

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

DEPARTEMENT GENIE DE L'EAU

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option : Conception Des Systèmes d'Assainissement

THEME:

**DIMENSIONNEMENT DE LA STATION D'EPURATION
PAR BOUES ACTIVEES DE LA VILLE DE YOUB
(W.SAIDA)**

Présenté par :

Mr : MEBKHOUT Amine

DEVANT LES MEMBRES DU JURY

| Nom et prénom | Grade | Qualité |
|-----------------------------|--------------|----------------|
| M ^{me} H.MEDDI | MC.B | Président |
| M ^{me} S.HOULI | MA.A | Examinatrice |
| M ^r A.RASSOUL | MC.B | Examinateur |
| M ^{me} M.KAHLERRAS | MA.A | Examinatrice |
| M ^r I.ZAIBEK | MA.B | Examinateur |
| M ^{me} L.TAFAT | MA.A | Promotrice |

Session Juin - 2013

∞ REMERCIEMENTS ∞

Je remercie tout d'abord Dieu le tout puissant de m'avoir donnée la chance et le courage, ainsi que la bonne volonté pour achever ce modeste travail et ce cursus universitaire.

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

Je remercie tout particulièrement **mes parents, mes frères et mes soeurs**, pour leurs aides, pour leurs patiences, leurs soutiens moraux et leurs confiances le long de ma formation d'ingénieur d'Etat. Je les remercie très sincèrement, d'avoir tout fait pour que je réalise mon rêve de devenir ingénieur d'Etat.

Je tiens également à adresser mes vifs remerciements à monsieur **ZOUDJI Redouane** et **GHRISS Mohammed** pour son aide durant la période de collection des données .

Je voudrais aussi adresser mes sincères remerciements à monsieur **MAKHLOUF MOHAMMED** , qui m'a aidé beaucoup durant ce modeste travail, je le remercie vivement.

Mes remerciements également à tous ceux qui ont contribué à ma formation et particulièrement les enseignants de l'**ENSH**, et mon respect aux membres de jury qui feront l'honneur d'apprécier mon travail.

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

Merci.

∞ DÉDICACE ∞

À chaque fois qu'on achève une étape importante dans notre vie, on fait une pensée pour se rappeler de ces personnes qui ont partagé avec nous tous les bons moments de notre existence, mais surtout les mauvais. Ces personnes qui nous ont aidés sans qu'on leur demande, soutenus sans réserve, aimés sans compter, ces personnes qui en cru en nous et que grâce à qui notre bonheur et joie reviennent de droit, à qui un malheur en nous, en eux se transforme en pleur. Que le tout puissant nous garde ces personnes très chères à nos cœurs.

Je dédie ce modeste mémoire qui est l'accomplissement de longues années d'études, en premier lieu à :

À la mémoire de ma grande mère RBIHA qui a aimée toujours que un jour je serai ingénieur et le jour arrive, que dieu lui soit clément .

À ma très chère mère SAFIA à qui je dois remercie beaucoup pour ces sacrifices, son amour, son aide et son soutien.

À mon père SLIMANE qui m'a soutenu et à su me donner courage et tous ce qu'il faut .

À mes frères RAFIK et HOUSSEM.

À mes très chères frangines ZOHRA et DALILA et son soutiennent au moment crucial.

À tous les membres de la famille : MEBKHOUT surtout ma tante KHEIRA .

Le long de ma vie, J'ai été entouré de personnes magnifiques qui m'ont donné le meilleur d'eux même sans rien attendre en retour, je crois qu'aujourd'hui il est le temps de leur dédiés du fond du cœur ce modeste travail pour les remercier : KHELFAOUI, BOUAM, BOUCHIHA, BOUGHEFALA, KOUDACHE, MESSOUAF, LIMAN, KESSAM, BENHANIN, LAMRI, BEKHEIRA, CHAOUCH, M'HAMDI, AMIGO, KHALIL, BILAL, CHAWKI, CHEFNNOUF, MEMOU, GHANOU

SAADOU, RACHID, OMAR, BOUDJEMAA, MOURAD, KAMAL, MOHAMMED, BOUBAKAR, BACHIR, ABDOU, AMAR, OUSSAMA le Groupe -AHBAB-DZ.COM - Et surtout MAKHLOUF MOHAMMED MOUSSA. La liste est assez longue, je vous remercie pour tous les sentiments d'amitié que vous avez envers moi et dont je suis fier.



