eau usée en eau propre.

EN : puissance de l'aérateur nécessaire.

E_a : quantité d'O₂ par unité de puissance.

P_a : puissance spécifique absorbé.

S_b : la surface horizontale du bassin.

E_b : puissance de brassage.

N_a : nombre d'aérateur dans le bassin

a_m : Coefficient de rendement cellulaire (g cellulaires formées /g DBO₅ éliminées)

b : Coefficient de respiration endogène.

ΔB : Quantité des boues en excès.

X_t : masse totale de la boue présente dans le bassin d'aération.

B_{dur} : Fraction organique non biodégradable.

B_{min} : Fraction minérale dans facilement biodégradable.

B_{eff} : Fuite des matières en suspension de l'effluent.

X_m : Concentration de boues en excès.

I_m : L'indice de Mohlman.

$Q_{b.exc}$: débit de boues en excès.

q_{sp} : débit spécifique.

R : taux de recyclage (%).

[Xa] : concentration des boues dans le bassin.

Q_r : débit des boues recyclées.

A_b : Age des boues.

V1 : volume unitaire de chaque clarificateur.

V2 : volume unitaire de chaque clarificateur.

S_h : surface horizontale du décanteur.

Sh1: surface unitaire de chaque clarificateur.

Sh2: surface unitaire de chaque clarificateur.

D: diamètre du décanteur.

R : rayon de clarificateur.

Dcl : dose du chlore nécessaire dans les conditions normales.

Dj : dose journalière en chlore.

tc : Temps de contact

V_d : volume du bassin de désinfection.

Sd : Surface horizontale du bassin.

L_d : longueur du bassin.

l_d : largeur du bassin.

B_t : poids journalier total dans l'épaississeur.

B_s : Boues issues du décanteur secondaire.

Q_{BT} : Débit journalier des boues entrant dans l'épaississeur.

S_h : Surface horizontale de l'épaississeur.

B_t : poids journalier total dans l'épaississeur.

C_m : charge massique des boues.

R : rayon de l'épaississeur.

Q_R : Débit d'eau retiré des boues.

Q_{BES} : Débit des boues à la sortie de l'épaississeur.

Q_{BT} : Débit journalier des boues entrant dans l'épaississeur.

S_u : Surface unitaire d'un lit de séchage.

N_L : Nombre de lit de séchage.

H_{GG} : épaisseur de la couche gravier gros.

H_{GF} : épaisseur de la couche gravier fin.

H_S : épaisseur de la couche de sable.

H_B : épaisseur des boues épandues.

V : Volume du lit de séchage.

S : Surface totale du lit de séchage.

H_B : épaisseur des boues épandue.

Table des matières

Introduction générale.....	1
----------------------------	---

CHAPITRE I : Présentation de la zone d'étude

□-1-Introduction.....	3
□-2-Situation géographique	3
□-3-Relief et topographie du terrain.....	4
□-5- Aspect pédologique.....	4
□-6-Climat	5
□-6-1-Vent.....	5
□-6-2-Pluviométrie	5
□-6-3-Température.....	7
□-6-4-Humidité relative.....	7
□-7- Activités de la population	9
□-8- Infrastructures.....	9
□-9- Situation hydraulique.....	9
□-9-1- Alimentation en eau potable.....	9
□-9-2- Assainissement.....	9
□-10- données de base	10
□-10-1- Démographie.....	10
□-11-Quelques dispositions a prendre en considération pour l'implantation de la step	13
□-11-1- Présentation du site de la station d'épuration	14
I-12-Conclusion.....	15

CHAPITRE II: Généralités sur la pollution des eaux

II-1-Introduction.....	16
II-2-Définition d'une eau usée	16
II-3-Origine de la pollution des eaux.....	16
II-3-1-Les eaux usées domestique	16
II-3-2-Les eaux de ruissellement.....	17
II-3-3-Les eaux industrielles	17
II-3-4-Les effluents agricoles	18
II-4-Les différents types de pollution	18
II-4-1-La pollution organique.....	18

II-4-2-La pollution physique.....	18
II-4-2-1-La pollution thermique.....	18
II-4-2-2-La pollution mécanique.....	19
II-4-3-La pollution chimique	19
II-4-4-La pollution microbienne	19
II-5-Caractéristiques des eaux usées	19
II-5-1-Les paramètres physiques	19
II-5-2-Les paramètres chimiques.....	21
II-6-Les critères de la pollution organique.....	24
II-6-1- L'équivalent habitant (EH).....	24
II-7- normes de rejets.....	24
II-8- Conclusion	28

CHAPITRE III: Généralités sur les procédés d'épuration des eaux usées

III-1- Introduction	29
III-2- Les procédés d'épuration des eaux usées	30
III-2 -1- Le prétraitement	30
III-2-1-1-Le dégrillage.....	31
III-2 -1- 2-Le dessablage.....	33
III-2 -1- 3-Dégraissage-déshuilage	35
III-2-2- le traitement primaire.....	36
III-2-2-1- Les Procédés de décantation.....	36
III-2-2-2- Les procédés de coagulation chimiques et électrochimiques	37
III-2-3-Le traitement secondaire	39
III-2-3-1-Les procédés biologiques naturels (Lagunage).....	39
III-2-3-2-Les Procédés Artificiels de traitement biologique.....	41
III-2-4-Les Traitements Tertiaires ou complémentaires.....	44
III-3 Conclusion	45

CHAPITRE IV: Calcul des charges hydrauliques et des charges polluantes

IV-1- Introduction	46
IV-2-Population raccordée au réseau d'assainissement projeté.....	46
IV-3-Estimation des besoins en eau potable de la commune	46
IV-4-Estimation des débits rejetés en eaux usées pour l'horizon 2050.....	47
IV-4-1-Estimation des débits des eaux usées domestiques	47

IV-4-2-Estimation des débits des eaux usées d'équipement.....	48
IV-4-3-Estimation des débits des eaux usées totales.....	48
IV-4-4-Calcul de l'équivalent habitant (Eq/hab)	48
IV-5-Calcul des charges hydrauliques et charges polluantes	49
IV-5-1-Calcul des charges hydrauliques	49
IV-5-2-Calcul des charges polluantes	51
IV-6) -Conclusion :.....	55

CHAPITRE V: Dimensionnement de la step

V-1-Introduction.....	56
V-2- Le prétraitement.....	56
V-2-1- Dimensionnement du dégrilleur	56
V-2-1-1- Dégrilleur grossier	56
V-2-1-2- Dégrilleur fin.....	57
V-2-1-3- Calcul des pertes de charge	58
V-2-1-4- Evaluation des refus des grilles	59
V-2-2- Dessablage-déshuilage	60
V-2-2-1- Dimensionnement du dessableur- déshuileur	61
V-3- Traitement secondaire (biologique)	63
V-3-1-Dimensionnement du bassin d'aération	63
V-3-1-1-Calcul des caractéristiques de l'aérateur.....	68
V-3-1-2- Bilan de boues.....	69
V-3-2- Décanteur secondaire (clarificateur).....	72
V-3-2-1- Dimensionnement du clarificateur	73
V-4-Traitement tertiaire de désinfection.....	75
V-4-1-Dimensionnement du bassin de désinfection.....	75
V-5-Traitement des boues.....	76
V-5-2- Déshydratation des boues (lit de séchage).....	79
V-6-Conclusion	82

CHAPITRE VI: Gestion et exploitation de la step

VI-1-Introduction	83
VI-2-Accès à la station	83
VI-3-Implantation des ouvrages.....	83
VI-4-Aménagement des ouvrages - intégration paysagère	84

VI-5-Protection hydraulique de la station d'épuration	85
VI-6-Contrôle du fonctionnement	86
VI-7-Mesure des paramètres de fonctionnement de la station	86
VI-8-Entretien des ouvrages existant dans la station	87
VI-9-Hygiène et sécurité dans le travail	87
VI-9-1-Les risques liés au travail.....	87
VI-9-2-Risques associés aux gaz, vapeurs et poussières.....	88
VI-10-Conclusion	89
Conclusion générale	90

Introduction générale

Introduction générale

Le problème de l'eau se pose avec acuité aussi bien au Nord qu'au Sud, chez les uns en termes de qualité, chez les autres en termes de quantité. L'accroissement démographique, les activités anthropiques (révolution industrielle sans limite), l'inégale répartition à travers le globe et les changements climatiques (épisodes climatiques extrêmes) exercent une grande pression sur la ressource « eau ». Celle-ci diminue éventuellement à cause de la surexploitation des nappes et de la pollution des eaux de surface (lacs et rivières).

En Algérie et dans une grande partie du monde, les milieux aquatiques (oueds, cours d'eau, mer, lac...etc) sont perçus comme des récepteurs des divers déchets et pollutions issues de la vie quotidienne.

Au début, le milieu naturel acceptait cette pollution sans conséquences grave, notamment grâce à ces capacités auto-épuratrice, mais avec la croissance démographique et industrielle, ces derniers sont devenus des poubelles et des égouts à ciel ouvert, car les quantités rejetées ne pouvaient plus être traitées.

Les eaux usées sont les principaux vecteurs de pollutions ; rejetées sans traitement préalable, nuisent au milieu récepteur ; provoquant ainsi un déséquilibre écologique majeur pour la faune et la flore terrestre et aquatique. Elles peuvent aussi engendrer des maladies graves même dans certains cas mortels pour l'homme.

Il est important de signaler aussi que les eaux usées de notre région d'étude se déversent dans les plages environnantes, ce qui pose un réel problème, et des désagréments pour les touristes venants en période d'été.

Notre travail consiste à la conception d'une station d'épuration par boue activée, afin de traiter les eaux usées et par conséquent résoudre les désagréments engendrés par ces derniers.

La réutilisation des eaux épurées, et l'exploitation des boues sont des perspectives dont pourront bénéficier les agriculteurs.

Notre étude sera organisée sous formes de chapitre comme suit :

- Dans le premier chapitre, nous commencerons par une présentation de notre zone d'étude, avec des éclaircissements et organisation des données acquises.
- Dans le deuxième chapitre, nous donnerons un aperçu sur les différents types de pollutions et leurs présences dans les eaux usées.

- Par la suite, nous passerons au troisième chapitre où les différents procédés de dépollution utilisés pour épurer les eaux usées, seront expliqués.
- Le quatrième chapitre présentera le calcul des charges polluantes et hydrauliques et la détermination du type du procédé à suivre pour l'épuration des eaux usées de la région
- Le cinquième chapitre sera consacré pour le dimensionnement des différents compartiments de notre station d'épuration
- Le sixième chapitre nous avons parlé de l'entretien de la station d'épuration, pour une meilleur gestion et exploitation des equipements.

CHAPITRE □

Présentation de la zone d'étude

I-1-Introduction

Avant tout projet d'Hydraulique, l'étude du site est nécessaire pour connaître les caractéristiques physiques du lieu et les facteurs influençables sur la conception et l'aboutissement d'un projet.

I-2-Situation géographique

Notre zone d'étude se situe au nord-ouest de la commune de IFLISSEN, laquelle est situé à environ 40 km au nord du chef-lieu de la wilaya de Tizi-Ouzou.

Elle est délimitée par les coordonnées UTM suivante :

$600 < X < 610$ (km).

$4079 < Y < 4085$ (km).

$10 < Z < 550$ (m).

Par ailleurs elle est limitée comme suit :

- Au nord par la mer méditerranéenne.
- Au sud par le chemin de wilaya N° 252 et les village ARBI et AIT SI ALI.
- A l'Est par les villages AGEMOUN, ISSENADJEN et AGOUNI MOUSSI (chef-lieu communal).
- A l'Ouest par le village IFFELKAN, AIT YUCEF et TAKSEPT CHEURFA.



FIGURE I. 1 SITUATION GEOGRAPHIQUE DE LA ZONE D'ETUDE(ECHELLE 1 :25000)

I-3-Relief et topographie du terrain

Le relief de la zone d'étude présente dans sa globalité une pente dans le sens Sud-Nord, cependant l'analyse de près des courbes de niveau montre que le relief de la zone présente une topographie très variable et complexe, au Sud il présente une pente globale dans le sens Sud-Nord, à l'Ouest il présente une pente globale dans le sens Ouest-Est, à l'Est-il présente une pente globale dans le sens Est-Ouest, et au Nord il présente une pente globale dans le sens Sud-Nord, la partie médiane se présente en plateaux et collines d'où prennent naissance talwegs et cours d'eau tertiaires qui débouchent vers des cours d'eau secondaires, notons aussi qu'à proximité des oueds et talwegs le terrain présente de fortes pentes.

I-4-Géologie, géotechnique et hydrologie

Iflissen fait partie du flanc Nord du géosynclinal kabyle. C'est une chaîne littorale complexe à axe sensible de l'Est de l'éocène Numidien ou affluent les formations bourbeuses et dans les zones déprimées. Les grès de Numidie sont présents sur l'ancien noyau de la région : ce sont des grès à quartz friables occupant les flancs des collines. Les argiles gréseuses présentent une puissante assise s'étalant du Sud vers la mer en suivant une forme concave. Les éboulis de grès Numidien comprennent des sédiments, des cailloutis arrachés aux faciès environnants. On remarque que le territoire de la commune est parcouru par un réseau hydrographique assez dense. Les eaux des oueds existants se déversent directement dans la mer méditerranéenne. Ces oueds sont caractérisés par des débits faibles et très irréguliers en printemps, importants en hiver et secs en été. [1]

Les observations effectuées dans plusieurs endroits de la région sur des terrassements réalisés par des particuliers, et les manifestations géologiques superficielles, montrent que le terrain est très hétérogène, nous y trouvons des terrains rocheux, des terrains meubles, des terrains instables (glissant) des terrains à fortes pentes dans la partie sud, et des terrains à moyennes et faibles pentes dans la partie nord.

I-5- Aspect pédologique

Les pédologues qui ont été fait des analyses au niveau de sol de la région ont prouvé que la majorité des sols sont alluvionnaires (bloc de galets, graviers et sable) caractérisés par des résistances dynamiques de point supérieur à 36 bars à partir de 3 m de profondeur.

I-6-Climat

L'air de la région est caractérisé par un climat méditerranéen avec un hiver froid et pluvieux et un été sec et chaud.

I-6-1-Vent

Le vent transporte les masses d'air humides des océans et des mers vers les continents tout en augmentant l'évaporation à la surface de sols et les plans d'eaux. Il se caractérise par la vitesse et la détraction qui est en générale d'Ouest-Nord et Est-ouest (voir le tableau)

TABLEAU I. 1 REPARTITION MOYENNE DES VITESSES MOYENNES DU VENT (M/S)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
V(m/s)	3.7	3.4	3.0	3.5	2.9	2.7	2.8	2.6	2.8	2.6	3.5	4.0

Source : Station météorologique de Dellys-Afir

I-6-2-Pluviométrie

Iflissen est une ville côtière donc elle engendre une pluviométrie importante. La moyenne pluviométrie est 727 mm/an. D'après les données de l'ANRH, la valeur de précipitation sur la région variée entre 500 et 1000 mm/an la période pluvieuse s'étale sur 4 mois de novembre à février avec un maximum de mm/an 157.63 atteint le mois de décembre, les précipitations diminuent en été pour atteindre le minimum le mois de juillet.

Nous avons constaté l'absence de station météorologique dans la région d'Iflissen, ainsi nous utiliserons les valeurs des pluviométries enregistrés dans la station météorologique de l'AZIEB MIZRANA qui est située à environ 25 km par rapport à la région d'étude.

Pluviométrie interannuelle moyenne

Code de station : EL AZIEB MEZRANA

X : 625.05

Y : 398.55

Z : 150

Tableau I. 2 Pluviométrie interannuelle moyenne

Année/mois	sep	oct	nov	dec	jan	fev	mars	avr	mai	juin	juill	aou	Moyenne/men
2000	46.20	134.4	157.2	98.7	92.4	128.3	45.7	71.2	102.2	51.9	1.4	00	77.47
2001	151.80	59.6	137	181.5	98.5	58.7	95.2	68.7	41.9	26.5	00	11.6	77.58
2002	69	30.8	226.1	138.4	101.2	27.2	105.3	108	36.1	0	00	3.7	78.81
2003	49.9	209.9	351.6	121	7.6	14.2	90.1	26.3	69.8	6.6	12.6	00	79.89
2004	19.8	22	3.9	161.7	34.5	39.3	193.7	170.6	19	14.1	1.8	44.3	68.73
2005	28.7	53.1	134	107.9	115.4	258.2	36.5	16.3	84.2	0.9	7.5	2.4	70.43
2006	9.9	64.8	109.6	156.8	151	132.1	60.20	70.2	7	00	0.7	1.5	63.65
2007	80.8	53.4	58.2	159	175.6	78.3	97.2	87.5	138.6	8	00	2.7	78.86
2008	44.9	64	204.6	183.3	286.6	93.2	34.4	151.6	37.3	00	00	00	91.41
2009	27	1.3	278.9	107.8	69.5	52.9	56.4	33.2	17.8	2.8	29.5	27.5	58.72
2010	24.5	37.9	72.8	69.7	278.4	62.9	10.9	35.5	45	00	00	12.8	54.20
moyenne	50.23	66.39	157.63	143.89	137.34	85.94	75.05	78.28	54.45	10.07	4.86	10.32	72.7

I-6-3-Température

C'est l'un des facteurs conditionnant le partage des eaux météoriques. Elle conditionne l'enneigement, le gel, la fonte des neiges et la condensation. Aussi, elle influe sur l'évaporation ainsi que sur la vapeur d'eau atmosphérique qui alimente les précipitations.

TABLEAU I. 3 TEMPERATURES MOYENNES

Mois	j	f	m	a	m	j	j	a	s	o	n	d
$T_{min}(C^{\circ})$	8.8	9.4	11.6	11.6	12.8	14.8	18.2	22.3	19.9	17.4	13.1	10.8
$T_{max}(C^{\circ})$	16.4	17.2	19.6	19.6	20.0	24.4	27.8	29.1	26.5	24.6	19.9	17.4
$T_{moy}(C^{\circ})$	12.6	13.3	15.1	15.1	16.4	19.6	23.0	25.7	23.2	21	16.5	14.1

Source : station météorologique de Dellys-Afir

Les températures minimales sont observées en Janvier et Février avec une moyenne interannuelle de 8.8 C°. Les maximales sont relevées au mois de juillet avec une moyenne de 26.7C° et un maximum de 30.4 C°.

Remarque :

Les températures moyennes sont calculées par la formule suivante :

$$T_{moy} = \frac{T_{min} + T_{max}}{2}$$

I-6-4-Humidité relative

Code de la station : EL AZIEIB MIZRANA

X : 625.05

Y : 398.55

Z : 150

Elle indique que l'état de l'atmosphère est plus ou moins proche de la condensation. Elle est à l'origine de toute précipitation et régit aussi l'évapotranspiration de la végétation ainsi que l'évaporation physique des sols ou des nappes d'eaux qui est mesuré par le psychromètre. Au cours de l'année l'humidité relative mensuelle dépasse les 50%. Elle varie de 68.5% à 73.5% Elle atteint un maximum, au mois de juillet avec une valeur moyenne de 73.5%.

TABLEAU I. 4 MOYENNE INTER ANNUELLE DES HUMIDITES

Année /Mois	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aut	Sep	Oct	Nov	Dé	Moy
1995	83.0	79.0	74.0	66.0	57.0	63	50.0	53	61	66	63	74	65.75
1996	72.0	76.0	73.0	70.0	69.0	66	53.0	58	62	72	69	74	67.83
1997	71.0	74.0	74.6	65.0	64	53	54.0	53	59	69	76	78	65.09
1998	77.0	78.0	70.0	68.0	77.1	61	53	55	62	70	80	80	69.26
1999	73.4	56.8	75.8	78.0	68.7	67	56.8	72	88	71	61	67	69.97
2000	83.0	75.0	68.0	65.0	70.0	60	49.0	43	57	72	73	75	65.83
2001	80	78.78.00	65.0	69.0	71.0	47	49.0	51	62	61	75	81	65.75
2002	82.0	65.0	74.0	75.0	65.0	51	56.0	11	50	64	77	80	62.50
2003	303.5	106.0	59.3	12.0	34.3	1.2	3.2	3.3	21	67	78	16.6	81.11
2004	80.0	75.0	79.0	72.0	78.0	64	57.0	56	58	64	82	81	69.64
2005	85.5	81.0	81.0	76.0	68.0	60	53.0	58	67	71	79	81	71.71
2006	81.0	81.0	74.0	69.0	72.0	57	52.0	61	63	66	70	83	69.08
2007	80.0	79.2	98.0	84.0	72.0	69	56.0	59	67	77	81	86	75.34
Moyenne	99.22	77.2	74.26	75.0	66.62	53	49.38	48.8	59.8	68.5	74.1	85.1	69.14

I-7- Activités de la population

Lors de notre enquête menée au niveau de la commune d'IFLISSEN et auprès des services de la mairie nous n'avons recensé aucune activité industrielle et aucune huilerie par contre il existe un abattoir et une laiterie et nous avons constaté la présence d'autres activités telle que : la restauration, lavage graissage, élevage de bétail.

I-8- Infrastructures

L'air d'étude est desservi en matières d'infrastructures routières par :

- La route nationale N°24, dans sa partie Nord (à l'Ouest vers TIGZIRT, à l'Est vers AZEFFOUN).
- Le chemin de wilaya 252 dans sa partie Ouest et Sud (au Nord vers TIGZIRT, au Sud vers AGOUNI MOUSSI).
- Plusieurs chemins communaux.

I-9- Situation hydraulique

I-9-1- Alimentation en eau potable

La commune d'IFLISEN est alimentée en eau potable à partir de la chaîne du flanc nord via le réservoir R500 LARBI, certains réseaux d'AEP sont existants et d'autres sont en cours d'études ou de réalisation, et elle dispose de plusieurs réservoirs de stockage.

I-9-2- Assainissement

○ Eaux usées :

En vue de recenser les rejets existants dans la zone, une enquête a été menée sur les lieux par un bureau d'études hydrauliques avec l'aide des services techniques de la commune et des citoyens des différents villages et avec la consultation du P.D.A.U. Ce qui a permis de constater que dans son ensemble la commune d'IFLISSEN présente trois grands bassins versants à savoir :

- ◆ Un bassin situé à l'Est qui se déverse à TAMDA OUGUEMOUN.
- ◆ Un bassin dans la partie médiane qui se déverse à ABECHAR.
- ◆ Un bassin dans la partie Ouest qui se déverse dans l'oued FERRAOUN (plage)

Remarque : notre étude se limite à la zone médiane qui se déverse à ABECHAR.

Ces rejets se déversent tous à ciel ouvert dans des talwegs et cours d'eau, qui sont situés parfois à proximité des habitations ce qui engendre parfois des gênes pour la population et une pollution de tous les bassins versant et des plages. D'où les risques de maladies à transmission hydrique. Cette pollution peut affecter aussi d'une manière importante l'activité principale de la localité.

La situation globale de l'assainissement se résume comme suit :

- ❖ Les collecteurs sont très anciens et sont réalisés en DN300, DN 400, DN500.
- ❖ Certains collecteurs sont défectueux.
- ❖ Collecte d'une quantité d'eau pluviale vers le réseau d'assainissement.
- ❖ Plusieurs habitations n'ont pas pu se collecter aux réseaux existant.

○ **Eaux pluviales**

La localité est caractérisée par l'existence de cours d'eau naturels et de talwegs qui permettent l'évacuation des eaux pluviales, nous avons par ailleurs remarqué l'existence de fossés le long de la route RN24 et du CW252, qui collectent les eaux pluviales et les déversent dans les cours d'eau naturels.

I-10- données de base

I-10-1- Démographie

Le tableau ci-dessous résume la situation démographique des villages situés dans notre zone d'étude

Le tableau si dessous montre les villages raccordés au bassin versant concerné par l'étude, ces rejets seront collectés par un réseau d'assainissement projeté, qui se compose de plusieurs collecteurs et stations de relevages.

Les eaux usées collectées seront acheminées vers la future station d'épuration.

Tableau I. 5 Situation démographique des villages situés dans la zone d'étude

AGLOMERATIONS	POPULATION			RACCORDEMENT	
	PERMANANTES	SAISONNIERE	TOTAL	TAUX %	POPULATION
IGUER TALA	347	132	479	100	479
ISSENADJEN	1206	492	1698	75	1273.5
TALA LALAM	295	108	403	100	403
AIT YACINE	226	60	286	100	286
ICHEBOUBEN	136	36	172	100	172
IHEDADEN	160	30	190	100	190
AIFENE	326	90	416	100	416
TAGUERCIFT	256	90	346	100	346
IKENACHE	192	54	246	100	246
AIT YOUCEF	573	264	837	50	418.5
IDJAAD	205	72	277	100	277
T NCHBIHA	267	84	351	100	351
TAKSEPT	1081	528	1609	60	965.4
AIT MOUSSI	1059	876	1935	75	1451.25
THAGHZOUTH	168	78	246	100	246
SIDI KHALED	258	798	1056	100	1056
IGUR NSAR	203	450	653	100	653
TIMIZART	85	84	169	50	84.5
BOUMAGHIS	407	150	557	100	557
LAACHEOUFALKOU	514	150	664	100	664
ARBI	657	252	909	80	727.2
IGUER SALEM	368	132	500	100	500
BOUKELAL	646	204	850	100	850
AIT SI ALI	358	48	406	100	406
IGHIL IGHES	378	90	468	100	468
OUENES	151	72	223	100	223
IFALKANE	120	96	216	80	172.8
TAOURIRT YARBACHE	350	72	422	80	337.6
TAUTAUX	10992	5592	16584		14219.75

Pour une meilleure approche de l'estimation de la population à moyen et long terme nous avons scindé la commune en deux zones.

ZoneN°1 :

Elle occupe la partie sud et médiane de la commune, les habitants de cette zone sont en majorité des permanents, elle reçoit peu de touristes et la croissance urbaine est de la moyenne nationale, pour cette zone, nous estimons un taux d'accroissement de la population égale à 2%.

ZoneN°2 :

Elle occupe la partie nord de la commune, elle concerne des zones proches de la cote et le long de la RN24 (**SIDI KHALED, IGUER NSAR, THAGHZOUTH, T NCHBIHA, IGUER**

TALA, ISSENADJEN), les habitants de cette zone sont en majorité des saisonniers, elle reçoit un nombre de plus en plus élevé de touristes en raison de son attractivité, elle est caractérisée par une croissance urbaine très élevée (la comparaison entre le nombre de construction en 2008 et le nombre actuel, montre qu'il y'a un accroissement de l'ordre de 5% par année, pour cette zone, nous estimons un taux d'accroissement de la population égale à 5%.

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

Avec :

P : population à l'horizon future.

P₀ : population de l'année de référence.

T : taux d'accroissement de la population.

n : nombre d'années d'horizon.

Par l'application de la formule précédente, l'évolution du nombre d'habitants est résumée dans le tableau suivant :

TABLEAU I. 6 EVOLUTION DEMOGRAPHIQUE

Année d'horizon	Population Zone1	Population Zone2	POPULATION TOTALE
2008	12265	1955	14220
2020	15555	3511	19066
2030	18961	5719	24680
2040	23114	9315	32429
2050	28176	15174	43350

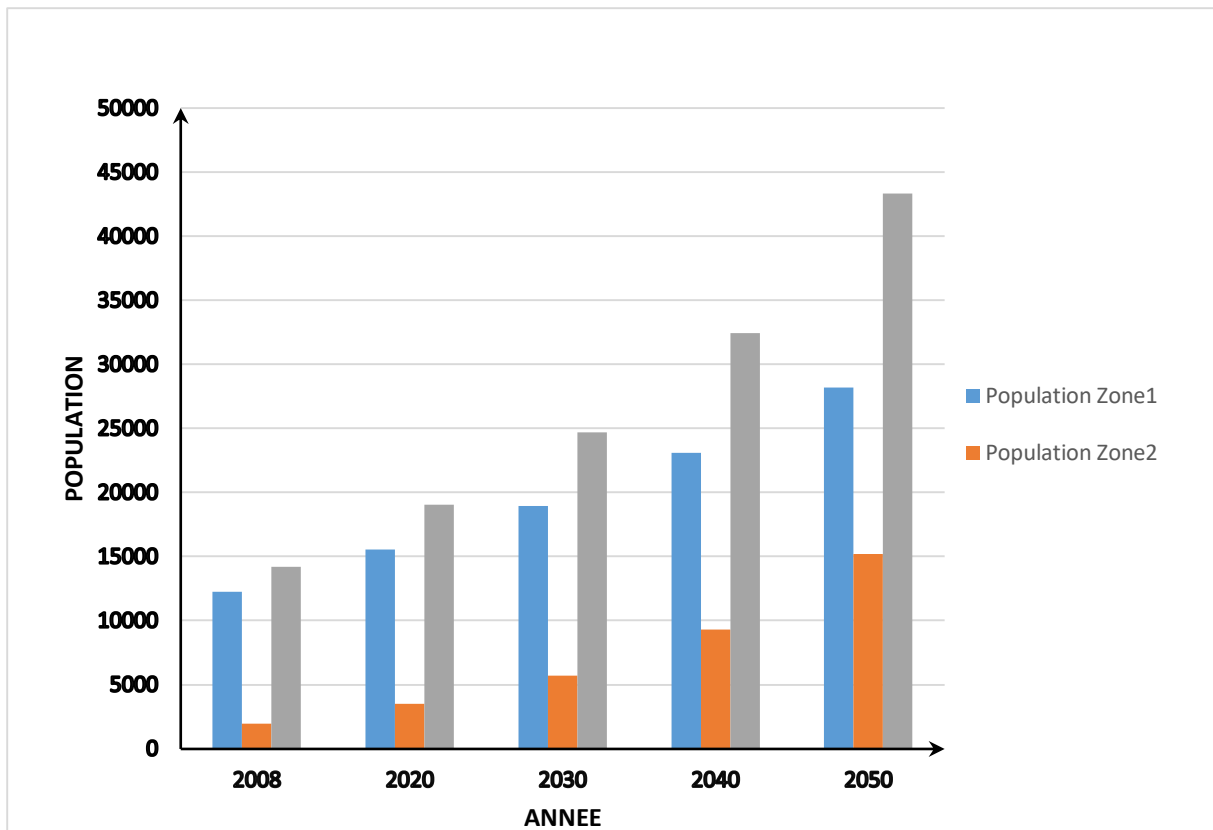


FIGURE I. 2 EVOLUTION DEMOGRAPHIQUE DE LA ZONE D'ETUDE

I-11-Quelques dispositions à prendre en considération pour l'implantation de la step

- Éviter les zones inondables entraînant parfois des dysfonctionnements pendant de longues périodes ; sinon veiller à mettre les équipements électriques hors d'eau.
- Éviter de construire à proximité d'habitations, de zones d'activités diverses (sportives, touristiques, industrielles, ...). Dans la pratique, et pour éviter tout contentieux avec le voisinage, on réserve une distance minimale de 200 m en tenant compte de la dominance des vents (si possible).
- S'éloigner le plus possible des zones de captage même si le périmètre de protection est respecté.
- Réaliser des études géotechniques (vérification de l'imperméabilité par exemple pour un lagunage). La portance du sol (tenue des ouvrages et des canalisations de liaison) et les qualités de sol conditionnent beaucoup le coût du génie civil.
- Prendre des précautions particulières lorsqu'un aquifère se situe à faible profondeur (clapets en fond de bassins, ...).

- Ne pas implanter les ouvrages dans les zones plantées d'arbres à feuilles caduques (lit bactérien, lagunage, bassin d'aération...).
- Penser aux extensions ou aux aménagements futurs (disponibilité et réservations de terrains).

I-11-1- Présentation du site de la station d'épuration

Le choix du site de la station d'épuration a été indiqué par les services technique de la commune d'IFLISSEN, et figure dans le P.D.A.U de la commune.

Le site de la station d'épuration est situé sur la rive Nord de la RN24, à côté d'un oued principal, il est allongé dans le sens Sud-Nord et présente des pentes fortes a moyenne, variant de 15 à 25%(Sud-Nord) et présente une pente moyenne de 5 à 15% dans le sens Est-Ouest.

La superficie utile est d'environ 2 à 3 hectares.



FIGURE I. 3 SITE DE LA FUTURE STEP(ECHELLE 1 :25000)

I-12-Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons vu que la zone d'étude est caractériser par un climat méditerranéen. Ce climat est froid et pluvieux en hiver et chaud en été, Le relief y est très montagneux. Le réseau AEP contient des réservoirs de stockages en bon état, le réseau d'assainissement est unitaire et en réhabilitation, une extension de ce réseau est en exécution et de nouveaux collecteur sont projetés. Toutes les eaux usées chargés en matière polluantes qui se déversent à l'aire libre et rejoignent les oueds puis la mer, sont sans aucun traitement préalable, entraînant une pollution du milieu récepteur et des problèmes de la santé publique et la nuisance a l'activité économique de la région (tourisme) d'où la nécessité de l'installation d'une station d'épuration.

CHAPITRE □

**Généralités sur la pollution des
eaux**

II-1-Introduction

Les différents usages de l'eau par l'homme engendrent une longue liste de polluants ainsi augmentent le risque de contamination des milieux récepteurs de ces effluents d'eaux usées. C'est pourquoi, dans un souci de respect de ces différents milieux naturels récepteurs, des traitements d'abattement ou d'élimination de ces polluants sont effectués sur tous les effluents urbains ou industriels.

Dans ce chapitre nous allons voir de près les origines de ces eaux et leurs compositions physique et chimique

II-2-Définition d'une eau usée

La pollution de l'eau est une modification néfaste de la composition des eaux par l'ajout des substances susceptibles d'altérer leur qualité, leur aspect esthétique et compromettre leur consommation. [2]

Les eaux usées sont toutes les eaux des activités domestiques, agricoles et industrielles chargées en substances toxiques qui parviennent dans les canalisations d'assainissement. Les eaux usées englobent également les eaux de pluies et leur charge polluante, elles engendrent au milieu récepteur toutes sortes de pollution et de nuisance. [3]

II-3-Origine de la pollution des eaux

Comme l'eau est très utilisée par l'homme dans plusieurs domaines, cela implique une formation d'eaux usées en différentes concentrations d'impuretés.

Suivant l'origine et la qualité des substances polluantes, on distingue quatre catégories d'eaux usées :

II-3-1-Les eaux usées domestique

Elles proviennent des différents usages domestiques de l'eau. Elles sont essentiellement porteuses de pollutions organiques. Leurs productions dépendent directement de la consommation d'eau potable et du degré de confort des habitations ainsi que les habitudes des occupants. La composition des eaux domestiques est à peu près la même pour toutes les habitations. Elles se répartissent comme suit :

- Les eaux vannes d'évacuation des toilettes
- Les eaux évacuées des cuisines et des salles de bains
- Les eaux de lavage [4]

II-3-2-Les eaux de ruissellement

Les eaux de pluie ruissellent dans les rues où sont accumulées polluants atmosphériques, poussières, débris, suies de combustion et hydrocarbures rejetés par les véhicules. Les eaux de pluies, collectées normalement à la fois avec les eaux usées puis déversées dans la canalisation d'assainissement et acheminées vers une station d'épuration. [5]

II-3-3-Les eaux industrielles

Les eaux usées industrielles sont celles qui proviennent des diverses usines de fabrication ou de transformation. Elles peuvent contenir des substances organiques ou minérales corrosives. Les substances sont souvent odorantes, et colorées, et parfois toxiques et peuvent déstabiliser 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.

Elles peuvent contenir :

- Des matières organiques et graisses (industries agro-alimentaires) ;
- Acides, bases, produits chimiques divers (industries chimiques) ;
- Hydrocarbures (raffineries) ;
- Métaux (traitement de surface, métallurgique).
- Eau chaude (circuit de refroidissement des centrales thermiques).
- Matières radioactives (centrales nucléaires, traitement des déchets radioactifs).

Les usages industriels ont le choix entre trois possibilités :

- Déverser leurs effluents directement dans le réseau d'égouts si l'autorisation leur est donnée par la commune ;
- Traiter entièrement leurs effluents avant de les rejeter directement dans le milieu naturel récepteur ;
- Effectuer un prétraitement en usine avant le rejet dans le réseau d'égouts. [6]

II-3-4-Les effluents agricoles

L'agriculture est une source de pollution des eaux non négligeable car elle apporte les engrais et les pesticides. Elle est la cause essentielle des pollutions diffuses. Les eaux agricoles issues de terres cultivées chargées d'engrais nitrates et phosphates, sous une forme ionique ou en quantité telle, qu'ils ne seraient pas finalement retenus par le sol et assimilés par les plantes, conduisent par ruissellement à un enrichissement en matières azotées ou phosphatées des nappes les plus superficielles et des eaux des cours d'eau ou des retenues. [5]

II-4-Les différents types de pollution

Les causes de la pollution se sont étendues avec l'accroissement de la population et le développement accéléré des techniques industrielles modernes.

Selon leur nature on distingue divers types de pollution :

II-4-1-La pollution organique

La pollution organique est la plus répandue, elle est engendrée par le déversement des eaux usées domestiques ou des eaux résiduares provenant des industries agroalimentaires, d'abattoirs, d'industries de bois, papeteries

Elle peut être absorbée par le milieu récepteur tant que la limite d'autoépuration n'est pas atteinte. Au-delà de cette limite, il se produit dans le milieu aquatique des réactions de fermentation et d'appauvrissement en oxygène aboutissant à l'asphyxie du milieu.

Les eaux peuvent apporter une quantité importante de germes pathogènes d'origine fécale (bactéries, virus, protozoaires, ...).

II-4-2-La pollution physique

II-4-2-1-La pollution thermique

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

II-4-2-2-La pollution mécanique

Il s'agit de transporter par l'eau des particules en suspension, elle provient du lessivage des sols lors de pluies abondantes et des travaux de revêtement qui rendent le sol imperméable provoquant une concentration des écoulements et des volumes entraînant avec eux des boues. Celles-ci colmatent les fonds des ruisseaux et des rivières et diminuent ainsi l'infiltration de l'eau vers la nappe. [7]

II-4-3-La pollution chimique

L'eau par son pouvoir dissolvant élevé dissout les substances rejetées par l'activité humaine. Les polluants chimiques sont nombreux et d'origines diverses : sels minéraux dissous, pesticides, hydrocarbures, métaux lourds et détergents constituent les micropolluants.

II-4-4-La pollution microbienne

C'est une pollution d'origine humaine et animale ; elle est engendrée par les rejets urbains. La pollution microbienne devient très dangereuse lorsque les eaux usées sont rejetées dans un milieu pouvant être utilisé comme moyen de loisir (eau de mer, lac, rivière etc.).

La présence de microorganismes pathogènes (E -Coli, Streptocoques fécaux, Salmonelle, Vibro-choléra) peut être à l'origine des maladies infectieuses (fièvre typhoïde, choléra).

II-5-Caractéristiques des eaux usées

Les normes de rejet des eaux usées, fixent des indicateurs de qualité physico-chimique et biologique. Ce potentiel de pollution généralement exprimés en mg/l, est quantifié et apprécié par une série d'analyses. Certains de ces paramètres sont indicateurs de modifications que cette eau sera susceptible d'apporter aux milieux naturels récepteurs. Pour les eaux usées domestiques, industrielles et les effluents naturels, on peut retenir les analyses suivantes :

II-5-1-Les paramètres physiques

Ils résultent de l'introduction dans un milieu des substances conduisant à son altération, se traduisant généralement par des modifications des caractéristiques physico-chimiques du milieu récepteur. La mesure de ces paramètres se fait au niveau des rejets, à l'entrée et à la sortie des usines de traitement et dans les milieux naturels.

✓ La température

La température est un facteur écologique important des milieux aqueux. Son élévation peut perturber fortement la vie aquatique (pollution thermique). Elle joue un rôle important dans la nitrification et la dénitrification biologique. La nitrification est optimale pour des températures variant de 28 à 32°C par contre, elle est fortement diminuée pour des températures de 12 à 15°C et elle s'arrête pour des températures inférieures à 5°C. [8]

✓ La turbidité

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

✓ Les matières en suspension (MES)

Elles représentent, la fraction constituée par l'ensemble des particules, organiques (MVS) ou minérales (MMS), non dissoutes de la pollution. Elles constituent un paramètre important qui marque bien le degré de pollution d'un effluent urbain ou même industriel. Les MES s'expriment par la relation suivante :

$$\text{MES} = 30\% \text{ MMS} + 70\% \text{ MVS}$$

✓ Les matières volatiles en suspension (MVS)

Elles représentent la fraction organique des MES et sont obtenues par calcination de ces MES à 525°C pendant 2 heures. La différence de poids entre les MES à 105°C et les MES à 525°C donne la « perte au feu » et correspond à la teneur en MVS en (mg/l) d'une eau ;

✓ Les matières minérales (MMS)

Elles représentent le résultat d'une évaporation totale de l'eau, c'est-à-dire son « extrait Sec » constitué à la fois par les matières en suspension et les matières solubles telles que les chlorures, les phosphates, etc.

L'abondance des matières minérales en suspension dans l'eau augmente la turbidité, réduit la luminosité et par ce fait abaisse la productivité d'un cours d'eau, entraînant ainsi une chute en oxygène dissous et freinant les phénomènes photosynthétiques qui contribuent à la réaération de l'eau. Ce phénomène peut être accéléré par la présence d'une forte proportion de matières organiques consommatrices d'oxygène [9].

II-5-2-Les paramètres chimiques

✓ Le potentiel d'Hydrogène (pH)

Les organismes sont très sensibles aux variations du pH, et un développement correct de la faune et de la flore aquatique n'est possible que si sa valeur est comprise entre 6 et 9. L'influence du pH se fait également ressentir par le rôle qu'il exerce sur les autres éléments comme les ions des métaux dont il peut diminuer ou augmenter leur mobilité en solution biodisponible et donc leur toxicité. Le pH joue un rôle important dans l'épuration d'un effluent et le développement bactérien. La nitrification optimale ne se fait qu'à des valeurs de pH comprises entre 7,5 et 9.

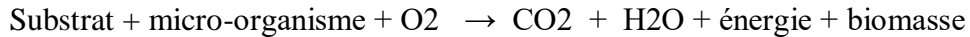
✓ La conductivité électrique (CE)

La conductivité est la propriété que possède une eau à favoriser le passage d'un courant électrique. Elle fournit une indication précise sur la teneur en sels dissous (salinité de l'eau). La conductivité s'exprime en micro Siemens par centimètre et elle est l'inverse de la résistivité qui s'exprime en ohm par centimètre. La mesure de la conductivité permet d'évaluer la minéralisation globale de l'eau [5]. Sa mesure est utile car au-delà de la valeur limite de la salinité correspondant à une conductivité de 2500 $\mu\text{Sm/cm}$, la prolifération de microorganismes peut être réduite d'où une baisse du rendement épuratoire.