MEBKHOUT
AMINE

ملخص

عملنا الحالي يتضمن إقامة محطة تطهير المياه المستعملة على مستوى مدينة يوب بولاية سعيدة و هذا يهدف إلى تحسين الأوضاع الإيكولوجية و المحافظة على الوسط الطبيعي و حماية الصحة العمومية. مذكرتنا هذه تتضمن دراسة مفضلة لتجسيد المحطة بقدرة استيعاب متوسطة واستيعاب ضئيل على مرحلتين المرحلة الأولى معالجة المياه المستعملة في أفق 2030 ذات قدرة معالجة 26800 نسمة. -المرحلة الثانية توسيع المحطة لضمان رفع قدرة إستعاب المياه المستعملة إلى 32669 نسمة في أفق 2040.

Résumé

Notre présent travail consiste à réaliser une station d'épuration pour la ville de Youb (W.Saida) dans le but d'améliorer les conditions écologiques de la région et la qualité des eaux usées , préserver le milieu naturel et de protéger la santé publique.

Dans ce mémoire on va dimensionner la station d'épuration des eaux usées par boues activées à moyenne charge et faible charge, cette station se réalise en deux phases :

La première phase permettra de traiter la pollution de 26800 équivalent habitant à l'horizon 2030.

La deuxième phase (extension) correspond à une augmentation de la capacité initiale de la station soit de 32669 équivalent habitant à l'horizon 2040.

Abstract

Our present work consists in carrying out a purification plant for the town of Youb (Saida) with an aim of preserving the natural environment and protecting the public health initially; and in second place in order to improve the ecologic conditions of the province.

In this memory, we will size the treatment plant wastewater by activated sludge to average charge weak charge, this station is made to two phases:

The first phase ,will permit to treat pollution due to the population will 26800 inhabitants in 2030 horizons.

The second phase, consists of extension workshops for These latter correspond to an increase of the initial capacity of the station with 32669 equivalent habitants in 2040 horizons.

SOMMAIRE

Introduction Générale :..... 1

Chapitre I : Présentation de la ville de Youb

| | |
|---|----|
| I.1.Introduction | 1 |
| I.2.Situation géographique du site | 2 |
| I.3. Développement de l'agglomération | 2 |
| I.3.1 Situation Agricole | 2 |
| I.3.2 Inventaire des industries existantes et projetées | 2 |
| I.4.Situation climatique | 3 |
| I.4.1.le climat | 3 |
| I.4.2.Température | 3 |
| I.4.3.Précipitation | 4 |
| I.4.4.Vents | 5 |
| I.4.5.Humidité relative | 5 |
| I.5.Topographie et relief | 6 |
| I.6. sismicité de la région | 7 |
| I.7.La géologie | 7 |
| I.8.Situation démographique | 7 |
| I.9.Situation hydraulique | 9 |
| I.9.1.Alimentation en eau potable | 9 |
| I.9.2.Le réseau d'assainissement | 9 |
| I.10.Conclusion | 11 |

Chapitre II : Origine et caractéristiques des eaux usées de la ville

| | |
|---|----|
| II.1. Introduction | 12 |
| II.2.Origine des eaux usées | 12 |
| II.3. La pollution des eaux | 14 |
| II.4. Les normes de rejet | 22 |
| II.5. Analyses des eaux usées | 23 |
| II.5.1. Introduction | 23 |
| II.5.2. Prélèvement et échantillonnage | 23 |
| II.5.3. Paramètres des analyses | 23 |
| II.5.4. Interprétation des résultats d'analyses obtenus | 26 |