✓ La demande biochimique en oxygène (DBO5)

La DBO5 comme étant la quantité d'oxygène consommée par les bactéries, à 20°C à l'obscurité et pendant 5 jours d'incubation d'un échantillon préalablementensemencé, temps qui assure l'oxydation biologique d'une fraction de matière organique carbonée. Ce paramètre mesure la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction des matières organiques grâce aux phénomènes d'oxydation par voie aérobie. Pour la mesurer, on prend comme référence la quantité d'oxygène consommée au bout de 5 jours ; c'est la DBO5. Elle se résume à la réaction

Chimique suivante :



✓ **La demande chimique en oxygène (DCO)**

La Demande Chimique en Oxygène (DCO) est la mesure de la quantité d'oxygène nécessaire pour la dégradation chimique de toute la matière organique biodégradable ou non contenue dans les eaux à l'aide du bichromate de potassium à 150°C. Elle est exprimée en mg O₂/l. La valeur du rapport DCO/DBO indique le coefficient de biodégradabilité d'un effluent, il permet aussi de définir son origine [5]. Généralement la valeur de la DCO est : DCO = 1.5 à 2 fois DBO Pour les eaux usées urbaines ;

DCO = 1 à 10 fois DBO Pour tout l'ensemble des eaux résiduaires ;

DCO > 2.5 fois DBO Pour les eaux usées industrielles.

La relation empirique de la matière organique (MO) en fonction de la DBO₅ et la DCO est donnée par l'équation suivante :

$$\text{MO} = (2 \text{ DBO}_5 + \text{DCO})/3$$

✓ **La biodégradabilité**

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

La biodégradabilité est exprimée par un coefficient K, tel que, $K = \text{DCO} / \text{DBO}_5$:

Si $k < 1,5$: cela signifie que les matières oxydables sont constituées en grande partie de matières fortement biodégradable ;

Si $1,5 < K < 2,5$: cela signifie que les matières oxydables sont moyennement biodégradables.

Si $2,5 < K < 3$: les matières oxydables sont peu biodégradables.

Un coefficient K très élevé traduit la présence dans l'eau d'éléments inhibiteur de la croissance bactérienne, tels que, les sels métalliques, les détergents, les phénols, les hydrocarbures ... etc.

La valeur du coefficient K détermine le choix de la filière de traitement à adopter, si l'effluent est biodégradable on applique un traitement biologique, sinon on applique un traitement physico-chimique.

✓ **L'oxygène dissous**

L'oxygène dissous représente environ 35% des gaz dissous dans l'eau. Les teneurs en oxygène sont déterminées principalement par :

- La respiration des organismes aquatiques
- L'oxydation et la dégradation des polluants
- L'activité photosynthèse de la flore
- Les échanges avec l'atmosphère

Les facteurs pouvant mener à une réduction de l'oxygène dissous sont l'augmentation de la température de l'eau et de la décomposition de grandes quantités de matière organique.

✓ **Le carbone organique total (COT)**

Le carbone organique total permet de suivre l'évolution de la pollution organique des milieux aquatiques. Il provient de la décomposition des débris organiques végétaux et animaux. Il peut également provenir de substances organiques émises par les effluents municipaux et industriels. La valeur de (COT), contrairement à la DBO, détermine complètement les composés difficilement ou non dégradables biochimiquement qui sont d'une grande importance pour l'évaluation de la pollution de l'eau et des effluents.

La mesure de la valeur de (COT) repose sur la combustion des matières organiques carbonées d'un effluent après passage au four à 950 °C sous courant d'oxygène. Le gaz et la vapeur produits sont piégés et la quantité d'oxygène consommé est mesurée par l'intermédiaire d'une cellule galvanique. [4]

✓ **Les sels nutritifs**

Les nutriments sont des éléments qui peuvent se présenter dans les eaux usées urbaines, sous forme organique ou minérale. Ils sont responsables de l'eutrophisation des milieux aquatiques.

La connaissance des quantités des nutriments dans les effluents épurés avant de les rejeter dans le milieu récepteur :

- **Le phosphore**

Le phosphore se présente dans les eaux résiduaires brutes sous deux formes :

- Organique : d'origine industrielle ou biologique provenant des matières fécales.
- Minérales : les ortho et poly phosphates provenant de lessive, d'engrais phosphatés.

- **L'Azote**

L'azote peut être présent dans les eaux usées sous plusieurs formes :

- Forme réduite : Azote organique N et Azote ammoniacal NH_4^+
- Forme moléculaire : Azote dissous (20 mg/l à la température ambiante).
- Forme oxydée : Azote nitreux NO_2 et Azote nitrique NO_3

L'azote contenu dans les eaux résiduaires domestiques est essentiellement sous forme ammoniacale.

Les formes oxydées n'apparaissent pas ou seulement en faibles quantités dans les effluents urbains, ce qui s'explique par le fait qu'une eau usée est toujours considérée comme étant un milieu réducteur. [10]

II-6-Les critères de la pollution organique

Selon **METAHRI Mohammed Saïd 2012**, la pollution organique est la plus répandue. Elle est engendrée par le déversement des eaux usées domestiques ou des eaux résiduaires provenant des industries textiles, papeteries, industries de bois, de raffineries, d'abattoirs et d'agroalimentaires.

Cette pollution peut être absorbée par le milieu récepteur tant que la limite d'auto épuration n'est pas atteinte. Au-delà de cette limite la respiration de divers organismes aquatiques peut être compromise au profit de la dégradation de cette matière organique.

II-6-1- L'équivalent habitant (EH)

Un équivalent habitant, correspond à la pollution quotidienne de l'eau que génère un individu. En fonction des dotations journalières en eau, chacun est sensé utiliser une quantité d'eau par jour. La quantité de pollution journalière produite par un individu est estimée à 57 g de matières oxydables (MO), 90 g de matières en suspension (MES), 15 g de matières azotées

(MA), et 4 g de matières phosphorées (MP). Enfin, la concentration des germes est généralement de l'ordre de 1 à 10 milliards de germes pour 100 ml. [5]

II-7- normes de rejets

Les normes de rejets sont les valeurs limites à ne pas dépasser lors du déversement des eaux usées, et cela afin de protéger l'environnement en général et les milieux récepteurs en particulier, mais également pour éviter la prolifération des maladies dues aux rejets d'eaux usées.

Les normes de rejets en Algérie sont démontrées dans les deux tableaux suivants :

Tableau II. 1 Valeurs limites maximales de la teneur en substances nocives des eaux usées autres que domestiques au moment de leur déversement dans un réseau public d'assainissement ou dans une station d'épuration. [11]

Tableau II. 2 les valeurs limite des paramètres de rejet dans un milieu récepteur. [11]

Paramètres	Valeurs limites maximales(mg/L)
Azote global	150
Aluminium	5
Argent	0.1
Arsenic	0.1
Béryllium	0.05
Cadmium	0.1
Chlore	3
Chrome trivalent	2
Chrome hexa valent	0.1
Chromates	2
Cuivre	1
Cobalt	2
Cyanure	0.1
Demande biochimique en oxygène (DBO5)	500
Demande chimique en oxygène (DCO)	1000
Etain	0.1
Fer	1
Fluorures	10
Hydrocarbures totaux	10
Matières en suspension	600
Magnésium	300
Mercure	0.01
Nickel	2
Nitrites	0.1
Phosphore total	50
Phénol	1
Plomb	0.5
Sulfures	1
Sulfates	400
Zinc et composés	2

Température : inférieure ou égale à 30°

PH : compris entre 5.5 et 8.5

(*) Valeurs fixées par le décret exécutif n° 93-160 du 10 juillet 1993

Paramètres	Valeurs limites	Unités
Température	30	mg /l
PH	6.5 a 8.5	mg /l
MES	35	mg /l
DBO5	35	mg /l
DCO	120	mg /l
Azote kjeldahl	30	mg /l
Phosphates	02	mg /l
Phosphores total	10	mg /l
Cyanures	0.1	mg /l
Aluminium	03	mg /l
Cadmium	0.2	mg /l
Fer	03	mg /l
Manganèse	01	mg /l
Mercuré total	0.01	mg /l
Nickel total	0.5	mg /l
Plomb total	0.5	mg /l
Cuivre total	0.5	mg /l
Zinc total	03	mg /l
Huiles et grasses	20	mg /l
Hydrocarbures totaux	10	mg /l
Indices ph2nols	0.3	mg /l
Fluor et composés	15	mg /l
Etain total	02	mg /l
Composés organiques chlores	05	mg /l
Chrome total	0.5	mg /l
(*)Chrome iii+	03	mg /l
(*)Chrome vi+	0.1	mg /l
(*)Solvants organiques	20	mg /l
(*)Chlore actif	1.0	mg /l
(*)PCB	0.001	mg /l
(*)Détergents	2	mg /l
(*)Tensioactifs anioniques	10	mg /l

II-8- Conclusion

Les conséquences immédiates ou différées d'un rejet d'eaux usées sur le milieu récepteur sont nombreuses. Elles sont dues à la présence d'éléments polluants contenus dans l'eau sous forme dissoute ou particulaire, d'où une épuration de ces eaux usées avant leurs rejets dans le milieu naturel est indispensable et cela pour l'équilibre de l'écosystème.

Chapitre III
***Généralités sur les procédés
d'épuration des eaux usées***

III-1- Introduction

L'objectif du traitement des eaux usées résiduaire est l'obtention d'une eau épurée qui satisfait aux normes de rejet édictées par la législation et pouvant dans le cadre des mesures nécessaires à une bonne gestion de l'eau (recyclage), plus particulièrement en milieu industriel. Selon la nature et l'importance de la pollution, différents procédés peuvent être mis en œuvre pour l'épuration des eaux résiduaires urbaines et industrielles en fonction des caractéristiques de celles-ci et du degré d'épuration désiré.

Ce chapitre présentera les différentes filières ou chaînes de traitement des eaux et des boues résiduaires urbaines et industrielles, puis décrit succinctement les principales opérations unitaires mises en œuvre. [12]

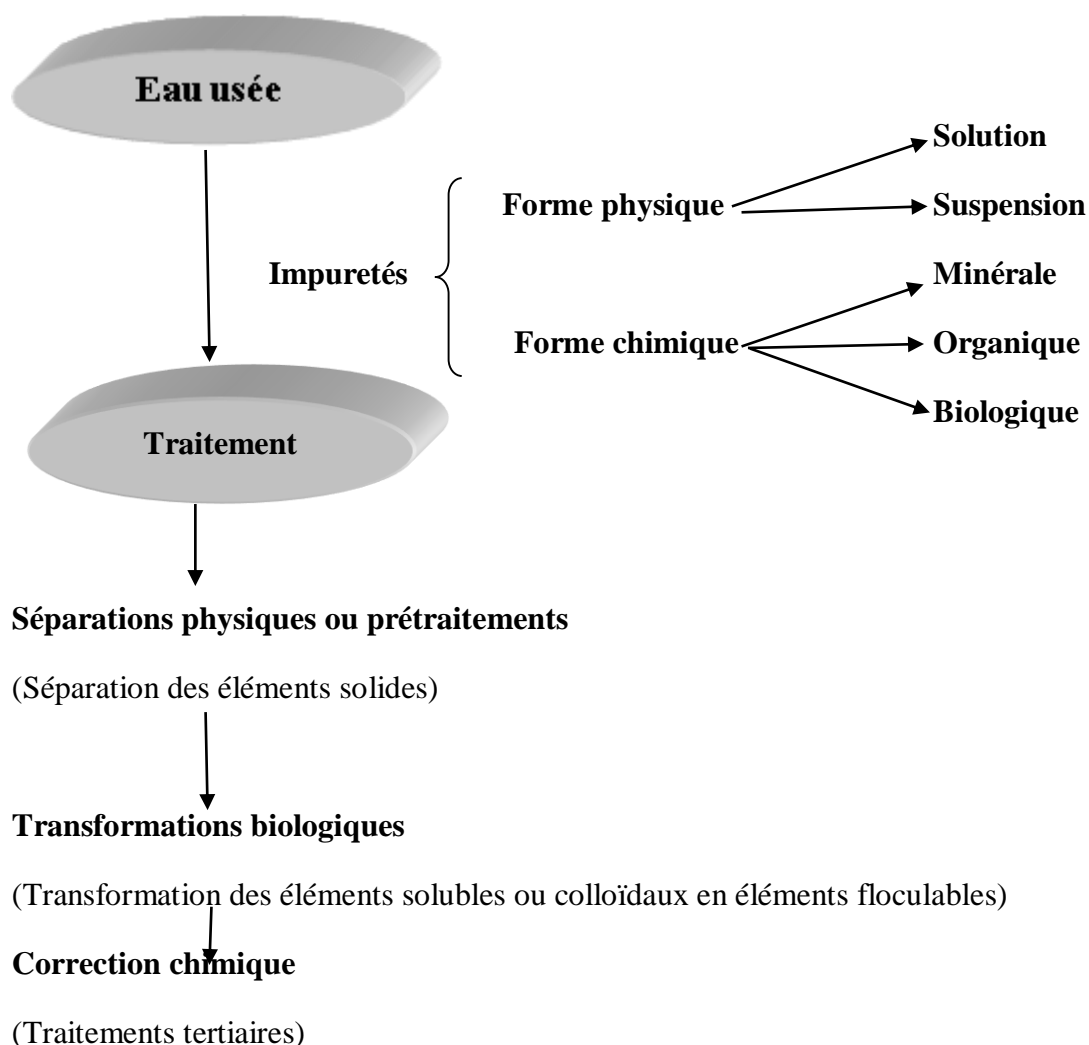


Figure III. 1 Principe d'épuration d'une eau usée.

III-2- Les procédés d'épuration des eaux usées

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

Une station d'épuration comporte généralement une phase de prétraitement, pendant laquelle les éléments les plus grossiers sont éliminés par dégrillage (pour les solides de grandes tailles), puis par flottation/décantation (pour les sables et les graisses). Vient ensuite un traitement dit primaire, une décantation plus longue, pour éliminer une partie des MES.

Des traitements physico-chimiques et/ou biologiques sont ensuite appliqués afin d'éliminer la matière organique. Ils sont généralement suivis d'une phase de clarification qui est encore une décantation. Enfin, un traitement des nitrates et des phosphates est exigé en fonction de la sensibilité du milieu récepteur. Il existe également des traitements dits extensifs, comme le lagunage, qui combinent des traitements biologiques, physiques et naturels.

III-2 -1- Le prétraitement

Les eaux brutes doivent généralement subir, avant leur traitement proprement dit, un prétraitement qui comporte un certain nombre d'opérations, uniquement physiques ou mécaniques. Il est destiné à extraire de l'eau brute, la plus grande quantité possible d'éléments dont la nature ou la dimension constitueront une gêne pour les traitements ultérieurs. Selon la nature des eaux à traiter et la conception des installations, le prétraitement peut comprendre les opérations suivantes:

- **Le dégrillage** : principalement pour les déchets volumineux.
- **Le dessablage** : pour les sables et graviers.
- **Le dégraissage-déshuilage ou d'écumage-flottation** : pour les huiles et les graisses.

III-2-1-1-Le dégrillage

Le principe du dégrillage consiste en l'insertion d'une grille en travers du courant d'eau usée à prétraiter. L'objectif de cette procédure est l'élimination des déchets volumineux ainsi que la protection de la station d'épuration.



Figure III. 2 dessin représentatif d'un dégrilleur à l'entrée d'une station d'épuration.

Il permet de filtrer les objets ou les débris les plus grossiers véhiculés par les eaux usées ainsi que la protection de la station d'épuration. Son principe consiste à faire passer l'eau brute à travers des grilles. [5]

Il y a différents types de dégrillage selon l'écartement entre les barreaux d'un dégrilleur :

- Pré-dégrillage : les barreaux des grilles sont espacés de 30 à 100 mm ;
- Dégrillage moyen : les barreaux sont espacés de 10 à 30 mm ;
- Dégrillage fin : les barreaux sont espacés de moins de 10 mm ; le dispositif est généralement précédé d'un pré-dégrillage de protection.

Les grilles peuvent être verticales, mais sont le plus souvent inclinées de 60° à 80° sur l'horizontale pour une meilleure efficacité du dégrillage, on distingue des grilles manuelles et mécaniques. [13]

La vitesse de passage de l'eau doit permettre l'application des matières sur la grille sans provoquer de pertes de charge importantes ni entraîner des colmatages en profondeur des barreaux.

Vitesse moyenne de passage : $0.6 \text{ m/s} < V < 1,00 \text{ m/s}$ ou 1.40 m/s en débit maximal

Pertes de charge : $0.05 \text{ m} < \Delta h < 0.15 \text{ m}$ en eau de consommation et $0.1 \text{ m} < \Delta h < 0.40 \text{ m}$ en eau résiduaire. [14]

a- Grilles manuelles :

Elles sont composées de barreaux droits de section circulaire ou rectangulaire, parfois mobile ou pivotantes pour faciliter le nettoyage du canal.

Ces grilles sont généralement réservées aux très petites installations d'épuration vu le surcoût d'exploitation dû au nettoyage quotidien, nécessitant parfois plusieurs interventions de l'exploitant dans la journée.

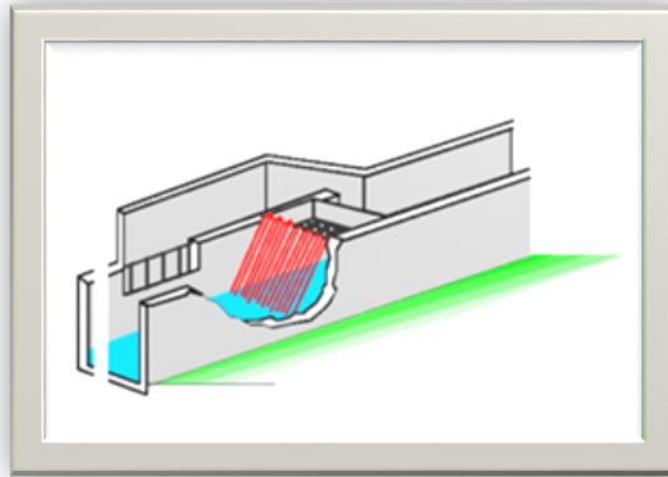


Figure III. 3 grille manuelle.

b- Grilles mécaniques

Sont des grilles à fonctionnement automatique par horloge électrique (nettoyage), du coût elle est indispensable à partir d'une certaine taille de station d'épuration, de même pour les petites installations afin de réduire les interventions manuelles coûteuse de nettoyage.



Figure III. 4 grille mécanique.

Afin d'assurer une bonne qualité et rendement du traitement, ainsi que la sécurité des équipements, dans certains cas le dégrillage peut être remplacé ou complété par deux procédés à savoir : dilacération et tamisage.

Et cela en fonction de la qualité et la quantité des polluants des eaux brutes.

- **La dilacération** : c'est une opération qui concerne essentiellement les eaux résiduaires urbaines, qui a pour but de déchiqueter ou de désintégrer les matières solides décantable fines qui peuvent continuer à suivre le circuit de l'eau vers les stades de traitement ultérieurs, de plus, se procéder permet de s'en débarrasser des nuisances induites par l'évacuation et la décharge des déchets de dégrillage.

En revanche, il y a un risque de bouchage des pompes et des tuyauteries dû à l'agglomération en masse de fibres végétales ou textiles broyées associées à des graisses.

- **Le tamisage** : est un procédé physique de traitement des eaux, dont la technique consiste à faire passer les eaux à épurer à travers une toile de fils ou de fibres ou à travers une membrane poreuse, ainsi durant le passage de l'eau certains solides sont arrêté.

Cette opération est préconisée sur les effluents industriels chargés en matières en suspensions, à raison de la récupération des déchets utilisables, la protection de canalisation ou de pompes ainsi que la limitation des risques de dépôts et de fermentations. [13]

III-2 -1- 2-Le dessablage

Cette opération est indispensable si on veut :

- Eviter le colmatage des canalisations surtout si elles sont enterrées
- Protéger les équipements à pièces tournantes de corrosion (axes de chaines, rotors de centrifugeuse, pompes de relèvement...)
- Réduire la production des boues.

Le dessablage concerne les particules minérales de diamètre supérieur à 0.2mm et de masse spécifique de l'ordre de 2.65 g/cm³.

La vitesse de sédimentation de ces particules est fonction de :

Leur nature, forme, dimensions et la viscosité du liquide dans lequel elles se trouvent.

La technique du dessablage consiste à faire circuler l'eau dans une chambre de tranquillisation avec une vitesse constante de 0.3m/s quel que soit le débit. Cette condition est difficile à réaliser en raison des variations du débit.



Figure III. 5 Ouvrage de dessablage.

Types de dessaleurs

On distingue plusieurs types de dessableurs suivant la géométrie des bassins ou la circulation du fluide :

- Dessableurs canaux gravitaires.
- Dessableurs tangentiels.

a- Dessableurs canaux gravitaires

Le principe de dimensionnement se base sur le principe qu'une particule arrivant en surface sera captée et atteint le fond du dessableur avant d'arriver à la sortie. [14]

b- Dessableurs tangentiels

Ce dessableur, de section circulaire, avec fond à trémie, est muni d'une arrivée tangentielle des eaux usées. Les sables peuvent décanter par différence de gravité. Ces sables sont rassemblés dans le fond de l'ouvrage où ils sont repris périodiquement.

Le séjour du liquide dans le bassin est de 60 sec en débit maximum et permet une sédimentation des particules de sable d'une dimension supérieure ou égale à 0,2 mm. Le brassage évite aux matières organiques de se déposer et cela, même à débit minimal. [15]

III-2 -1- 3-Dégraissage_déshuilage

Les opérations de dégraissage et de déshuilage consistent à séparer des produits de densité légèrement inférieure à l'eau, en l'occurrence les huiles et les graisses, par effet de flottation naturelle ou assistée, ces produits se présente sous forme de particules libres, ou agglomérées avec des matières en suspension. Ce qui fait de ce mécanisme un compromis entre une rétention maximale des graisses et un dépôt minimal de boues de fond fermentescibles.

- **Les graisses** : ce sont des produits solides d'origine animale ou végétale, elles sont présentes dans les eaux résiduaires urbaines et dans certaines eaux résiduaires industrielles.
- **Les huiles** : sont présentes dans les eaux résiduaires industrielles, elles se composent essentiellement des huiles végétales, huiles minérales, hydrocarbures légers.



Figure III. 6 dégraissage et déshuilage.

a- Dégraissage

L'opération de dégraissage peut être accomplie soit dans une chambre où les eaux sont tranquillisées dans un bac à cloisons siphonées, soit dans un décanteur primaire circulaire muni d'une insufflation d'air favorisant la remontée des particules de graisses et leur agglomération en surface, cependant ce dernier est mal adapté à la reprise des matières flottantes dès que leur volume devient important.

L'extraction des matières grasses peut être réalisée soit par déversement, soit par raclage manuel ou mécanique.

b- Déshuilage

Cette opération concerne essentiellement deux types d'effluents industriels : des effluents régulièrement huileux et peu huileux, leur déshuilage comporte un ou deux stades, à savoir :

- **Le pré-déshuilage** : il consiste en l'élimination des hydrocarbures flottants, ce stade peut être combiné avec le dessablage.
- **Le déshuilage de finition** : correspondant à l'élimination des hydrocarbures.

III-2-2- le traitement primaire

Les procédés de traitement primaire sont de nature physico-chimique. Ils sont l'habileté d'éliminer d'une part 50% à 60% des matières en suspension décantable dans l'eau, dans l'optique de réduire les caractéristiques dimensionnelles avals d'élimination de la pollution carbonée.

III-2-2-1- Les Procédés de décantation

Le procédé de décantation a pour but d'éliminer les particules en suspension et la séparation solide-liquide sous la base de la pesanteur, afin d'alléger les traitements biologiques ultérieurs.

On utilise le terme de décantation lorsque l'on désire obtenir la clarification d'une eau brute. Si l'on veut obtenir une boue concentrée, on parle de sédimentation.

Les matières en suspension chutent au fond du bassin ou demeurent en suspension dans l'eau.

La vitesse de décantation varie aussi en fonction de la température de l'eau : on admet qu'une élévation de température de 0°C à 30°C fait doubler la vitesse de décantation du fait que la densité et la viscosité ont diminué.

Il faut noter que la vitesse d'écoulement reste sans influence sur la décantation dans un bassin à parcours horizontal tant qu'une certaine valeur limite de la vitesse n'est pas dépassée.

Cette vitesse limite est en moyenne de 180 m/h, au-delà de cette vitesse les particules de boues risquent d'être entraînées par le courant et de ne pas se déposer sur le fond du bassin.

[13]

Le dimensionnement des décanteurs est essentiellement fondé sur :

- La vitesse de sédimentation des matières en suspension.
- La charge hydraulique à traiter.
- La charge de pollution.

III-2-2-2- Les procédés de coagulation chimiques et électrochimiques

Selon la source du coagulant, on peut distinguer deux types de coagulation, coagulation-floculation chimique ou électrocoagulation.

➤ La coagulation-floculation

Le procédé de coagulation-floculation est un traitement primaire qui permet de débarrasser les eaux usées des impuretés qu'elles contiennent grâce à la réaction d'émulsion.

La coagulation a donc pour but principal de déstabiliser les fines particules en suspension pour ainsi faciliter leur agglomération. Généralement caractérisé par l'injection et la dispersion rapide de produits chimiques, ce procédé permet d'augmenter substantiellement l'efficacité des traitements secondaires. [16]

La coagulation-floculation facilite l'élimination des MES (Matières En Suspension), en les rassemblant sous formes de floes dont la séparation s'effectue par décantation, flottation et/ou filtration.

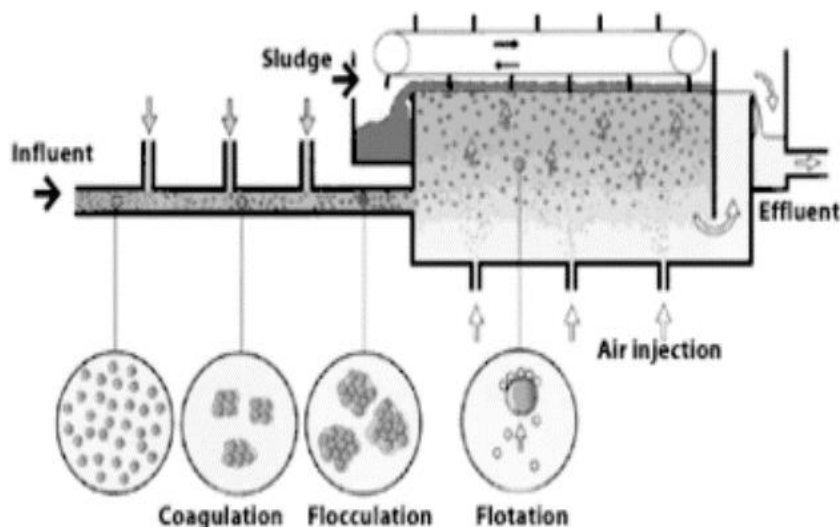


Figure III. 7 Schématisation du procédé coagulation-floculation.

➤ L'électrocoagulation

L'électrocoagulation est une méthode de traitement des eaux basée sur la dissolution électrochimique d'un métal sacrificiel, qui une fois dans l'effluent et moyennant les autres réactions connexes telle que l'électrolyse de l'eau, donne des complexes d'hydroxydes métalliques qui vont assurer l'adsorption puis la floculation des particules et des composés polluants dissous.

Le processus se résume comme suit :

- La formation des coagulants par l'oxydation électrolytique des métaux sacrificiels.
- La déstabilisation des contaminants, polluants, des matières en suspension et la cassure des émulsions.
- L'agrégation des phases déstabilisées pour former des floccs.

Cette dernière étape peut être résumée par les sous étapes ci-après :

- Présence forte de la double couche diffuse autour des espèces chargées obtenues grâce aux interactions des ions métalliques provenant de la dissolution de l'anode sacrificielle.
- Neutralisation des espèces ioniques présentes dans l'eau par les cations.
- Formation de floccs comme le résultat de l'agglomération des particules et des colloïdes autour des espèces coagulées. [17]

III-2-3-Le traitement secondaire

Dans la plupart des cas, le taux d'épuration exigé pour le rejet des effluents dans le milieu récepteur n'est pas atteint par une simple épuration préliminaire et primaire.

Les traitements secondaires conçus font appel généralement aux procédés biologiques, dont les eaux usées collectées sont soumises à un traitement qui permet de reproduire l'action de la nature ; dans lesquels on fait consommer la plus grande partie des matières organiques présentes dans les eaux usées par des bactéries aérobies ou anaérobies. Les procédés les plus couramment mis en œuvre pour la dépollution des rejets urbains et industriels sont de type aérobie. [18]

On distingue:

- ❖ Les procédés aérobies utilisant une culture bactérienne libre en suspension dans l'eau à traiter (épuration par boues activées, lagunage naturel et aéré).
- ❖ Les procédés aérobies utilisant une culture bactérienne fixée sur un support (épuration par lits bactériens ou par biofiltration).

III-2-3-1-Les procédés biologiques naturels (Lagunage)

Cette méthode repose sur la présence de bactéries aérobies en cultures libres dans une lagune. Il s'agit d'un procédé extensif. Après dégrillage, les eaux usées circulent dans différents bassins afin que les bactéries nettoient ces dernières. Les bassins doivent être étanches sous peine de polluer le sol sous-jacent. [19]

Le créneau privilégié d'application de ce procédé rustique peut être défini comme suit :

- Petites collectivités : 250 à 1500 EH (conseillé) voire 100 à 2000 EH (possible).
- Nature du sol peu perméable (ou emploi de géomembranes si coefficient de Darcy $> 10^{-6}$ m/s).

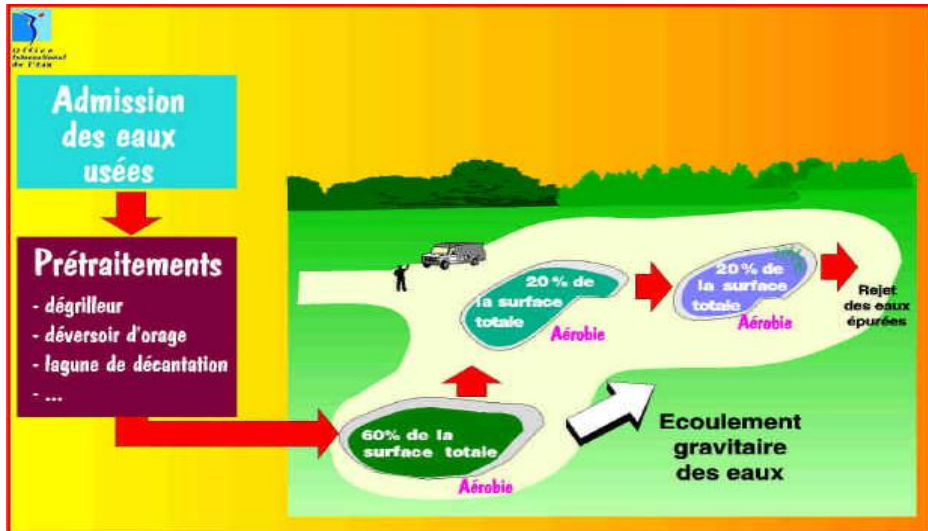


Figure III. 8 Schéma de principe d'un lagunage naturel.

L'épuration par lagunage naturel repose sur la présence équilibrée de bactéries aérobies en cultures libres et d'algues. L'oxygène nécessaire à la respiration bactérienne est produit uniquement grâce aux mécanismes photosynthétiques des végétaux en présence de rayonnements lumineux, ou par l'utilisation de l'aération artificielle. La lagune peut également être naturelle ou artificielle. [20]

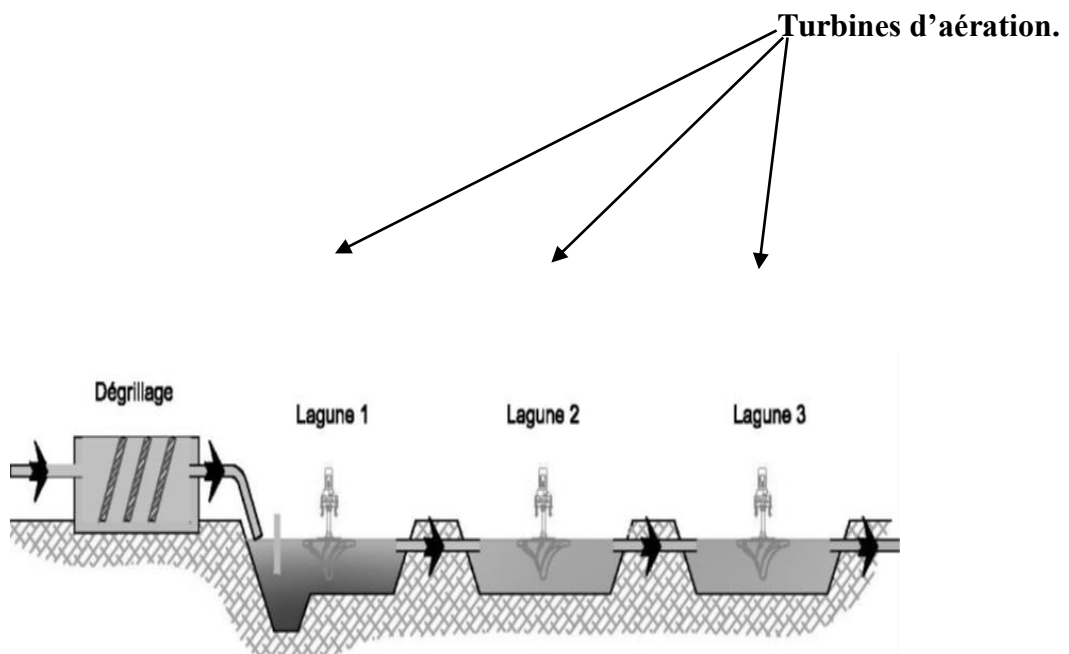


Figure III. 9 Principe de la filière lagunage aéré.

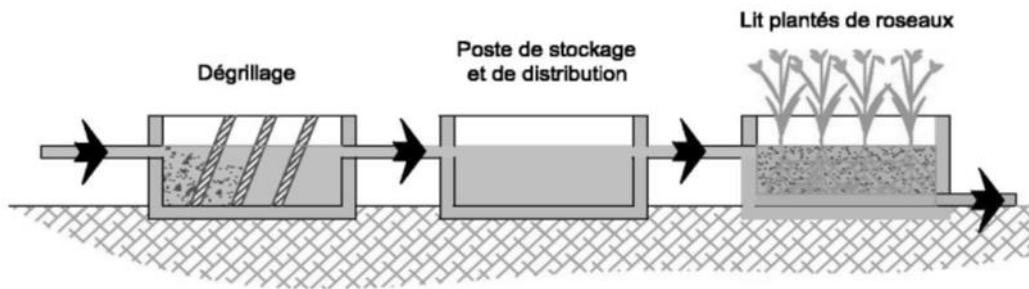


Figure III. 10 Principe de la filière lit planté de roseaux.

III-2-3-2-Les Procédés Artificiels de traitement biologique

a- Cultures bactériennes aérobies :

On entend par cultures bactériennes aérobies l'ensemble des procédés mettant en œuvre des réactions à prédominance aérobie (présence d'oxygène) en combinaison avec des temps d'anoxie ou d'anaérobie-anoxie.

Ces cultures forment le noyau du traitement biologique des eaux usées, selon plusieurs auteurs, leur utilisation est préconisée si on remplit les critères et conditions de traitement biologique suivantes :

- $6.5 < \text{PH} < 8.5$.
- $\text{DBO}/\text{DCO} > 0.3$.
- Respect de l'équilibre nutritionnel : $\text{DBO}/\text{N} < 20$, $\text{DBO}/\text{P} < 100$.
- Absence de produit toxique.

b- Cultures libre (Boues activées)

Son principe réside dans la reproduction du système d'autoépuration d'une rivière en mettant en place une microfaune bactérienne appelé « Boues activées », qui en présence d'air va transformer en boues la pollution dissoute reçue. Ces boues sont séparées de l'eau épurée par un clarificateur.

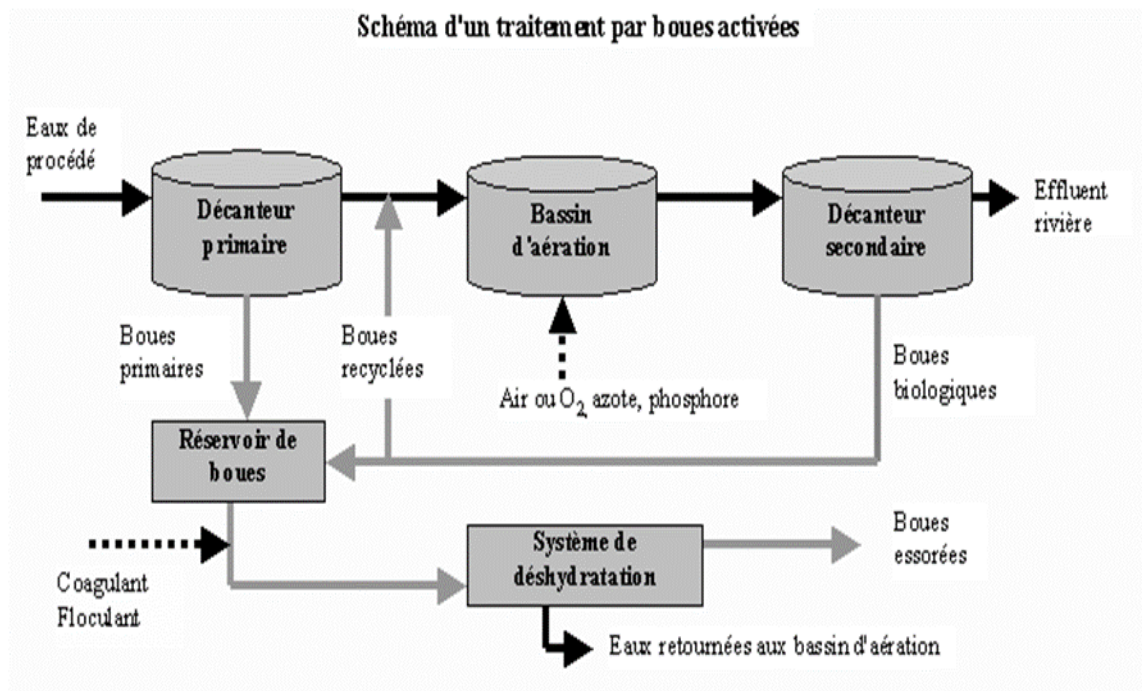


Figure III. 11 Principe de la filière boues activées.

Un bassin d'aération : C'est un élément fondamental de la filière biologique Boues Activées ; il représente le réacteur biologique dans lequel s'effectue la transformation de la matière organique par les microorganismes aérobies. Pour fournir l'oxygène nécessaire aux bactéries, on utilise plusieurs types d'aération ; soit par utilisation de turbines, de brosses ou des insufflations d'air (diffuseurs à fine bulles).

- Un clarificateur qui est utilisé afin de séparer les boues produites (concentration de la culture bactérienne) et l'eau épurée. Appelé aussi décanteur secondaire, le clarificateur est un ouvrage cylindrique muni d'un racleur de fond, d'une jupe de répartition « CLIFFORD » qui a pour objet de dissiper au mieux l'énergie hydraulique à l'entrée du clarificateur afin de limiter les turbulences. Le décanteur secondaire est aussi muni d'une lame déversante (goulotte) pour la récupération de l'eau épurée. Il dispose d'un racleur de fond (pour les boues décantées dans le fond de l'ouvrage) reposant sur un radier lisse.
- Un système de recirculation des boues biologique en assurant leur retour dans le bassin d'aération.

Les procédés par boues activées présentent certains inconvénients, voire certaines impossibilités, résultant de l'éventuelle incompatibilité de la vie des micro-organismes avec la nature et la qualité de l'effluent (cas des produits chimiques, de la température ambiante dans

le bassin d'aération). Ils exigent une surveillance très pointue, incompatible avec les petites stations. Aussi, en ce qui concerne les concentrations virales présentes dans les eaux résiduaires urbaines, le traitement par boues activées permet de retenir 55 à 75%, cela peut engendrer des impacts négatifs sur le milieu récepteur et dans le cas d'une réutilisation de l'eau épurée. [19]

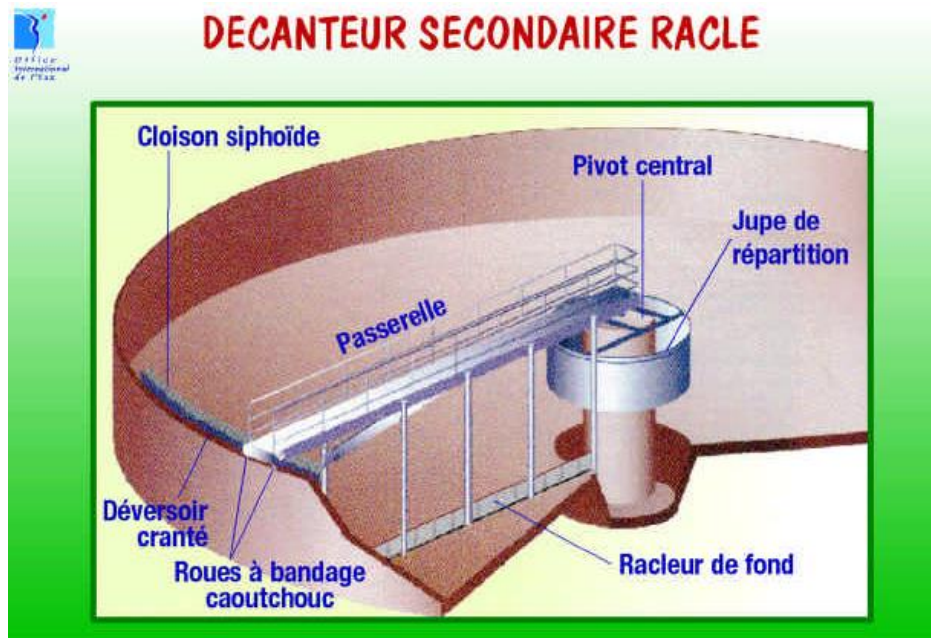


Figure III. 12 Schéma de principe d'un décanteur secondaire (clarificateur).

c- Cultures Fixes (Lits Bactérien)

Ce terme regroupe tous les procédés où la biomasse épuratrice est accrochée sur un support solide, à travers lequel s'infiltré l'eau à traiter. Les procédés à cultures fixées sur supports grossiers sont intéressants pour les petites collectivités car ils offrent des contraintes d'exploitation limitées et de faibles coûts énergétiques. Dans ce chapitre on traitera le lit bactérien. Son principe de fonctionnement consiste à faire ruisseler l'eau à traiter, préalablement décantée ou au moins bien tamisée, sur une masse de matériau naturel ou plastique, ces derniers servent de support aux bactéries (micro-organismes) épuratrices qui forment un film biologique.

Ce type de procédé nécessite un traitement primaire en tête ; généralement des décanteurs-digesteurs sont prévus qui a pour objet d'assurer :

- Un dépôt de particule en suspension contenues dans les eaux usées préalablement prétraités par simple séparation gravitaire.
- La digestion anaérobie de la fraction organique de ces dépôts progressivement accumulée.

Selon le cahier 22 du FNDAE (FONDS NATIONAL POUR LE DEVELOPPEMENT DES ADDUCTIONS D'EAU) de l'Office International de l'eau ; le temps de séjour de l'eau à traiter dans le décanteur-digester est d'une heure (1h) et ce dernier présente des performances d'élimination des MES et de la DBO de 50% et 30% respectivement.