Chapitre III : Le procédé d'épuration par boues activées

| | |
|--|----|
| III.1.Introduction | 29 |
| III.2.Généralités sur l'épuration par boues activées (cultures libres) | 29 |
| III.3.Composants d'une unité biologique | 30 |
| III.4.Clasement des procédés par boues activées | 31 |
| III.4.1.Choix du procédé d'épuration | 31 |

| | |
|---|----|
| III.4.2. Les Avantages et inconvénients du procédé à boues activées : | 32 |
| III.5. Etapes de traitements : | 32 |
| III.5.1. Les prétraitements : | 32 |
| III.5.2. Le traitement primaire : | 36 |
| III.5.3. Le traitement secondaire (traitement biologique) : | 39 |
| III.5.4. Traitement tertiaire (désinfection) : | 40 |
| III.5.5. Traitement des boues : | 41 |
| III.6. Paramètres influençant le processus épuratoire : | 43 |
| III.7. Conclusion : | 43 |

Chapitre IV : Dimensionnement de la station d'épuration

Partie I : les données de base

| | |
|---|----|
| IV.I.1. Introduction : | 44 |
| IV.I.2. Estimation des débits : | 44 |
| IV.I.3. Evaluation des charges polluantes : | 47 |
| IV.I.3.1. Les charges de pollution journalières : | 47 |

Partie II : Prétraitements

| | |
|--|----|
| IV.II.1. Introduction : | 49 |
| IV.II.2. Calcul du dégrilleur : | 49 |
| IV.II.2.1. Horizon 2030 : | 49 |
| IV.II.2.2. Horizon 2040 : | 51 |
| IV.II.2.3. Calcul des pertes de charge : | 52 |
| IV.II.3. Le calcul dessableur déshuileur : | 53 |
| IV.II.3.1. horizon 2030 : | 54 |
| IV.II.3.2. horizon 2040 : | 55 |
| IV.II.3.3. Calcul des quantités des matières éliminées par le dessableur : | 56 |
| IV.II.3.3.1. Horizon 2030 : | 57 |
| IV.II.3.3.2. Horizon 2040 : | 57 |

Partie III : Traitement primaire

| | |
|--|----|
| IV.III.1 Introduction : | 58 |
| IV.III.2. Dimensionnement du décanteur primaire : | 58 |
| IV.III.2.1. Horizon 2030 : | 58 |
| IV.III.2.1.1. Calcul de la quantité de boues éliminées : | 59 |
| IV.III.2.2. Horizon 2040: | 60 |
| IV.III.2.2.1. Calcul de la quantité de boues éliminées : | 60 |

Partie IV : Traitement biologique

| | |
|--|----|
| IV.IV.1. Introduction : | 62 |
| IV.IV.2. Etude de la variante à moyenne charge : | 62 |
| IV.IV.2.1. Horizon 2030: | 62 |
| IV.IV.2.2. Horizon 2040 : | 72 |
| IV.IV.3. Etude de la variante à faible charge : | 74 |

| | |
|---------------------------------|----|
| IV.IV.3.1.Horizon 2030 : | 75 |
| IV.IV.3.2. Horizon 2040 : | 80 |

Partie V : Traitement tertiaire

| | |
|-----------------------------|----|
| IV.V.1.Introduction : | 83 |
| IV.V.2.Horizon 2030 : | 83 |
| IV.V3.Horizon 2040 : | 84 |
| IV.V.4.Conclusion : | 85 |

Chapitre V : Traitement des boues

| | |
|---|----|
| V.1.Introduction : | 86 |
| V.2.Variante à moyenne charge : | 86 |
| V.2.1.Dimensionnement pour Horizon 2030 : | 86 |
| V.2.2.Dimensionnement pour Horizon 2040 : | 90 |
| V.3.Variante à faible charge : | 94 |
| V.3.Conclusion : | 95 |

Chapitre VI : Calcul hydraulique

| | |
|---|-----|
| VI.1 Introduction | 96 |
| VI.2.Déversoir d'orage..... | 96 |
| VI.2.1. Type de déversoir d'orage..... | 96 |
| VI.2.2. calcul du déversoir d'orage | 97 |
| VI.3.Dimensionnement de la conduite de fuite : | 99 |
| VI.4.Dimensionnement de la conduite By-pass : | 99 |
| VI.5. Relevage..... | 100 |
| VI.5.1. Dimensionnement du puisard..... | 100 |
| VI.5.2. La conduite de refoulement..... | 101 |
| VI.5.3. Calcul de la hauteur manométrique de la pompe : | 101 |
| VI.5.4. Choix de la pompe | 102 |
| VI.6.Profil hydraulique | 103 |
| VI.7.Conclusion..... | 107 |

Chapitre VII : Gestion et exploitation de la station

| | |
|---|-----|
| VII.1. Introduction : | 108 |
| VII.2. Mesures et contrôles effectués au niveau de la station d'épuration : | 108 |
| VII.3. Contrôle de fonctionnement: | 109 |
| VII.3.1. Contrôle journalier : | 109 |
| VII.3.2. Contrôles périodiques : | 110 |
| VII.4. Entretien des ouvrages : | 110 |
| VII.5. Conclusion : | 112 |

Conclusion Générale.....