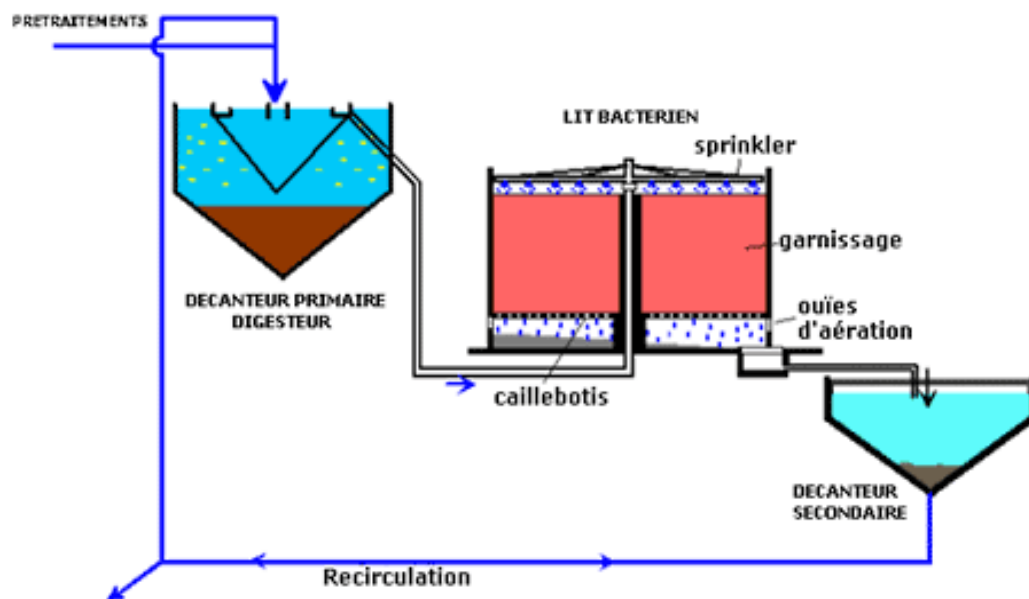


Figure III. 13 Schéma de la filière lit bactérien précédé par un décanteur-digester.

III-2-4-Les Traitements Tertiaires ou complémentaires

En général, les techniques d'épuration, même les plus sévères, laissent passer dans l'eau épurée des matières organiques difficilement biodégradables et échappent à la meilleure décantation. Ainsi même après un traitement secondaire, l'eau véhicule presque toujours des micro-organismes et des micropolluants.

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

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

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

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

On peut citer aussi par exemple : l'échange ionique et l'adsorption sur du charbon actif.

Le coût excessif du traitement tertiaire explique pourquoi dans la majorité des stations d'épuration ce type de traitement est inexistant. Ce coût ne se représente pas seulement le prix des réactifs ou des équipements mais aussi celui d'un personnel hautement qualifié. [21]

III-3 Conclusion

Ces différents procédés permettent d'obtenir une eau débarrassée d'une grande partie de ces polluants et des boues constituant un sous-produit de l'épuration. L'eau épurée peut enfin être rejetée dans le milieu naturel sans risque majeur.

Le choix d'un procédé de dépollution optimal est une opération délicate nécessitant réflexion et expérimentation. Cela, doit être suivi d'une étude technico-économique.

Chapitre IV

**Calcul des charges hydrauliques et
des charges polluantes.**

IV-1- Introduction

Les systèmes d'épuration doivent être dimensionnés, conçus, construits et exploités de manière telle qu'ils puissent recevoir et traiter les flux de matières polluantes correspondant à 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 le domaine d'agriculture. Dans ce présent chapitre nous sommes appelés à calculer les débits et les proportions de la charge polluante des eaux brutes à traiter par la future station d'épuration

IV-2-Population raccordée au réseau d'assainissement projeté

Dans le **chapitre I** nous avons estimé la croissance géométrique de la population de la zone d'étude, ces valeurs sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau IV. 1 Estimation de la population raccordée au réseau d'assainissement projeté à différents horizons.

Année d'horizon	Population Zone1	Population Zone2	POPULATION TOTALE
2008	12265	1955	14220
2020	15555	3511	19066
2030	18961	5719	24680
2040	23114	9315	32429
2050	28176	15174	43350

IV-3-Estimation des besoins en eau potable de la commune

L'évolution des besoins en eau potable de la population future de la commune d'IFLISSEN est estimée suivant une dotation moyenne journalière par habitant de : 150 l/hab/ j à moyen et à long terme 2050.

Le débit moyen journalier est calculé par la formule suivante :

$$Q_{\text{moyj}} = \frac{P \times D}{1000} (\text{m}^3/\text{j})$$

Avec :

Q_{moyj} : Débit moyen journalier (m^3/j).

P : Nombre d'habitants.

D : Dotation théorique ($\text{l}/\text{hab}/\text{j}$) égale à $150 \text{ l}/\text{hab}/\text{j}$.

Estimation des besoins en eau potable de la population à différents horizons.

Tableau IV. 2 Besoins théoriques en eau potable pour la population.

Horizons	Population (hab)	Dotation ($\text{l}/\text{hab}/\text{j}$)	Consommation total (m^3/j)
2008	14220	150	2133
2020	19066	150	2859,9
2030	24680	150	3702
2040	32429	150	4864,35
2050	43350	150	6502,5

IV-4-Estimation des débits rejetés en eaux usées pour l'horizon 2050

IV-4-1-Estimation des débits des eaux usées domestiques

La production des eaux usées est conditionnée par le degré de consommation d'eau, elle est proportionnelle à la densité du tissu urbain.

Le débit moyen journalier des eaux usées est donné par la formule suivante :

$$Q_{\text{mj.eu}} = C \cdot K_r$$

Avec :

$Q_{\text{mj.eu}}$: Débit moyen journalier des eaux usées domestiques,

K_r : Coefficient de rejet pris égal à 80% de la quantité d'eau potable consommée [22].

C : Consommation moyenne journalière ($C=P \cdot D$), (m^3/j).

Avec :

$\left\{ \begin{array}{l} D : \text{dotation journalière } (\text{l}/\text{j}/\text{hab}). \\ P : \text{nombre d'habitant.} \end{array} \right.$

Pour l'horizon 2050 :

$$Q_{\text{mj.eu}} = 6502,5 \times 0,80 = 5202 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$Q_{mj.eu} = 5202 \text{ m}^3/\text{j}$$

IV-4-2-Estimation des débits des eaux usées d'équipement

Pour une meilleure approche du débit rejeté par les équipements de la zone et à cause du manque des données collectées, nous avons estimé les débits d'équipement avec un taux de majoration de 30% du débit moyen journalier des eaux usées domestique selon la D.H.W.T.O.

$$Q_{EU \text{ équi}} = 0,3 \times Q_{EU \text{ dom}}$$

Avec :

$Q_{EU \text{ équi}}$: Le débit des eaux usées d'équipements.

$Q_{EU \text{ dom}}$: Le débit des eaux usées domestiques.

$$Q_{EU \text{ équi}} = 5202 \times 0,30 = 1560,6 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$Q_{EU \text{ équi}} = 1560,6 \text{ m}^3/\text{j}$$

IV-4-3-Estimation des débits des eaux usées totales

$$Q_{EUT} = Q_{EU \text{ équi}} + Q_{EU \text{ dom}}$$

$$Q_{EUT} = 5202 + 1560,6 = 6762,6 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$Q_{EUT} = 6762,6 \text{ m}^3/\text{j}$$

Avec :

Q_{EUT} : Le débit des eaux usées totales.

$Q_{EU \text{ équi}}$: Le débit des eaux usées d'équipements.

$Q_{EU \text{ dom}}$: Le débit des eaux usées domestiques.

IV-4-4-Calcul de l'équivalent habitant (Eq/hab)

Pour quantifier globalement les matières polluantes contenues dans les eaux usées domestiques et pour un éventuel calcul de système d'épuration, il faut disposer d'une unité dite «**Equivalent habitant** », il se définit comme étant la pollution produite par habitant et

par jour exprimé en gramme d'oxygène nécessaire à sa dégradation. Ayant le débit total des eaux usées à l'horizon 2050.

On détermine alors l'équivalent habitant comme suit :

$$[Eq/hab]_{2050} = \frac{Q_{EUT} \cdot 1000}{Kr \cdot D}$$

Avec :

Q_{EUT} : débit des eaux usées totales.

D : Dotation théorique (l/hab/j) égale à 150 l/hab/j.

Kr : Coefficient de rejet.

$$[Eq/hab]_{2050} = (6762,6 \times 1000)/(0,8 \times 150) = 56355 \text{ Eq/hab.}$$

$$[Eq/hab]_{2050} = 56355 \text{ Eq/hab}$$

Donc la capacité de la step d'IFLISSEN projetée est de 56355 Eq/hab.

IV-5-Calcul des charges hydrauliques et charges polluantes

Pour le dimensionnement de la station d'épuration, il faut estimer les charges hydrauliques et les charges polluantes à l'horizon 2050 pour une capacité de 56355 Eq/hab.

IV-5-1-Calcul des charges hydrauliques

- **Débit moyen journalier des eau usée** : C'est le nouveau débit moyen journalier pour 56355 Eq/hab ($Q_{moy,j}$), soit le débit totale des eaux usées calculé précédemment.

$$Q_{moy,j} = Q_{EUT}$$

➤ **Débit moyen horaire (Q_{moyh})**

Le débit moyen horaire par jour est le débit observé au cours de la journée, mesuré à l'arrivée de la station d'épuration, il est donné par la relation suivante :

$$Q_{moyh} = \frac{Q_{moyj}}{24}$$

$$Q_{moyh} = \frac{6762,6}{24} = 281,775 \text{ m}^3/\text{h soit } 78,27 \text{ l/s.}$$

$$Q_{moyh} = 281,775 \text{ m}^3/\text{h}$$

➤ **Débit de pointe par temps sec (Q_{pts}) :**

Débit de pointe par temps sec est donné par la formule suivante :

$$Q_{pts} = C_p \times Q_{moyh}$$

$$C_p = \begin{cases} 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{Q_{moyh}}} & \text{Si } Q_{moyh} \geq 3 \text{ l/s} \\ 3 & \text{Si } Q_{moyh} < 3 \text{ l/s} \end{cases}$$

Sachant que $Q_{moyh} = 78,27 \text{ l/s} > 3 \text{ l/s}$

$$\text{Donc : } C_p = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{78,27}} = 1,78$$

D'où:

$$Q_{pts} = 1,78 \times 281,775 = 501,55 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{pts} = 501,55 \text{ m}^3/\text{h}$$

➤ **Débit de pointe par temps de pluie « Q_{ptp} »**

Afin d'éviter une surcharge hydraulique dans le bassin d'orage implanté à l'amont de la station lors des précipitations, le bassin d'orages est dimensionné pour un débit maximal

correspondant à un débit de pointe par temps de pluie « Q_{ptp} », ce débit est le débit des eaux usées allons vers la station en temps de pluie, et se calcul par la relation suivante :

$$Q_{ptp} = Q_{pts} + \alpha Q_{pts}$$

$$Q_{ptp} = (1 + \alpha) Q_{pts}$$

Avec :

α : Coefficient de dilution pris en générale égale à 2.

$$Q_{ptp} = (1 + 2) Q_{pts} = 3 Q_{pts}$$

A long terme (2050) :

$$Q_{ptp} = 3 \times 501,55 = 1504,65 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{ptp} = 1504,65 \text{ m}^3/\text{h}$$

➤ Débit maximal entrant à la STEP :

Le débit max entrant à la STEP est généralement pris égale à $2 \times$ le débit moyen horaire :

$$Q_{\max} = 2 \times Q_{moyh} = 2 \times 281,775 = 563,55 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{\max} = 563,55 \text{ m}^3/\text{h}$$

IV-5-2-Calcul des charges polluantes

Dans le tableau qui suit, nous avons résumé les normes des rejets après épuration recommandées par l'Organisation Mondiale de la Santé.

Tableau IV. 3 normes de rejets recommandées par l'OMS

Paramètres	Unité	Normes de rejets
Température	°C	30
Matières en suspension (MES)	Mg/L	30
Demande biochimique en oxygène (DBO)	Mg d'O ₂ /L	30
Demande chimique en oxygène (DCO)	Mg d'O ₂ /L	90
Azote totale	Mg/L	40 à 50
Phosphate	Mg/L	02
Huile et graisses	Mg/L	20
Détergent	Mg/L	1

Tableau IV. 4 : L'analyse des prélèvements d'échantillons des trois rejets différents. [22]

N°	Nom du rejet	DCO (mg/l)	DBO (mg/l)	MES (mg/l)
1	LAACH-OUFALKOU- AGOUNI-MOUSSI	376	350	689
2	BOUMAGHIS	79	26	25
3	IHEDADEN	422	330	282

Interprétation des résultats

D'après l'analyse de ces échantillons on a constaté que :

Le rapport $DCO/DBO = 1,24 < 1,5$ donc cela signifie que les matières oxydables sont constituées en grandes parties de matières fortement biodégradable.

Remarque : Les résultats de cette analyse faites par un bureau d'étude nous montrent des valeurs de DBO et DCO trop faibles pour le dimensionnement d'une station d'épuration pour l'horizon 2050.

Pour cela nous allons utiliser les valeurs de la direction d'hydraulique pour le dimensionnement des station d'épurations tel que :

➤ La charge en DBO_5

Les charges en DBO_5 apportées par les eaux brutes par jour et par habitant sont estimées à 50 g/h/j. [22]

$$\text{La charge en } DBO_5 = N \times 50 \times 10^{-3}$$

N : Nombre d'équivalents habitants à l'horizon 2050.

$$\text{La charge polluante en } DBO_5 = 2818 \text{ (kg/j)}$$

En concentration (mg/l) :

$$[DBO_5] = \frac{\text{La charge polluante en } DBO_5}{\text{Débit moyen journalier}}$$

Donc :

$$[DBO_5] = \frac{2818 \times 10^6}{6762,6 \times 10^3} = 416,7 \text{ (mg/l)}$$

$$[DBO_5] = 416,7 \text{ (mg/l)}$$

➤ **Rendement épuratoire**

Le rendement épuratoire est donné par la formule suivante :

$$R = \frac{C_i - C_f}{C_i} \times 100$$

Avec :

C_i : Concentration en DBO₅ à l'entrée de la station (416,7 mg/l).

C_f : Concentration en DBO₅ à la sortie de la station (35 mg/l, est une norme).

D'où :

$$R = \frac{416,7 - 35}{416,7} \times 100 = 92 \%$$

$$R = 92 \%$$

➤ **Charges en MES**

Les charges en MES apportées par les eaux brutes par jour et par habitant sont estimées à 60 g/h/j. [22]

$$\text{La charge en MES} = N \times 60 \times 10^{-3}$$

N : Nombre d'équivalents habitants à l'horizon 2050.

$$\text{La charge polluante en MES} = 3381 \text{ (kg/j)}$$

En concentration (mg/l) :

$$[MES] = \frac{\text{La charge polluante en MES}}{\text{Débit moyen journalier}}$$

Donc :

$$[MES] = \frac{3381 \times 10^6}{6762,6 \times 10^3} = 499,9 \text{ (mg/l)}$$

$$[MES] = 499,9 \text{ (mg/l)}$$

➤ **Rendement épuratoire**

Le rendement épuratoire est donné par la formule suivante :

$$R = \frac{C_i - C_f}{C_i} \times 100$$

Avec :

C_i : Concentration en MES à l'entrée de la station (499,9 mg/l).

C_f : Concentration en MES à la sortie de la station (35mg/l, est une norme). [23]

D'où :

$$R = \frac{499,9-35}{499,9} \times 100 = 93 \%$$

$$R = 93 \%$$

Tableau IV. 5 Tableau récapitulatif des charges hydrauliques et des charges polluantes de la station d'IFLISSEN.

Données	Quantités	
Type du réseau	Unitaire	
Horizon	2050	
Eq Hab	56355	
Charges polluantes		
DBO ₅	g/hab/j	50
	kgDBO ₅ /j	2818
	Mg/l	416,7
Rendement épuratoire	%	92
MES	g/hab/j	60
	kg MES/j	3381
	Mg/l	499,9
Rendement épuratoire	%	93
Charges hydrauliques		
Débit moyen journalier Q _{moy,j}	m ³ /j	6762,6
	m ³ /h	281,775
Débit de pointe par temps sec	m ³ /h	501,55
Débit de pointe par temps de pluie Q _{ptp}	m ³ /j	36111,6
	m ³ /h	1504,65
Débit max entrant à la STEP	m ³ /j	13525,2
	m ³ /h	563,55

IV-6) -Conclusion :

Le rapport DBO/DCO indique que l'eau usée de la ville d'IFLISSEN est à dominante domestique, nous concluons que c'est une pollution biodégradable, ce qui nous amène à opter pour les procédés biologiques. Le rendement épuratoire est estimé à 93 %.

Le prétraitement est commun à tous les procédés quel que soit celui pour lequel nous aurons opté.

Le mode d'épuration répondant à ce souhait est une épuration biologique à boue activée.

Chapitre V
Dimensionnement de la station
D'épuration

V-1-Introduction

Afin d'assurer un bon fonctionnement et un bon rendement technique et économique de la step, un dimensionnement de rigueur des ouvrages de traitements s'impose pour cela nous allons dans ce chapitre calculer et concevoir ces différents compartiments.

V-2- Le prétraitement

V-2-1- Dimensionnement du dégrilleur

Les dégrilleurs assurent la protection des équipements électromécaniques et réduisent les risques de colmatage des conduites mises en place dans la station d'épuration. Le plus souvent il s'agit de grilles qui récupèrent les déchets plus ou moins volumineux entraînés par les eaux s'écoulant dans les canalisations d'assainissement. [18]

V-2-1-1- Dégrilleur grossier

Cette grille comporte des espacements entre 10 et 50mm et protégera les pompes contre les corps volumineux susceptible d'être amenés par le collecteur. Les refus de la grille sont remontés manuellement à l'aide d'un râteau.

Pour le calcul de la largeur de la grille on applique la formule de KIRSCHMER suivante :

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

Avec :

L : Largeur de la grille (m).

Avec : $S = Q_{ptp}/V$

S : Surface de la grille (m²).

Q_{ptp} : Débit de pointe par temps de pluie (m³/s).

V : Vitesse de l'écoulement des eaux brutes à l'entrée (m/s).

h_{max} : Hauteur maximum d'eau admise sur la grille ;

A savoir :

h_{max}=0,4m pour 20000 EH.

h_{max}=0,5m pour 50000 EH.

h_{max}=0,6m pour 100000 EH.

Pour notre cas on prend h_{max}=0,6 m.

δ : Coefficient de colmatage de la grille :

δ : 0,25 si le dégrillage est manuel.

δ : 0,5 si le dégrillage est automatique.

α : Angle d'inclinaison de la grille avec l'horizontale, généralement ($\alpha = 60^\circ$).

β : Fraction de la surface occupée par les barreaux, $\beta = b / (b + e)$:

b : épaisseur des barreaux de la grille.

e : espacement entre les barreaux.

Application numérique :

$b = 20 \text{ mm};$	$v = 1 \text{ m/s};$	$\alpha = 60^\circ;$
$e = 50 \text{ mm};$	$h_{\max} = 0,6 \text{ m};$	$Q_{\text{ptp}} = 0,42 \text{ m}^3/\text{s}.$
$\beta = 0,29;$	$\delta = 0,5;$	$S = 0,42/1 = 0,42 \text{ m}^2.$

$$L = \frac{0,42 \times \sin(60)}{0,6 \times 0,5(1 - 0,29)} = 1,7 \text{ m}$$

$$L = 1,7 \text{ m}$$

V-2-1-2- Dégrilleur fin

Après relèvement « opération facultatif selon le terrain » l'effluent aboutira à l'extrémité d'un canal de dégrillage équipé d'une grille fine automatique. Cette grille d'espacement entre les barreaux de 15mm, permet d'arrêter les matières en suspension de dimensions supérieures échappées à la grille grossière. Les matières en effet risquent de perturber la suite du traitement.

Application numérique :

$b = 10 \text{ mm};$	$v = 1 \text{ m/s};$	$\alpha = 60^\circ;$
$e = 15 \text{ mm};$	$h_{\max} = 0,6 \text{ m};$	$Q_{\text{ptp}} = 0,42 \text{ m}^3/\text{s}.$
$\beta = 0,4;$	$\delta = 0,5;$	$S = 0,42/1 = 0,42 \text{ m}^2.$

$$L = \frac{0,42 \times \sin(60)}{0,6 \times 0,5(1 - 0,4)} = 2 \text{ m}$$

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

Remarques :

- Le râtelier doit être muni de dents adaptées au type de grille.
- Le bac de réception des refus du dégrillage doit être suffisamment profond.
- Un point d'eau sera installé au voisinage du dégrillage pour faciliter le nettoyage.
- Lorsque l'énergie électrique est disponible sur le site, il est avantageux d'opter pour un dégrillage à nettoyage mécanique automatique. Pour faire face à tout incident à ce niveau,

il est souhaitable de prévoir en secours un dispositif de dégrillage manuel (entrefer 40 à 50 mm) installé dans un canal de dérivation.

- La prévention des accidents liés aux pièces en mouvement impose l'installation de dispositifs de protection (grilles facilement démontables, portillon avec coupure de l'alimentation électrique...). [19]

V-2-1-3- Calcul des pertes de charge

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

Elles peuvent être calculées par la formule suivante :

$$\Delta H = \beta \left(\frac{d}{e}\right)^{\frac{4}{3}} \times \frac{V}{2g} \times \sin \alpha \quad (m)$$

Avec : ΔH : perte de charge en mètre d'eau

d : épaisseur des barreaux d'une grille (m)

e : espacement entre les barreaux (m)

V : vitesse d'approche ou vitesse de l'eau devant la grille (m/s)

α : Angle d'inclinaison de la grille avec l'horizontal ($\alpha = 60^\circ$)

g : accélération de la pesanteur ($g=9,81 \text{ m/s}^2$)

β : Coefficient de forme des barreaux, les valeurs de β sont représentées dans le tableau suivant: [24]

Tableau V. 1 Valeur du coefficient de forme des barreaux du dégrilleur.