Bibliographie

Annexes

Liste des tableaux

Chapitre I : Présentation de la ville

| | |
|--|---|
| Tableau I.1 : les valeurs mensuelles moyennes de la température :..... | 3 |
| Tableau I.2 : distribution des précipitations mensuelles moyennes (Source ARNH)..... | 4 |
| Tableau I.3 : les valeurs mensuelles moyennes des vitesses du vent..... | 5 |
| Tableau I.4 : La fréquence des vents soufflant sur la région de YOUB..... | 5 |
| Tableau I.5 : Direction et caractéristiques des masses d'air..... | 5 |
| Tableau I.4 : la distribution mensuelle moyenne de l'humidité (source ANRH)..... | 5 |
| Tableau I.5 : population future du centre urbain | 8 |

Chapitre II : Origine et caractéristiques des eaux usées

| | |
|--|----|
| Tableau II.1 : germes pathogènes rencontrés dans les eaux usées | 16 |
| Tableau II.2 : le mode de traitement en fonction du rapport (DCO/DBO) | 20 |
| Tableau II.3: normes de rejets de l'O.M.S., appliqué en Algérie..... | 22 |
| Tableau II.4: Résultat de l'Analyse des eaux usées au niveau du rejet N1 de la ville YOUB (W.Saida) (source DHW.Saida / année 2009)..... | 23 |
| Tableau II.5: Résultat de l'Analyse des eaux usées au niveau du rejet N2 de la ville YOUB (W.Saida) (source DHW.Saida / année 2009)..... | 24 |
| Tableau II.6: les valeurs moyennes des analyses de la ville YOUB (W.Saida) (source DHW Saida / année 2009) | 25 |
| Tableau II.7 : Biodégradabilité du rejet. | 27 |

Chapitre III : Le procédé d'épuration par boues activées

| | |
|--|----|
| Tableau III.1 : classement des procédés par boues activées | 31 |
|--|----|

Chapitre IV : Dimensionnement de la station d'épuration

Partie I : les données de base

| | |
|---|----|
| Tableau IV.I.1: les charges de pollution journalières : | 48 |
| Tableau IV.I.2: Récapitulatif des données de base : | 48 |

Partie II : Prétraitements

| | |
|---|----|
| Tableau IV.II.1 : espacement et épaisseur des barreaux | 50 |
| Tableau IV.II.2 : résultats du dimensionnement des grilles..... | 53 |
| Tableau IV.II.3 : dimensions du déssableur-déshuileur | 56 |

Partie III : Traitement primaire

| | |
|---|----|
| Tableau IV.III.1 : les valeurs de la vitesse limite en fonction de Q_{moyh} ... | 58 |
| Tableau IV.III.2 : récapitulatif des résultats des calculs du décanteur | 61 |

Partie IV : Traitement biologique

| | |
|--|----|
| Tableau IV.IV.1 : charge massique en fonction de a' | 65 |
| Tableau IV.IV.2 : Les résultats de l'horizon 2040 à moyenne charge | 72 |
| Tableau IV.IV.3 : Les résultats de l'horizon 2040 à faible charge | 80 |

Chapitre V : Traitement des boues

| | |
|---|----|
| Tableau V.1 : Tableau récapitulatif des résultats à moyenne charge..... | 93 |
| Tableau V.2 : Calcul des ouvrages de traitement à faible charge | 95 |

Chapitre VI : Calcul hydraulique

| | |
|---|-----|
| Tableau VI.1 : caractéristiques de la pompe choisi | 102 |
| Tableau VI.2: Cotes moyennes du terrain naturel d'implantation des différents ouvrages de la station..... | 103 |
| Tableau VI.3 : Longueurs réelles des conduites entre les ouvrages de la STEP. | 104 |
| Tableau VI.4 : Récapitulatif des résultats | 107 |

Liste des figures

Chapitre I : Présentation de la ville

| | |
|--|----|
| Figure I.1 : Plan de situation de la wilaya de Saida | 2 |
| Figure I.2 : Les etages et sous etages bioclimatique de l'Oranie | 3 |
| Figure I.4 : Humidité relative de l'air en % | 6 |
| Figure I.5 : Classes de pente de la wilaya de Saida..... | 7 |
| Figure I.6 : carte de zonage sismique du territoire national | 7 |
| Figure I.7 : L'histogramme de croissance de la population de Youb | 9 |
| Figure I. (08 et 09) : Rejet centre de YOUB \varnothing 1000mm..... | 10 |
| Figure I (10 et 11) : Rejet de la cité ADDA YAHIA \varnothing 600mm..... | 11 |

Chapitre III : Les procédés d'épuration par boues activées

| | |
|---|----|
| Figure III.1 : Schéma d'un traitement par boues activées..... | 30 |
| Figure III.2 : Schéma d'une station de traitement par boues activées..... | 30 |
| Figure III.3 : grille mécanique droite. | 34 |
| Figure III.4 : Grille mécanique courbe..... | 34 |
| Figure III.5 : Dessableur rectangulaire aéré.[Station d'épuration de baraki]..... | 35 |
| Figure III.6 : Dessableur-dégraisseur rectangulaire | 36 |
| Figure III.7 : Dessableur-dégraisseur Circulaire. | 36 |
| Figure III.8 : Décanteur cylindro-conique..... | 37 |
| Figure III.9 : Décanteur flocculateur avec entraînement périphérique du pont..... | 38 |
| Figure III.10 : Décanteur longitudinal à pont racleur..... | 39 |
| Figure III.11 : Schéma de principe d'un épaisseur gravitaire | 41 |
| Figure III.12 : Epaisseur..... | 42 |

Chapitre VI : Calcul hydraulique

| | |
|---|----|
| Figure VI.1 : schéma d'un déversoir d'orage type latéral..... | 97 |
|---|----|

LISTE DES PLANCHES

Planche N°01 : Vue en plan de la station.

Planche N°02 : Profil hydraulique.

Planche N°03 : Bassin d'aération.

Planche N°04 : épaisseur.

Planche N°05 : les ouvrages de prétraitement.

Liste des abréviations

| | |
|--------------------|---|
| DBO | demande biologique en oxygène. |
| DCO | demande chimique en oxygène. |
| MES | La matière en suspension. |
| MM | La matière minéral. |
| MVS | La matière volatile en suspension. |
| $Q_{\text{moy},j}$ | Débit moyen Journalier. |
| $Q_{\text{moy},h}$ | Débit moyen Horaire. |
| Q_d | Débit diurne. |
| $Q_{\text{pte},s}$ | Débit de pointe de temps sec. |
| $Q_{\text{pte},p}$ | Débit de pointe de temps de pluie. |
| C_v | La charge volumique. |
| C_m | La charge massique. |
| L_0 | La charge polluante à l'entrée du bassin d'aération. |
| L_f | La charge polluante à la sortie du bassin d'aération. |
| DXp | Les boues primaires. |
| DXs | Les boues secondaires. |
| DXt | Les boues totale. |
| F_g | la quantité des matières sèches des boues fraîches. |
| F_0 | La matière organique dans la boue fraîche. |
| Q_v | Le débit véhiculé. |
| r_Q | Rapport des débits. |
| r_H | Rapport des Hauteurs. |
| D_e | Diamètre de l'entrée à la diversoire. |
| D_s | Diamètre de sortie du diversoire. |
| λ | Coefficient de perte de charge. |
| ANRH | Agence National des Ressources Hydriques. |
| APC | Assemblement Populaire Communal. |

Introduction Générale

L'Algérie est un pays riche en ressources naturelles telles que les ressources fossiles et les minerais de phosphates et de fer. Cependant, elle accuse un important déficit en ressources hydriques.