Type de barreau	β
Section rectangulaire	2,42
Section rectangulaire en semi-circulaire à l'amont	1,83
Section rectangulaire avec arrondi semi-circulaire à l'amont et à l'aval	1,67
Section circulaire	1,79
Section ovoïde avec une grande largeur à l'amont	0,76

a- Calcul des pertes de charge pour la grille grossière

Le choix de la forme des barreaux de la grille c'est fait par rapport à la forme qui engendre moins de pertes de charges, dans ce cas nous avons opté pour la forme circulaire.

A.N:

$$\beta = 1,79 ; \alpha = 60^\circ ;$$

$$e = 50\text{mm}; g = 9,81\text{m/s};$$

$$b = 20\text{mm}; v = 1\text{m/s}.$$

$$\Delta H_a = 1,79 \left(\frac{0,02}{0,05} \right)^{\frac{4}{3}} \times \frac{1}{2 \times 9,81} \times \sin(60) = 0,0232 \text{ m}$$

b- Calcul des pertes de charge pour la grille fine

A.N :

$$\beta = 1,79 ; \alpha = 60^\circ ;$$

$$e = 15\text{mm}; g = 9,81\text{m/s};$$

$$b = 10\text{mm}; v = 1\text{m/s}.$$

$$\Delta H_b = 1,79 \left(\frac{0,01}{0,015} \right)^{\frac{4}{3}} \times \frac{1}{2 \times 9,81} \times \sin(60) = 0,046 \text{ m}$$

V-2-1-4- Evaluation des refus des grilles (V_{rmax})

Le volume des débris retenus par la grille est en fonction de l'espacement entre les barreaux et la qualité des eaux à épurer.

$V_{retenus}$ est exprimé en litres par équivalents habitants et par an, il est estimé à :

- 5 à 10 l/hab/an pour une grille fine.
- 2 à 5 l/hab/an pour une grille grossière.

$$V_{rmax} = \frac{N_{eqhab} \times V_{ret} \times 10^{-3}}{365}$$

➤ Pour une grille grossière:

Pour une eau usée urbaine, la quantité des déchets récupérés par les grilles par habitants et par an est estimé à :

On prend

$$V_{retenus} = (2 + 5)/2 = 3,5 \text{ l/hab/an} \approx 4 \text{ l/hab/an}.$$

$$V_{(rmax)} = (56355 \times 4 \times 10^{-3})/365 = 0,61 \text{ m}^3/j$$

➤ Pour une grille fine :

On prend

$$V_{retenus} = \frac{5 + 10}{2} = 7,5 \text{ l/hab/an} \approx 8 \text{ l/hab/an.}$$

$$V_{(r \text{ max})} = (56355 \times 8 \times 10^{-3})/365 = 1,24 \text{ m}^3/\text{j}$$

Tableau V. 2 tableau récapitulatif des résultats du dimensionnement de la grille.

Désignation		Unités	Quantités
Dégrilleur			
Dégrilleur grossier			
Nombre		U	01 automatique
Espacement entre les barreaux (e)		M	0,05
Epaisseur des barreaux (d)		M	0,02
Vitesse entre les barreaux (V)		m/s	1
Inclinaison (α)		°	60
Coefficient de colmatage (%)		/	0,5
Hauteur maximale de l'eau (Hmax)		M	0,6
Largeur (L)		M	1,7
Pertes de charge de la forme circulaire (ΔH_a)		M	0,0232
Refus des grilles	$V_{r \text{ max}}$	M ³ /j	0,61
Dégrilleur fin			
Nombre		U	01 automatique 01 manuelle
Espacement entre les barreaux (e)		M	0,015
Epaisseur des barreaux (d)		M	0,01
Vitesse entre les barreaux (V)		m/s	1
Inclinaison (α)		°	60
Coefficient de colmatage (%)		/	0,5
Hauteur maximale de l'eau (Hmax)		M	0,6
Largeur (L)		M	2
Pertes de charge de la forme circulaire (ΔH_b)		M	0,046
Refus des grilles	$V_{r \text{ max}}$	M ³ /j	1,24

V-2-2- Dessablage-déshuilage

Le dessableur est un ouvrage dans lequel les particules denses, dont la vitesse est minimale, vont pouvoir se déposer. Il s'agit principalement des sables. Il est en effet souhaitable de les récupérer en amont de la station plutôt que de les laisser s'accumuler en certains points (bassin d'aération, ...) où ils engendrent des désordres divers. Par ailleurs, ils limitent la durée de vie des pièces métalliques des corps pompe ou d'autres appareillages (effet abrasif, ...).

Le dégraisseur a pour objet la rétention des graisses par flottation naturelle ou accélérée par injection de fines bulles. Ces matières grasses sont susceptibles de nuire à la phase biologique du traitement (mousses, ...).

90% des particules de taille supérieure ou égale à 200 μm (sables) doivent être éliminées dans le dessableur.

Les graisses contribuent pour une part significative à la DCO des eaux résiduaires (35 % de la DCO de l'eau brute est due aux graisses). [19]

Le bassin sera équipé d'un pont racleur sur lequel sera suspendu une pompe d'extraction des sables. Les huiles seront raclées vers une fosse par les racleurs de surface. On opte pour un dessableur-déshuileur de forme circulaire.

V-2-2-1- Dimensionnement du dessableur- déshuileur

a- La surface du dessableur-déshuileur sera égal à

On considère une vitesse ascensionnelle de 50 m/h

$$S = \frac{Q_{ptp}}{V_{asc}}$$

V_{asc} : vitesse ascensionnelle.

Q_{ptp} : Débit de pointe en temps de pluie

$$S = \frac{1504,65}{50} = 30 \text{ m}^2 \qquad S = 30 \text{ m}^2$$

b- Calcul du rayon :

$$r = \sqrt{\frac{S}{\pi}}$$

r : Rayon de dessableur (m)

S : surface du dessableur (m^2)

$$r = \sqrt{\frac{30}{3,14}} = 3,1 \text{ m} \qquad r = 3,1 \text{ m}$$

c- Calcul du volume de dessableur

$$V = S \times H$$

S : surface horizontale m^2 .

H : hauteur du dessableur (m).

V : volume du dessableur (m^3)

$$H = 4 \text{ m}, \quad S = 30 \text{ m}^2$$

$$V = 30 \times 4 = 120 \text{ m}^3$$

$$V = 120 \text{ m}^3$$

d- Calcul du temps de séjour

$$t_s = \frac{V}{Q_{ptp}}$$

t_s : temps de séjour

V : volume du dessableur.

Q_{ptp} : Débit de pointe en temps de pluie

$$t_s = \frac{120}{1504,65} = 4,79 \text{ min}$$

$$t_s = 4,79 \text{ min}$$

e- Calcul du débit d'air injecté

La quantité d'air à insuffler varié de 1 à 1,5 m³ d'air/h/m³ d'eau. [25]

$$Q_{air} = Q_{ptp} \times V_{air}$$

Avec :

Q_{air} : Débit d'air à injecter dans le dessableur,

Q_{ptp} : Débit de pointe en temps de pluie (m³/h),

V_{air} : Volume d'air à injecter (m³ d'air/h/m³) est estimé à 1,5 m³ d'air/h,

A.N

$$Q_{air} = 1504,65 \times 1,5 = 2257 \text{ m}^3/h$$

$$Q_{air} = 2257 \text{ m}^3/h$$

f- Les matières extraites de dessableur-déshuileur

Les MES contient 30% de MMS (matières minérales) et 70% des MVS (matières volatiles en suspension), c'est-à-dire : [1]

$$\text{MES} = 70\% \text{ MVS} + 30\% \text{ MMS}$$

-Les matières minérales en suspension totale (MMSt)

$$\text{MMSt} = 3381 \times 0,30 = 1014,3 \text{ Kg/j}$$

-Les matières volatiles en suspension totale (MVSt)

$$\text{MVSt} = 3381 \times 0,70 = 2366,7 \text{ Kg/j}$$

-Les matières minérales en suspension éliminées (MMSe)

Le dessableur permet d'éliminé 70% de MMSt

$$\text{MMSe} = 1014,3 \times 0,70 = 710,01 \text{ Kg/j}$$

- Les matières minérales en suspension restantes (MMSr)

$$\text{MMSr} = 1014,3 - 710,01 = 304,29 \text{ Kg/j}$$

- Les matières en suspension restantes (MESr)

$$\text{MESr} = \text{MMSr} + \text{MVSt} = 304,29 + 2366,7 = 2670,99 \text{ Kg/j}$$

Tableau V. 3 tableau récapitulatif des résultats du dimensionnement du dessableur-déshuileur

Désignation	Unité	Quantité
dessableur-déshuileur		
Type d'ouvrage	/	circulaire
Surface totale	m ²	30
Rayon	m	3,1
Volume	m ³	120
Hauteur	m	4
Temps de séjour par temps de pluie	min	4,79
La quantité d'air injectée	m ³ d'air/h	2257
matières minérales en suspension totale	Kg/j	1014,3
matières minérales en suspension éliminées	Kg/j	710,01
matières minérales en suspension restantes	Kg/j	304,29
Matières volatiles en suspension totales	Kg/j	2366,7
Matières en suspension restantes	Kg/j	2670,99

V-3- Traitement secondaire (biologique)

V-3-1-Dimensionnement du bassin d'aération

Le procédé proposé est basé sur le principe des boues activées à moyenne charge. Le bassin d'aération choisi est de forme rectangulaire où arrivent les eaux usées prétraitées et ayant subi une décantation primaire.

Les paramètres caractérisant le traitement par boues activées à moyenne charge sont les suivants :

- La charge massique (Cm) :
 $0,2 < Cm < 0,5 \text{ Kg DBO}_5/\text{Kg.MVS.j}$

Définition de la charge massique

La charge massique ou facteur de charge exprime le rapport entre la masse du substrat polluant et la DBO5 entrant quotidiennement et la masse de boues contenue dans les réacteurs il est exprimé en KG/DBO5/ KG de matière sèche par jour. [26]

Le calcul de la station sera basé sur la valeur suivante de Cm :

On prend une charge massique : $Cm = 0,4 \text{ Kg DBO}_5/ \text{Kg MVS j}$

- La charge volumique (Cv) :
 $0,6 < Cv < 1,5 \text{ Kg DBO}_5/ \text{m}^3 /\text{j}$

Définition de la charge volumique

Un certain poids de matière organique exprimé en DBO₅ (KG/j) doit être transféré dans un bassin réacteur aérobie de volume V (m³). La charge volumique comme étant le rapport de la pollution par unité de volume de bassin. [27]

Le calcul de la station sera basé sur la valeur suivante :

$$C_v = 0,9 \text{ Kg DBO}_5 / \text{m}^3 / \text{j}$$

a- Calcul de la charge polluante à la sortie du bassin (L_F)

La concentration en DBO₅ à la sortie de la station doit reprendre aux normes de rejet établis par le journal officiel Algérien qu'est de l'ordre de 35 mg/l.

On a :

$$L_F = S_S \times Q_{moy.j}$$

Avec : L_F : Charge polluante à la sortie du bassin d'aération (kg_{DBO5}/j) ;

S_S : Concentration de la DBO₅ à la sortie de la station (kg/m³) ;

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

$$L_F = 35 \times 10^{-3} \times 6762,6 = 236,7 \text{ kg/j}$$

$$L_F = 236,7 \text{ kg/j}$$

b- Charge polluante en DBO₅ éliminée (L_E)

On a :

$$L_E = L_0 - L_F$$

Avec :

L_F : Charge polluante à la sortie du bassin d'aération (kg_{DBO5}/j) ;

L_0 : la charge polluante en DBO₅ à l'entrée du bassin d'aération (kg/j)

L_E : la charge polluante en DBO₅ éliminée (kg/j) ;

$$L_E = 2818 - 236,7 = 2581,3 \text{ (kg/j)}$$

$$L_E = 2581,3 \text{ (kg/j)}$$

c- Calcul de rendement d'épuration (η_{ep})

On a :

$$\eta_{ep} = \frac{L_0 - L_F}{L_0} \times 100 = \frac{L_E}{L_0} \times 100$$

η_{ep} : rendement d'élimination (%)

L_0 : la charge polluante en DBO₅ à l'entrée du bassin d'aération (kg/j)

L_E : la charge polluante en DBO5 éliminée (kg/j) ;

$$\eta_{ep} = \frac{2581,3}{2818} \times 100 = 91,6 \%$$

$$\eta_{ep} = 91,6 \%$$

d- Le volume du bassin :

$$V_b = \frac{L_0}{C_v}$$

C_v : Charge volumique (kg DBO5/m³.j) ; $C_v = 0,9 \text{ Kg DBO5/ m}^3 \cdot \text{j}$

L_0 : charge polluante à l'entrée du bassin (kg DBO5/j).

On a : $L_0 = 2818 \text{ kg/j}$

$$\text{Donc : } V_b = L_0 / C_v = 2818 / 0,9 = 3131,1 \text{ m}^3$$

$$V_b = 3131,1 \text{ m}^3$$

e- La hauteur du bassin

Elle est prise généralement entre 3 et 5m donc on prend : $H = 4 \text{ m}$

La hauteur de revanche du bassin doit être $h \geq 80 \text{ cm}$.

On prend $h = 90 \text{ cm}$

Donc la hauteur totale du bassin $H = 4,90 \text{ m}$.

f- Surface horizontale du bassin

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

$$S_b = V/H = 3131,1/4 = 782,78 \text{ m}^2$$

$$S_b = 782,78 \text{ m}^2$$

g- Calcul de la longueur et largeur du bassin

On prend :

$$L = 2l$$

$$L = \sqrt{2 \times S_b} = \sqrt{2 \times 782,78} = 39,57 \text{ m} \quad L = 39,57 \text{ m} \quad l = 19,79 \text{ m}$$

h- La masse totale des boues dans le bassin

$$X_a = \frac{L_0}{c_m} = 2818/0,4 = 7045 \text{ Kg}$$

$$X_a = 7045 \text{ Kg}$$

i- Concentration de boues dans le bassin :

$$[X_a] = X_a / V_b = 7045/3131,1 = 2,25 \text{ kg/m}^3$$

$$[X_a] = 2,25 \text{ g/l}$$

N.B: La concentration en boues dans l'aérateur peut être déterminée également par le rapport de la charge volumique sur la charge volumique sur la charge massique. [1]

$$[X_a] = \frac{c_v}{c_m}$$

$$[X_a] = \frac{c_v}{c_m} = 0,9/0,4 = 2,25 \text{ g/l}$$

j- Calcul du temps de séjour

$$t_s = V_b/Q$$

Avec :

Va : volume du bassin (m³) : 3131,1 m³

ts : temps de séjour (h)

- Pour le débit moyen horaire $Q_{\text{moyh}} = 281,775 \text{ m}^3/\text{h}$

$$t_s = V_b/Q = 3131,1 / 281,775 = 11 \text{ h } 06 \text{ min}$$

$$t_s = 11\text{h}06\text{min}$$

- Pour le débit de pointe à temps sec $Q_{\text{pts}} = 501,55 \text{ m}^3/\text{h}$

$$t_s = V_b/Q = 3131,1 / 501,55 = 06\text{h } 14 \text{ min}$$

$$t_s = 06\text{h}14\text{mn}$$

k- Besoins en oxygène

Les bactéries constituant la boue activée ont besoin d'oxygène d'une part pour se nourrir et de se développer à partir de la pollution éliminée et d'autre part par la dégradation de la matière organique ; cet oxygène est apporté généralement par des aérateurs. La quantité théorique d'oxygène est la somme de celle nécessaire à la synthèse cellulaire plus celle nécessaire à la respiration endogène. Le calcul théorique de la consommation d'oxygène est donné par la formule :

$$Q_{O_2} = a' L_e + b' X_a \text{ (kg/j)}$$

Q_{O_2} : Besoin en oxygène (Kg /j).

a' : Coefficient de consommation de l'oxygène lors de l'oxydation de la DBO₅ donné en Kg O₂ / Kg MVS

b' : Coefficient d'endogène (Kg O₂/Kg MVS)

L_e : Quantité de DBO₅ éliminée par jour

X_a : masse totale de la boue présente dans le bassin d'aération (kg)

Les valeurs moyennes des paramètres a' et b' sont données dans le tableau suivant: [24]

Tableau V. 4 Les valeurs moyennes des paramètres a' et b'

paramètre	Forte charge	Moyenne charge	Faible charge	Aération prolongée
a'(KgO2/kgDBO 5)	0,52	0,57	0,60	0,64
b'(KgO2/kgDBO 5j)	0,11	0,08	0,07	0,07

Dans notre étude, les valeurs des paramètres a' et b' sont les valeurs de moyenne charge.

➤ **La quantité d'oxygène journalière**

$$Q_{o2} = 0,57 \times 2581,3 + 0,08 \times 7045 = 2034,94 \text{ Kg O}_2/\text{j}$$

$$Q_{o2} = 2034,94 \text{ Kg O}_2/\text{j}$$

➤ **La quantité d'oxygène horaire**

$$Q_{o2}/24 = 2034,94 / 24 = 84,79 \text{ Kg O}_2/\text{h}$$

$$Q_{o2}/24 = 84,79 \text{ Kg O}_2/\text{h}$$

➤ **La quantité d'oxygène nécessaire par m³ du bassin**

$$Q_{o2} / m^3 = Q_{o2} / V_a = 2034,94 / 3131,1 = 0,65 \text{ Kg O}_2/m^3\text{j}$$

$$Q_{o2} / m^3 = 0,65 \text{ Kg O}_2/m^3\text{j}$$

➤ **La quantité d'oxygène nécessaire en cas de pointe**

$$Q_{o2pte} = a' L_e / T_d + b' X_a / 24 \text{ (kg/j)}$$

Td : période diurne en heures Td= 16h.

$$Q_{o2pte} = (0,57 \times 2581,3/16) + (0,08 \times 7045/24) = 115,44 \text{ Kg O}_2/\text{h.}$$

$$Q_{o2pte} = 115,44 \text{ Kg O}_2/\text{h.}$$

➤ **Besoin réel en pointe en oxygène**

En réalité, le transfert d'air atmosphérique vers l'eau épurée se trouve gênée par la présence dans les eaux usées des matières en suspension (MES) et d'agent tensio-actif.

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

$$Q_{o2réel} = \frac{q_{o2}}{\alpha \times \beta}$$

α : Rapport des coefficients de transfert d'eau usée en eau propre. Les coefficients de transfert dépendants de la nature de l'eau (MES, tensio-actif) et du système d'aération.

$$\alpha = \frac{c_s (\text{eau usée})}{c_s (\text{eau épurée})}$$

Tableau V. 5 Valeurs de α et β pour les différents types de traitement par boues activées[24]

Type de traitement	α	β
Faible charge	0,95	0,97
Moyenne charge	0,9 à 0,95	0,95
Forte charge	0,8	0,95

On prend :

$$\beta=0,95, \quad \alpha=0,9$$

$$\text{En moyenne : } Q_{o2\text{réel}} = 2034,94 / 0,95 \times 0,9 = 2380,04 \text{ kg } o2/j$$

$$Q_{o2\text{réel}} = 2380,04 \text{ kg } o2/j$$

V-3-1-1-Calcul des caractéristiques de l'aérateur

a- Calcul de la puissance de l'aérateur (En)

Les apports spécifiques des aérateurs de surface ont souvent été compris entre 1 et 2 kgO₂/kwh

$$EN = \frac{Q_{o2}}{E_a}$$

EN : puissance de l'aérateur nécessaire

Q_{o2} : besoin réel en oxygène de pointe (kg/h)

E_a : quantité d'O₂ par unité de puissance

On prend: E_a=1,5 kg O₂/kwh

Donc :

$$EN = 115,44 / 1,5 \quad EN = 76,96 \text{ Kw} \quad EN = 76,96 \text{ kw}$$

b- La puissance de brassage

La puissance de brassage est donnée par la relation suivante :

$$E_b = S_b \times P_a$$

P_a : puissance spécifique absorbé

La puissance spécifique absorbé P_a pour les aérateurs de surface est P_a =80 w/m²

S_b : la surface horizontale du bassin

$$\text{Donc : } E_b = 782,78 \times 80 = 62,6\text{kw} \quad E_b = 62,6\text{kw}$$

c- Calcul de nombre d'aérateur dans le bassin :

$$N_a = E_n / E_b = 76,96 / 62,6 = 1,22$$

On prend deux aérateurs (N_a=2)

N_a= 2

V-3-1-2- Bilan de boues

a- Calcul de la quantité des boues en excès

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

$$\Delta B = (a_m \times L_e) - b \times X_t + B_{dur} + B_{min} - B_{eff}$$

Les valeurs moyennes des paramètres a_m et b , généralement retenues pour les boues activées, sont les suivantes :

Tableau V. 6 Les valeurs moyennes des paramètres a_m et b . [24]

paramètre	Forte charge	Moyenne charge	Faible charge	Aération prolongée
am	0,5	0,53	0,55	0,60
b	0,06	0,055	0,05	0,07

a_m : Coefficient de rendement cellulaire (g cellulaires formées /g DBO₅ éliminées)

On prend $a_m = 0,53$.

- b : Coefficient de respiration endogène $b = 0,055$

- ΔB : Quantité des boues en excès (Kg/j)

- L_e : DBO₅ éliminé = 2581,3 kg DBO₅/j

- X_t : masse totale de la boue présente dans le bassin d'aération (kg)

- B_{dur} : Fraction organique non biodégradable, elle représente 30 % des MVSr

- B_{min} : Fraction minérale dans facilement biodégradable représente 30 % des MESr

- B_{eff} : Fuite des matières en suspension de l'effluent, elle est généralement négligeable

La charge journalière en MES à l'entrée du bassin d'aération 2670,99Kg/j

$$B_{min} = 0,3 \times 2670,99 = 801,29 \text{ Kg/j}$$

$$B_{dur} = 0,3 \text{ MVSr};$$

$$B_{dur} = 0,3 \times 2366,7 = 710,01 \text{ kg/j}$$

$$a_m L_e = 0,53 \times 2581,3 = 1368,08 \text{ Kg/j}$$

$$b X_t = 0,055 \times 7045 = 387,47 \text{ Kg/j}$$

$$\text{Alors } \Delta B = 1368,08 - 387,47 + 710,01 + 801,29 - 0 = 2491,91 \text{ Kg/j}$$

$$\Delta B = 2491,91 \text{ Kg/j}$$

b- 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.

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 : $I_m = 100$ mg/l

$$\text{D'où : } [X_m] = \frac{1200}{100} = 12 \text{ Kg/m}^3 \qquad [X_m] = 12 \text{ Kg/m}^3$$

c- Le débit de boues en excès

Ce débit est donné par :

$$Q_{b.exc} = \frac{BX}{[X_m]} = \frac{2491,91}{12} = 207,65 \text{ m}^3/\text{j} \qquad Q_{b.exc} = 207,65 \text{ m}^3/\text{j}$$

d- Le débit spécifique par m³ de bassin

$$q_{sp} = \frac{\Delta B}{V}$$

V: volume de bassin

$$\text{Donc : } q_{sp} = \frac{2491,91}{3131,1} = 0,79 \text{ Kg/m}^3/\text{j} \qquad q_{sp} = 0,79 \text{ Kg/m}^3/\text{j}$$

e- Les boues recyclées

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

Dans ce cas, on assiste à un passage en anaérobiose qui provoque une remontée des boues dans le clarificateur. [1]

f- Le taux de recyclage

Il peut varier de 15 à 100% de débit de l'effluent produit.

Il est donné par l'expression suivante :

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

- R : taux de recyclage (%)
- [Xa] : concentration des boues dans le bassin = 3 Kg/m³

$$R = \frac{100 \times 2,25}{\frac{1200}{100} - 2,25} = 23,07 \%$$

$$R=23,07 \%$$

g- Le débit des boues recyclées

$$Q_r = R \times Q_{moyj}$$

Donc :

$$Q_r = 0,23 \times 6762,6 = 1555,39 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$Q_r = 1555,39 \text{ m}^3/\text{j}$$

Remarque

Le débit des boues recyclé est tributaire du débit journalier arrivant à la station d'épuration.

h- Age des boues

C'est le rapport entre la quantité de boues présentes dans le bassin d'aération et la quantité de boues retirées quotidiennement.

$$A_b = \frac{X_a}{BX}$$

$$A_b = \frac{X_a}{BX} = \frac{7045}{2491,91} = 3 \text{ jours} = 72 \text{ h}$$

$$A_b = 3 \text{ j}$$

Tableau V. 7 tableau récapitulatif des résultats du dimensionnement du bassin d'aération

Désignation	symbole	unité	Quantité
Nombre d'ouvrage	/	U	01
Type d'ouvrage	/	/	rectangulaire
Charge polluante à l'entrée	L_0	Kg/j	2818
Charge polluante à la sortie	L_F	Kg/j	236,7
Charge polluante éliminée	L_E	Kg/j	2581,3
Rendement épuratoire	η_{ep}	%	91,6
Volume totale du bassin	V_b	M^3	3131,1
Surface horizontale du bassin	S_b	M^2	782,78
Hauteur du bassin	H	M	4
Longueur du bassin	L	M	39,57
Largeur du bassin	l	M	19,79
Temps de séjour pour $Q_{moy.h}$	t_s	H	11h06mn
Temps de séjour pour Q_{pts}	t_s	H	06h14min
Masse totale des boues	X_a	Kg	7045
Concentration des boues	[X_a]	Kg/m^3	2,25
Besoins en oxygène	q_{O_2}	Kg/j	2034,94
Besoin en énergie	E_n	Kw	76,96
Quantité des boues en excès	ΔB	Kg/j	2491,91
Concentration des boues	[X_m]	Kg/m^3	12
Débit des boues en excès	$Q_{b.exc}$	m^3/j	207,65
Débit spécifique	q_{sp}	$Kg/m^3/j$	0,79
Taux des boues recyclés	R	%	23
Age des boues	A_b	jours	3

V-3-2- Décanteur secondaire (clarificateur)

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

Les boues dans le clarificateur sont recyclées vers le bassin d'aération afin d'y maintenir une concentration quasi constante en bactéries et les boues en excès sont évacuées vers les installations de traitement de boues (épaississement, déshydratation). Les eaux épurées sont renvoyées vers le milieu naturel. [28]

Un clarificateur doit donc être en mesure d'assurer simultanément trois fonctions :

- i- Retenir un maximum de particules en suspension (clarification) ;
- j- Concentrer les boues avant leur réintroduction dans le bassin d'aération pour minimiser le dimensionnement des pompes (recirculation et extraction) ;
- k- Stocker provisoirement des boues en cas de surcharge hydraulique temporaire (protection hydraulique).

V-3-2-1- Dimensionnement du clarificateur

Données de base

- ✓ Le temps de séjour : $t_s = (1,5 \leq t_s \leq 2)$ heure. On prend $t_s = 2$ h.
- ✓ Le débit de pointe en temps de pluie (de la station) : $Q_{ptp} = 1613 \text{ m}^3/\text{h}$

a- Le volume du clarificateur

$$V = Q_{ptp} \times t_s$$

$$V = Q_{ptp} \times t_s = 1504,65 \times 2 = 3009,3 \text{ m}^3 \quad v=3009,3 \text{ m}^3$$

Pour une meilleure gestion et une grande souplesse d'exploitation, nous proposons deux (02) décanteurs du même volume de type raclé.

$$V_1 = V_2 = V/2$$

V_1 et V_2 : volume unitaire de chaque clarificateur (m^3) ;

V : volume totale du clarificateur ;

$$V_1 = V_2 = V/2 = 3009,3/2 = 1504,65 \text{ m}^3$$

$$V_1 = V_2 = 1504,65 \text{ m}^3$$

b- Hauteur du clarificateur

La hauteur du décanteur est : $H = (3 \leq H \leq 5)$ m.

On prend : $H = 4$ m

c- La surface horizontale du décanteur

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

$$S_h = V/H = 3009,3/4 = 752,32 \text{ m}^2$$

$$S_h = 752,32 \text{ m}^2$$

$$Sh1 = Sh2 = V1/H = Sh/2 = 1504,65 / 4 = 376,16 \text{ m}^2$$

$$Sh1 = Sh2 = 376,16 \text{ m}^2$$

d- Le diamètre du décanteur

$$D = \sqrt{\frac{4 \times V}{\pi \times H}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times V}{\pi \times H}} = \sqrt{\frac{4 \times 1504,65}{3,14 \times 4}} = 21,89 \text{ m}$$

$$D = 21,89 \text{ m}$$

e- Calcul de rayon de clarificateur :

$$R = \frac{D}{2}$$

$$R = D/2 = 21,89/2 = 10,94 \text{ m}$$

$$R = 10,94 \text{ m}$$

f- Le temps de séjour

$$ts = V / Q$$

g- Pour le débit moyen horaire

$$ts = V / Q_{moy} = 1504,65 / 281,775 = 5,33 \text{ h} \quad ts = 5\text{h}19\text{min}$$

h- Pour le débit de pointe par temps sec

$$ts = V / Q_{pts} = 1504,65 / 501,55 = 3 \text{ h} \quad ts = 3\text{h}$$

i- Pour le débit de pointe par temps de pluie.

$$ts = V / Q_{ptp} = 1504,65 / 1504,65 = 1 \text{ h} \quad ts = 1\text{h}$$

Tableau V. 8 tableau récapitulatif des résultats du dimensionnement du clarificateur

Designation	Symbole	Unite	Quantité
Nombre de clarificateur	/	U	02
Forme de clarificateur	/	/	Circulaire de type raclé
Volume totale	V	M ³	3009,3
Volume unitaire de chaque clarificateur	V1=V2	M ³	1504,65
Surface horizontale	Sh	M ²	752,32
Surface unitaire horizontale de chaque clarificateur	Sh1=Sh2	M ²	376,16
Hauteur	H	M	4
Rayon	R	M	10,94
Diamètre	D	M	21,89
Temps de séjour pour Q _{moy.h}	ts	H	5,33
Temps de séjour pour Q _{pts}	ts	H	3
Temps de séjour pour Q _{ptp}	ts	H	1

V-4-Traitement tertiaire de désinfection

On entend par "traitement tertiaire", tout traitement physique, chimique ou biologique qui vient suppléer les traitements primaire et secondaire.

Les traitements tertiaires possibles sont nombreux et peuvent, dans certains cas, constituer une chaîne plus ou moins complexe ; tout dépend de l'usage qu'on fera de l'eau traitée.

Dans le cas des rejets en rivière, ils se limitent à la désinfection l'élimination de l'azote et du phosphore. En revanche, quand il s'agit de recycler l'eau, alors les opérations sont plus nombreuses et plus complexes tels que le traitement physico-chimiques (coagulation floculation et précipitation chimique).

En Algérie, l'hypochlorite de sodium (eau javel) est le produit désinfectant le plus utilisé dans les stations d'épuration à cause de sa disponibilité sur le marché et son fiable coût.

[14]

a- Dose du chlore à injecter

La dose du chlore nécessaire dans les conditions normales pour un effluent traité est de 5 à 10 mg/l pour un temps de contact de 30 minutes.

On utilise une dose de $D_{cl}=10$ mg/l pendant un temps de contact de $t_c=30$ mn. [21]

b- La dose journalière en chlore D_j

La dose du chlore par la désinfection est déterminée par la fonction suivante :

$$D_j = Q_{moy.j} \times D_{cl}$$

Avec : $Q_{moy.j}$: le débit moyen journalier (Kg/j)

D_{cl} : la dose unitaire du chlore (mg/l)

$$D_j = Q_{moy.j} \times D_{cl} = 6762,6 \times 10 \times 10^{-3} = 67,63 \text{ kg/j}$$

$$D_j = 67,63 \text{ kg/j}$$

V-4-1-Dimensionnement du bassin de désinfection

a- Calcul de volume du bassin de désinfection

$$V_d = Q_{ptp} \times t_c$$

Avec : $Q_{ptp}= 1504,65$ m³/h, débit de pointe au temps de pluie

$$V_d = Q_{ptp} \times t_c = 1504,65 \times 30/60 = 752,33 \text{ m}^3$$

$$V_d = 752,33 \text{ m}^3$$

b- Calcul de la Surface horizontale du bassin(Sd)

$$S_d = \frac{V_d}{H}$$

H : la hauteur du bassin, on prend H=4m

$$S_d = V_d/H = 752,33/4 = 188,08 \text{ m}^2$$

$$S_d = 188,08 \text{ m}^2$$

c- Calcul de la longueur(Ld) et la largeur(ld) du bassin

$$L_d = \frac{S_d}{l_d}$$

On prend : $L_d = 2 l_d$

$$L_d = \sqrt{2 \times S_b} = \sqrt{2 \times 188,08} = 19,3m$$

$$L_d = 19,3m$$

$$l_d = 9,69m$$

Afin de permettre un meilleur contact des eaux avec la solution désinfectante, un certain nombre de chicanes seront construits à l'intérieur du bassin pour augmenter le parcours des eaux. De ce fait nous proposons 5 chicanes ayant une longueur de 5m et une largeur de 2m. [1]

Tableau V. 9 tableau récapitulatif des résultats du dimensionnement du bassin de désinfection

Désignation	Unité	Quantité
Volume du bassin de désinfection	M ³	752,33
Surface horizontale	M ²	188,08
Longueur	M	19,39
Largeur	M	9,69
Hauteur	M	4
Nombre de chicane	u	5
Longueur de chicane	M	5
Largeur de chicane	M	2
Dose journalière de chlore	Kg/j	67,63

V-5-Traitement des boues

Les boues provenant du décanteur secondaire sont admises dans une filière de traitement comportent l'épaississement, la stabilisation, la déshydratation.

➤ Le principe de fonctionnement de l'épaississeur

Vue les avantages techniques et économiques, nous avons proposé un épaississeur par gravitation qui consiste à introduire la suspension boueuse au fond de ce dernier. La hauteur des boues doit être telle qu'elle évite toute turbulence dans l'appareil.

L'ouvrage proposé est de forme cylindrique à fond conique à faible pente permet le glissement des boues concentrées vers la fosse centrale à l'aide d'un racleur entraîné par un arbre central. Il porte aussi des herse permettent l'épaississement et de débarrasser le surnageant qui sera évacué par surverse dans une goulotte périphérique.

Le dimensionnement de l'épaississ (1^{er} étape de traitement des boues) est basé sur les charges polluantes éliminées dans le décanteur secondaire. [1]

V-5-1- Dimensionnement de l'épaississeur

Le dimensionnement de l'épaississeur est toujours fait pour les besoins à long terme. Les boues en excès sont refoulées vers l'épaississeur par pompage. L'ouvrage choisi est de forme cylindro-conique de type raclé. Le dimensionnement est basé sur les charges polluantes éliminées de décanteur secondaire.

a- Boues issues du décanteur secondaire

Elle représente les boues en excès :

$$B_s = \Delta B = 2491,91 \text{ Kg/j}$$

Ce qui représente le poids journalier total dans l'épaississeur d'où :

$$B_t = B_s = \Delta B = 2491,91 \text{ Kg/j}$$

Avec :

B_t : poids journalier total dans l'épaississeur (Kg/j)

La concentration des boues dans le clarificateur $[X_m]$ qui est de l'ordre 12 g/l représente la concentration totale des boues $[X_i]$ à l'entrée de l'épaississeur.

$$[X_t] = [X_m] = 12 \text{ g/l}$$

b- Débit journalier des boues entrant dans l'épaississeur (Q_{BT})

$$Q_{BT} = \frac{B_t}{[X_t]}$$

Avec : Q_{BT} : Débit journalier des boues entrant dans l'épaississeur (m^3/j)

B_t : poids journalier total dans l'épaississeur (Kg/j)

$[X_t]$: Concentration des boues dans l'épaississeur (Kg/ m^3)

$$Q_{BT} = \frac{B_t}{[X_t]} = 2491,91/12 = 207,65 \text{ m}^3/j \quad Q_{BT} = 207,65 \text{ m}^3/j$$

c- Surface horizontale de l'épaississeur (S_h)

La charge massique est généralement comprise entre 45 et 70 Kg/ m^2/j pour les boues activées fraîches.

On prend $C_m = 45 \text{ Kg}/m^2/j$

Le calcul de la surface horizontale est donnée par la formule suivante :

$$S_h = \frac{B_t}{C_m}$$

Avec : S_h : Surface horizontale de l'épaississeur (m^2)

B_t : poids journalier total dans l'épaississeur (Kg/j)

C_m : charge massique des boues (Kg/ m^2/j).

$$S_h = B_t / C_m = 2491,91/45 = 55,37 \text{ m}^2 \quad S_h = 55,37 \text{ m}^2$$

d- Le rayon de l'épaississeur

$$R = \sqrt{\frac{S_h}{\pi}}$$

Avec : R : rayon de l'épaississeur (m)

S_h : Surface horizontale de l'épaississeur (m^2)

$$R = \sqrt{\frac{S_h}{\pi}} = \sqrt{\frac{55,37}{3,14}} = 17,63 \text{ m} \quad R = 17,63 \text{ m}$$

e- Volume de l'épaississeur

$$V = S_h \times H$$

Avec : S_h : Surface horizontale de l'épaississeur (m^2)

H : Hauteur de l'épaississeur, on prend $H=4m$

V : Volume de l'épaississeur (m^3)

$$V = S_h \times H = 55,37 \times 4 = 221,48 \text{ m}^3 \quad V = 221,48 \text{ m}^3$$

f- Temps de séjour (T_s)

$$T_s = \frac{V}{Q_{BT}}$$

Avec : Q_{BT} : Débit journalier des boues entrant dans l'épaississeur (m^3/j)

V : Volume de l'épaississeur (m^3)

T_s : Temps de séjour dans l'épaississeur (h)

$$T_s = \frac{221,48}{207,65} \times 24 = 25,59h$$

$$T_s = 26h$$

g- Débit des boues à la sortie de l'épaississeur (Q_{BES})

$$Q_{BES} = \frac{B_t}{[X_{BES}]}$$

Avec : Q_{BES} : Débit des boues à la sortie de l'épaississeur (m^3/j)

B_t : poids journalier total dans l'épaississeur (Kg/j)

$[X_{BES}]$: Concentration des boues après l'opération de l'épaississement qui est de l'ordre 90 g/l.

$$Q_{BES} = \frac{B_t}{[X_{BES}]} = 2491,91/90 = 27,68 m^3/j$$

$$Q_{BES} = 27,68 m^3/j$$

h- Débit d'eau retiré des boues Q_R

$$Q_R = Q_{BT} - Q_{BES}$$

Avec : Q_R : Débit d'eau retiré des boues (m^3/j)

Q_{BES} : Débit des boues à la sortie de l'épaississeur (m^3/j)

Q_{BT} : Débit journalier des boues entrant dans l'épaississeur (m^3/j)

$$Q_R = Q_{BT} - Q_{BES} = 207,65 - 27,68 = 179,97 m^3/j$$

$$Q_R = 179,97 m^3/j$$

V-5-2- Déshydratation des boues (lit de séchage)

La déshydratation des boues peut être naturelle ou mécanique. Dans notre cas, vu la nature des boues résultantes du traitement biologique, nous adopterons une déshydratation naturelle sur lits de séchage.

La déshydratation sur lits de séchage s'effectue dans un premier temps par filtration gravitaire et de drainage jusqu'à une teneur en eau de 80%, ce phénomène cède ensuite la place à la dessiccation qui s'effectue par évaporation de l'eau en surface.

Les lits de séchage sont en général constitués de deux couches, l'une de sable se trouvant en dessus et l'autre en gravier située en dessous.

Les lits de séchage sont généralement mis en œuvre en disposant dans les bassins en béton, de couche de sables et de graviers.

Pour une bonne exploitation de lit de séchage, l'épaisseur des boues doit être comprise entre 15 à 40cm, et le fond du lit est équipé d'un drain qui permettra l'évacuation des eaux.

[1]

a- Surface de lit de séchage

La surface de séchage dépend de la nature de la boue et les conditions climatiques, on admet que pour une boue fraîche, la surface minimale suivante rapportée à l'équivalent habitant qui est de l'ordre de 1m² pour 12 à 15 Eq/hab. [29]

D'où :

$$S = \frac{N}{EH}$$

Avec : S : Surface totale du lit de séchage (m²);

N : Nombre d'équivalent habitant égale à 56355 Eq/hab

EH: représente l'équivalent habitant pour une surface minimale de 1m² ; elle est prise égale à 15Eq/hab/m²

$$S = 56355/15 = 3757 \text{ m}^2$$

$$S = 3757 \text{ m}^2$$

La surface unitaire d'un lit de séchage est de 250 m², ce qui permettra la facilité de l'exploitation et de l'entretien.

b- Nombre de lit de séchage (N_L)

$$N_L = \frac{S}{S_u}$$

Avec :

S: Surface totale de lit de séchage (m²),

S_u: Surface unitaire d'un lit de séchage (m²),

N_L: Nombre de lit de séchage.

$$N_L = 3757/250 = 15 \text{ lits}$$

$$N_L = 15 \text{ lits}$$

Donc, nous proposons 15 lits de séchages ayant chacun les dimensions suivantes :

- une longueur L = 25m,
- une largeur l = 10m,
- une hauteur de Ht = 0,8m.

Où :

H_T : hauteur total du lit de séchage, est composé de :

$$H_T = H_{GG} + H_{GF} + H_S + H_B$$

Avec :

H_{GG} : épaisseur de la couche gravier gros ; ($H_{GG} = 0,175\text{m}$),

H_{GF} : épaisseur de la couche gravier fin ; ($H_{GF} = 0,075\text{m}$),

H_S : épaisseur de la couche de sable, ($H_S = 0,15\text{m}$),

H_B : épaisseur des boues épandues ; ($H_B = 0,40\text{m}$).

$$H_T = 0,175 + 0,075 + 0,15 + 0,40 = 0,80 \text{ m}$$

$$H_T = 0,80 \text{ m}$$

c- Calcul du volume des boues épandues

$$V_B = S \times H_B$$

Avec :

V : Volume du lit de séchage (m^3),

S : Surface totale du lit de séchage (m^2),

H_B : épaisseur des boues épandue. $H_B = 0,40 \text{ m}$

$$V_B = 3757 \times 0,40 = 1502,8 \text{ m}^3$$

$$V_B = 1502,8 \text{ m}^3$$

Tableau V. 10 tableau récapitulatif des résultats du dimensionnement d'épaississeur et du lit de séchage

Désignation	Unité	Quantité
L'épaississeur		
Volume (V)	M ³	221,48
Surface (S _h)	M ²	55,37
Hauteur (H)	m	4
Rayon (R)	m	17,63
Poids journalier total dans l'épaississeur (B _t)	Kg/j	2491,91
Concentration des boues à l'entrée de l'épaississeur [X _i]	g/l	12
Débit des boues à l'entrée (Q _{BT})	M ³ /j	207,65
Débit des boues à la sortie (Q _{BES})	M ³ /j	27,68
Débit d'eau retirée des boues (Q _R)	M ³ /j	179,97
Temps de séjour (T _s)	Heures	26
Lit de séchage		
Surface unitaire (S _u)	M ²	250
Nombre de lit de séchage (N _L)	U	15
Longueur du lit de séchage (L)	M	25
Largeur du lit de séchage (l)	M	10
Hauteur du lit de séchage (H _T)	M	0,80
Volume des boues épandues (V _B)	M ³	1502,8

V-6-Conclusion

Dans la majorité des ouvrages nous avons choisi la forme circulaire des bassins (clarificateur, épaississeur) car cette forme facilite le déplacement des racleurs (de fond ou de surface).

A travers les calculs effectués dans ce chapitre, nous pouvons juger que la superficie du terrain réservé pour la station d'épuration, est suffisante pour l'implantation des différents ouvrages qui la constituent y compris leurs accessoires pour l'horizon souhaité.

Chapitre VI
Gestion et exploitation de la step

VI-1-Introduction

La station d'épuration reste un outil fondamental pour la protection des milieux naturels. Un bon fonctionnement de la station permet d'atteindre les performances épuratoires du cahier de charge, assurer une pérennité des installations et optimiser le cout de fonctionnement de l'épuration.

VI-2-Accès à la station

La voirie d'accès à la station doit satisfaire à certains critères :

- Adéquation de la voirie aux véhicules utilisés pour les livraisons, dépotages, curage des boues et des sous-produits, montages et démontages des équipements, unités de déshydratation mobiles ;
- De plus en plus souvent, on utilise des véhicules « Maxi code » :
- 40 tonnes sur 5 essieux,
- longueur : 16,5 m,
- largeur : 2,55 m (sans les rétroviseurs),
- hauteur maxi : 4 m,
- giration : le véhicule en tournant s'inscrit dans un anneau de rayon intérieur 5,3 m et rayon extérieur 12,5 m,
- résistance du sol au ripage,
- facilité de manœuvrer (courbures larges, largeur de portail, éviter les marches arrière,

L'accès à la station doit pouvoir se faire dans de bonnes conditions toute l'année (notamment en hiver dans les zones de montagne : déneigement prioritaire).

La station doit comprendre une clôture. Les portes et portails d'accès à la station seront équipés de la même serrure (clé unique).

L'éclairage extérieur de la station est souhaitable.

Des panneaux interdisant l'accès au public seront prévus. [19]

VI-3-Implantation des ouvrages

Chaque cas reste spécifique, les décisions font le plus souvent appel au bon sens et à la logique en intégrant les contraintes imposées par :

- l'accessibilité,
- la disponibilité en terrain,
- l'hydraulique (circuit des eaux sur la station),
- la filière de traitement retenue.

La démarche générale suivante est proposée au concepteur pour guider la réflexion et aider la prise de décisions parfois lourdes de conséquences. Il convient de partir du point de rejet pour reconstruire le profil hydraulique et agencer les différents ouvrages en fonction de la surface disponible tout en réservant des accès de voiries adaptés.

Sans dresser une liste exhaustive de tous les éléments à considérer, l'attention de l'ensemblier est attirée sur les points suivants :

- Les évacuations de boues (liquides ou solides), des refus de la station (flottants stockés, prétraitements, ...) sont des opérations dont la fréquence peut être quotidienne. Elles impliquent des véhicules de transport lourds et des manipulations spécifiques. L'accès à ces postes doit être simplifié à l'extrême ; le revêtement de sol particulièrement résistant.
- Pour limiter les risques de rupture des canalisations, il est recommandé de les placer le long des voies d'accès. On évitera que ces conduites traversent les voies. Il faut proscrire la superposition ou le croisement de canalisations sous la voirie.
- Il est conseillé de réduire autant que faire se peut la longueur des conduites de liaison (bassin d'aération - décanteur par exemple) ainsi que le nombre de coudes.
- Il est prudent de concevoir les ouvrages en tenant compte des extensions futures de telle sorte que le fonctionnement de la station soit le moins possible perturbé.
- Tous les ouvrages (prétraitements, ...) doivent pouvoir être isolés séparément pour éviter l'arrêt total de la station lors des interventions lourdes (travaux, ...). Il convient de mettre en place des dispositifs d'isolement adaptés et de surveiller régulièrement leur bon fonctionnement.
- Il est recommandé d'équiper systématiquement les ouvrages hors sol d'escaliers munis de garde-corps

VI-4-Aménagement des ouvrages - intégration paysagère

L'intégration paysagère de la station est de plus en plus demandée. Là, également les particularités locales jouent un rôle majeur. A titre d'exemple, le talutage en bordure des

bassins hors sol peut être mis en œuvre ; de même la clôture de la station (indispensable dans tous les cas, y compris pour un lagunage) pourra avantageusement être doublée d'une haie arborescente.

L'aménagement (espaces verts,...), l'entretien général des abords de la station ont une répercussion indirecte sur le bon fonctionnement de la station dans la mesure où ces efforts participent à la valorisation de l'image de la station et du cadre dans lequel l'exploitant officie. Cela justifie les investissements et les coûts d'exploitation supplémentaires qui en résultent.

VI-5-Protection hydraulique de la station d'épuration

Classiquement, les ouvrages sont dimensionnés sur la base d'un débit limite qui ne doit pas être dépassé de façon durable sous peine de dysfonctionnements (pertes de boues dans le cas de boues activées, ...). Or, l'expérience du terrain montre que très souvent les volumes d'eaux résiduaires en entrée de station sont supérieurs au débit limite admissible.

En conséquence, la mise en place de dispositifs de protection hydraulique constitue une garantie fondamentale du bon fonctionnement des ouvrages de traitement (décanteurs notamment).

D'une façon générale, la fréquence et l'intensité des rejets directs sans traitement sont des cas d'espèce qui varient dans le temps, seule la pratique permettra de déterminer les données nécessaires pour une bonne régulation des débits.

La protection est en général assurée par le déversoir d'orage de préférence placé à l'aval du dégrilleur. Cependant, si l'on est amené à l'installer avant les prétraitements, il convient alors de vérifier que la mise en charge du dégrilleur n'entraîne pas celle du déversoir d'orage. Facilement accessible (faible profondeur), l'entretien du déversoir (curage, ...) doit être régulièrement effectué. Le calage de la lame est à réaliser impérativement en période de pluie (débit critique) ce qui suppose une lame réglable et un contrôle des débits à l'aval.

[19]

VI-6-Contrôle du fonctionnement

A fin d'assurer une bonne épuration il nous faut donc :

A-contrôle journalier

- Le teste de la turbidité
- Les odeurs
- Les couleurs des boues
- Le manque d'oxygène se fait sentir par une odeur désagréable, et une couleur de boue grise noir, on peut dire que c'est un indice optique et odorant

B-contrôle périodique

Le but essentiel de ce contrôle est d'attribuer aux résultats détenus préalablement des solutions fiables et d'apporter au maitre de l'ouvrage les conseils nécessaires à une bonne exploitation

- Une analyse des boues prélevées le bassin d'aération après un fonctionnement de 15 à 20 mn des aérateurs, ayant pour objet de déterminer : la décantabilité, la teneur en MES, la teneur en MVS.
- Une analyse de l'effluent épuré varie sur un prélèvement instantané, considérant que la quantité d'effluent épuré varie généralement très peu dans la journée sur une station d'épuration.
- Une visite bilan au moins une fois par an qui consistera a effectué un diagnostic complet du fonctionnement de la station, en effectuant notamment :
- Des analyses sur l'effluent reçu par la station en 24h à partir des prélèvements des échantillons moyens représentatifs afin de mesurer les débits et les paramètres de la pollution tel que la DBO5 la DCO, le MES, l'azote, le phosphates...etc.
- Des analyses sur l'effluent épuré qui pourront s'effectuer à partir des prélèvements effectuent toutes les heurs, visant à déterminer les mêmes paramètres en fonction.

VI-7-Mesure des paramètres de fonctionnement de la station

a- Mesure de la turbidite

C'est une opération effectuée après la décantation secondaire par le disque de SACHEL, qu'on va plonger lentement dans l'eau afin d'obtenir sa qualité.

b- Mesure de teneur en oxygène dissous.

La mesure de la teneur en oxygène dissous est réalisée à l'aide d'une sonde paléographique (sonde a oxygène) dans le bassin d'aération 15 mn après la mise en route des systèmes d'aération.

c- Mesure de Ph et la température

La mesure de pH et le T° sont indispensables pour connaître la nature des milieux disponibles pour les bactéries

VI-8-Entretien des ouvrages existant dans la station

Il faut prendre en considération l'entretien des ouvrages qu'on utilise toute au long de l'épuration commençant par le dégrillage, le dessablage, le déshuilage, épaisseur bassin d'aération clarificateur, on effectue :

- Une bonne installation
- Nettoyage régulière
- Le respect des conseils de sécurité
- Les ouvrages métalliques doivent être repeints en moyenne tous les cinq ans afin de les protéger contre la corrosion
- Les ouvrages en béton doivent être régulièrement inspectés. Les vérifications doivent porter sur l'étanchéité, la détection des fissures, les ruptures des joints de dilatation
- Il faut graisser régulièrement tous les équipements mécaniques et électromécaniques et veiller à leurs bons fonctionnements.

VI-9-Hygiène et sécurité dans le travail

Parmi les aspects techniques du traitement des eaux, ceux qui ont trait à l'hygiène et la sécurité du personnel revêtent une importance de premier plan. Le fonctionnaire au niveau de la STEP peut être exposé à différents risques on citera :

VI-9-1-Les risques liés au travail

a- Les risques banals

- ❖ Les lésions au dos, les foulures, fractures et contusions.
- ❖ Les coupures, écorchures
- ❖ La pénétration d'un corps étranger dans l'œil

- ❖ La chute d'un objet sur le pied
- ❖ Les blessures à la tête
- ❖ L'électrocution

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

b- les risques spécifiques

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

- ❖ Eviter tout contact avec les eaux usées et les boues
- ❖ Après une intervention quelconque auprès des appareils de traitements des eaux usées, se laver les mains et la figure
- ❖ Eviter de boire ou de manger au voisinage des ouvrages de traitement des eaux usées
- ❖ Se vacciner obligatoirement contre le tétanos, la tuberculose, la typhoïde
- ❖ Laver fréquemment ses vêtements
- ❖ Désinfecter immédiatement et protections des plaies, brulures et autres

VI-9-2-Risques associés aux gaz, vapeurs et poussières

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

La fermentation anaérobie des eaux usées dans les égouts et puits de pompage occasionne le dégagement des gaz suivant :

- ❖ Le méthane CH_4
- ❖ Le sulfure d'hydrogène, H_2S
- ❖ Le dioxyde de carbone CO_2 aux quels s'ajoutent des traces d'hydrogène et d'ammoniac
- ❖ La plupart de ces gaz sont inflammables et hautement toxiques[1]

VI-10-Conclusion

A travers ce chapitre nous attirons l'attention des gestionnaires pour assurer une bonne protection de la nature il faut impérativement assurer une meilleure exploitation et gestion de la STEP. Ainsi, il est indispensable d'assurer l'entretien et l'hygiène des différents ouvrages pendant l'exploitation.

Conclusion générale

Conclusion générale

Afin de remédier aux problèmes générés par les eaux usées, et ses effets néfastes sur l'environnement, les plages et la santé publique. La conception de la station d'épuration au sein de la commune d'IFLISSEN semble être la meilleure alternative.

En effet, ce projet en question s'inscrit dans le contexte relevé ci-dessus, il vise à concevoir une station d'épuration à boues activées vu que les eaux rejetées sont biodégradables.

Ce choix de variantes est arrêté en tenant compte de l'horizon 2050 donc nous espérons que notre étude à englober tous les points indispensables pour le dimensionnement de la future station d'épuration d'IFLISSEN.

La valorisation des boues et la réutilisation des eaux épurées sont les deux autres perspectives dont pourra bénéficier les agriculteurs de la région.

Enfin, il reste à signaler que le rendement d'une station d'épuration et même sa durée de vie sont étroitement liées à l'entretien et à la gestion de celle-ci, raison pour laquelle beaucoup de stations sont aujourd'hui inexploitées à cause de ce problème

Références bibliographiques

Listes des références bibliographiques

- ◆ [1] **BEN SAID SOUAD**. Etude d'une extension de la station d'épuration de la ville d'Azeffoun à l'horizon 2043. Thèse d'ingénieur d'état en sciences agronomique UMMTO2013.
- ◆ [2] **LOUMI fairouz et YEFSAH kahina 2010**. Valorisation des eaux usées traitées en irrigation, cas de la station d'épuration EST de tizi ouzou, thèse d'ingénieur d'état en agronomie UMMTO.
- ◆ [3] **GLANIC R et BENNETON J-P, (1989)**. Caractérisation d'effluents D'assainissement individuel et essais de matériels d'assainissement autonome - TSM - L'eau - 84 années.
- ◆ [4] **HAMICHE Lydia**. Conception d'une station d'épuration pour la région de béni douala. Mémoire d'ingénieur d'état en hydraulique, école nationale supérieur de l'hydraulique **2013**.
- ◆ [5] **METAHRI Mohammed Saïd 2012**. Élimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées, par des procédés mixtes. Cas de la STEP Est de la ville de Tizi-Ouzou, thèse de doctorat en agronomie UMMTO.
- ◆ [6] **BALEH Kahina**. Conception de la station d'épuration de la ville d'azazga wilaya de tizi ouzou. Mémoire d'ingénieur d'état en hydraulique, école nationale supérieur de l'hydraulique. **2011**.
- ◆ [7] **MESSAOUDENE FATIHA, SOUIKI RABIA 2007**. Contribution au dimensionnement du réseau d'assainissement et de la station d'épuration d'Oued-Falli Commune et daïra de Tizi-Ouzou. Mémoire d'ingénieur d'Etat en Agronomie UMMTO.
- ◆ [8] **RODIER J**. L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. 8ème Edition. Dunod, Paris (**2005**).
- ◆ [9] **Duguet J-P ; Bernazeau F ; Cleret D ; Gaid A ; Laplanche A ; Moles J, Montiel A ; RIOU G ; Simon P, (2006)**. Réglementation et traitement des eaux

destinées à la consommation humaine. 1ère édition. ASTEE (Association Scientifique et Technique pour l'environnement).

- ◆ [10] **BOUCHERIT Ilyès, BOUNEBAB Mohamed Anis** Dimensionnement de la station d'épuration des eaux usées urbaine de la ville d'oued zenati wilaya de guelma, mémoire de master en hydraulique, université de Bejaia. **2016.**
- ◆ [11] **Ministère des ressources en eau Journal officiel de la république démocratique algérienne**
- ◆ [12] **OUCHERIF Kaissa 2011.** Réutilisation Des Eaux Epurées De La STEP Du Pont De Bougie De La Wilaya De Tizi Ouzou à des fins agricoles. Mémoire d'ingénieur d'état en hydraulique, école nationale supérieur de l'hydraulique.
- ◆ [13] **R. Bourrier, M. Satin, B. Selmi, 2010.** Guide technique de l'assainissement, Editions le Moniteur, 4emeEdition, **2010.**
- ◆ [14] **MOHAND-SAÏD OUALI 2008.**Cours de procédés unitaires biologiques et traitement des eaux, 2ème édition, office des publications universitaires, Alger, 107 p.
- ◆ [15] Hydranet, traitements des eaux, **www.hydranet.net.**
- ◆ [16] **R. Desjardins,** le traitement des eaux, 2eme Edition, Editions de l'école polytechnique de Montréal ,**1997.**
- ◆ [17] **OUADAHY Yanis, OUIHADDADENE Amokrane.** Contribution à la caractérisation et à la valorisation des eaux usées de la localité de SIDI AICH, Wilaya de BEJAIA, mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme de MASTER en Hydraulique, université de béjaia. **2017.**
- ◆ [18] **Degrémont,** mémento technique de l'eau, dixième édition, Tome 1, mai **2005.**
- ◆ [19] **FNDAE 2002 (FONDS NATIONAL POUR LE DEVELOPPEMENT DES ADDUCTIONS D'EAU) N° 22 bis.** Stations d'épuration : dispositions constructives pour améliorer leur fonctionnement et faciliter leur exploitation.
- ◆ [20] **YOHAN FALCON,** les Ouvrages de Génie Civil des STEP des petites collectivités, conception et dimensionnement Rapide.
- ◆ [21] **HADJRABAH Mansour,** Contribution à l'étude de traitabilité de la station d'épuration de Réghaia. PFE, (ENP) promotion **2004/2005.**
- ◆ [22] **Direction des ressources en eau de TIZI-OUZOU.**

- ◆ [23] **RIHANE Mouloud. Melle : SEDDOUR Djamila.** Mémoire de fin d'études, Thème : Dimensionnement d'une station d'épuration. Sise à Azazga. **UMMTO.2013/2014.**

- ◆ [24] **Abdelkader GAÏD.** Traitement des eaux usées urbaines. Mise à jour du texte de J. SIBONY et B. BIGOT paru en **1993.**

- ◆ [25] **BERNE F. COORDONIER J.** Traitement des eaux usées, épuration des eaux résiduaires de raffinage, Paris, **1991.**

- ◆ [26] **DJOURDIKH S, TABI F.** contribution à la réalisation de la station d'épuration de la ville de mechtras thèse d'ingénieur d'état en sciences agronomique **UMMTO 2012.**

- ◆ [27] **HADDADI S. HAMLAT O.** Amélioration des performances par simulation au laboratoire, thèse d'ingénieur d'état en sciences agronomique **UMMTO 2002.**

- ◆ [28] **Oussama DJEBALI.** Contribution à la réhabilitation de la station d'épuration de BARAKI (Alger), ENP, Promotion **2008.**

- ◆ [29] **AITOUARAB D ; MADOUCHE Y :** Evaluation de statut de phosphate dans quelques parcelles sous culture du haricot phaseolus vulgaris L dans la wilaya de Tizi-Ouzou, thèse d'Ingénieur d'Etat en sciences Agronomique, UMMTO, 2008.

Annexes

Valeurs limites de la teneur en substance nocives des eaux usées

Paramètres	Valeurs limites maximales(mg/L)
Azote global	150
Aluminium	5
Argent	0.1
Arsenic	0.1
Béryllium	0.05
Cadmium	0.1
Chlore	3
Chrome trivalent	2
Chrome hexa valent	0.1
Chromates	2
Cuivre	1
Cobalt	2
Cyanure	0.1
Demande biochimique en oxygène (DBO5)	500
Demande chimique en oxygène (DCO)	1000
Etain	0.1
Fer	1
Fluorures	10
Hydrocarbures totaux	10
Matières en suspension	600
Magnésium	300
Mercure	0.01
Nickel	2
Nitrites	0.1
Phosphore total	50
Phénol	1
Plomb	0.5
Sulfures	1
Sulfates	400
Zinc et composés	2

les valeurs limite des paramètres de rejet dans un milieu récepteur.

Paramètres	Valeurs limites	Unités
Température	30	mg /l
PH	6.5 a 8.5	mg /l
MES	35	mg /l
DBO5	35	mg /l
DCO	120	mg /l
Azote kjeldahl	30	mg /l
Phosphates	02	mg /l
Phosphores total	10	mg /l
Cyanures	0.1	mg /l
Aluminium	03	mg /l
Cadmium	0.2	mg /l
Fer	03	mg /l
Manganèse	01	mg /l
Mercuré total	0.01	mg /l
Nickel total	0.5	mg /l
Plomb total	0.5	mg /l
Cuivre total	0.5	mg /l
Zinc total	03	mg /l
Huiles et grasses	20	mg /l
Hydrocarbures totaux	10	mg /l
Indices ph2nols	0.3	mg /l
Fluor et composés	15	mg /l
Etain total	02	mg /l
Composés organiques chlores	05	mg /l
Chrome total	0.5	mg /l
(*)Chrome iii+	03	mg /l
(*)Chrome vi+	0.1	mg /l
(*)Solvants organiques	20	mg /l
(*)Chlore actif	1.0	mg /l
(*)PCB	0.001	mg /l
(*)Détergents	2	mg /l
(*)Tensioactifs anioniques	10	mg /l

Normes de rejets recommandées par l'OMS

Paramètres	Unité	Normes de rejets
Température	°C	30
Matières en suspension (MES)	Mg/L	30
Demande biochimique en oxygène (DBO)	Mg d'O ₂ /L	30
Demande chimique en oxygène (DCO)	Mg d'O ₂ /L	90
Azote totale	Mg/L	40 à 50
Phosphate	Mg/L	02
Huile et graisses	Mg/L	20
Détergent	Mg/L	1

Valeur du coefficient de forme des barreaux du dégrilleur.

Type de barreau	β
Section rectangulaire	2,42
Section rectangulaire en semi-circulaire à l'amont	1,83
Section rectangulaire avec arrondi semi-circulaire à l'amont et à l'aval	1,67
Section circulaire	1,79
Section ovoïde avec une grande largeur à l'amont	0,76

Les valeurs moyennes des paramètres a' et b'

paramètre	Forte charge	Moyenne charge	Faible charge	Aération prolongée
a' (KgO ₂ /kgDBO 5)	0,52	0,57	0,60	0,64
b' (KgO ₂ /kgDBO 5j)	0,11	0,08	0,07	0,07

Valeurs de a et b pour les différents types de traitement par boues activées

Type de traitement	α	β
Faible charge	0,95	0,97
Moyenne charge	0,9 à 0,95	0,95
Forte charge	0,8	0,95

Les valeurs moyennes des paramètres a_m et b .

paramètre	Forte charge	Moyenne charge	Faible charge	Aération prolongée
a_m	0,5	0,53	0,55	0,60
b	0,06	0,055	0,05	0,07