En effet, avec l'expansion des villes, l'industrialisation et l'évolution des modes de consommation, en sus, d'un climat de plus en plus aride que connaît le pays, les eaux potables s'épuisent plus rapidement, augmentant le volume des eaux usées collectées de plus de 35 Hm³ chaque année pour atteindre environ 689 Hm³ en 2010^[1]. Le pourcentage des eaux usées épurées est relativement faible et ces eaux sont rejetées, le plus souvent, sans traitements et de façon directe en milieu naturel.

Face à la pénurie d'eau, due essentiellement à la baisse régulière du volume des précipitations depuis ces dernières décennies, et dans un souci de préservation des ressources d'eau encore saines et de protection de l'environnement et de la santé publique, l'Algérie adopte alors, un programme riche en matière d'épuration des eaux usées par la mise en service, à l'horizon 2010, de 194 stations d'épuration^[1]. Grâce à des procédés physico-chimiques ou biologiques, ces stations ont pour rôle de concentrer la pollution contenue dans les eaux usées sous forme de résidus appelés boues, valorisable en agriculture et de rejeter une eau épurée répondant à des normes bien précises, qui trouve quant-à-elle, une réutilisation dans l'irrigation, l'industrie et les usages municipaux.

Les procédés d'épuration utilisés en Algérie, dont l'objectif principal est d'éliminer la pollution organique sont à^[1] :

- 54 % procédé à boues activées ;
- 36 % lagunage naturel ;
- 10 % lagunage aéré ;

Notre cas d'étude c'est la ville de YOUB (W.Saida) , elle rejette les eaux usées dans oued de Sefioun sans aucun traitement préalable. L'objectif principal de cette étude est

¹ Source : Rapport : Étude de réutilisation des eaux usées épurées à des fins agricoles ou autres sur tout le territoire national. Établi par la Direction de l'Assainissement et de la Protection de l'Environnement (DAPE)/ Ministère des Ressources en Eau (MRE) : Juillet 2006.

d'épurer les eaux usées de la ville de YOUB et de protéger l'environnement contre la pollution .

Notre travail se présente en trois volets :

Premièrement : c'est la présentation de la zone d'étude.

Deuxièmement : Une recherche bibliographique portant sur la pollution des eaux et la techniques d'épuration par boues activées en mettant en évidence leur efficacité.

Troisièmement : le dimensionnement de la station d'épuration pour deux horizons 2030 et 2040 en se basant sur les analyses effectuées par la DRE sur les eaux usées de la ville.

I.1.Introduction :

L'épuration des eaux usées d'une agglomération, a pour objet le traitement et l'élimination des polluants d'origines et natures diverses ; afin d'assurer leur rejet dans les exutoires naturels sous des modes compatibles avec les exigences de la santé publique et de l'environnement.

Les cours d'eau ont une capacité naturelle d'épuration. Mais cette capacité a pour effet de consommer de l'oxygène et n'est donc pas sans conséquences sur la faune et la flore aquatiques. Lorsque l'importance d'un rejet excède la capacité d'autoépuration de ces cours d'eau, la détérioration de l'environnement peut être durable. C'est pourquoi, il est indispensable d'épurer les eaux usées avant de les rejeter en milieu naturel

Donc avant tout projet d'implantation d'une station d'épuration, une étude du site est indispensable afin de connaître ces différentes caractéristiques, ainsi que les facteurs qui auront une influence directe ou indirecte sur la conception du projet, notamment les critères de sélection du site d'implantation de la station.

Les études préliminaires à réaliser sont :

- ✓ Etude géographique ;
- ✓ Développement de l'agglomération;
- ✓ Etude climatique ;
- ✓ Etude Topographique ;
- ✓ Etude sismique ;
- ✓ Etude géologique ;
- ✓ Etude démographique

I.2. Situation géographique du site :

La commune de **YOUB** dépendait administrativement de la wilaya de **SAIDA**, située à l'ouest de sa wilaya qui s'étend sur une superficie de **429.65 km²**. Elle est délimitée par :

- Au Nord commune de HOUNET et SIDI BOUBKEUR.
- Au Sud-Est commune de AIN EL HDJAR.
- A l'Est commune de DOUI THABET.
- A l'Ouest par la commune d'Oued Sefioune (Wilaya de Sidi Bel Abbès).

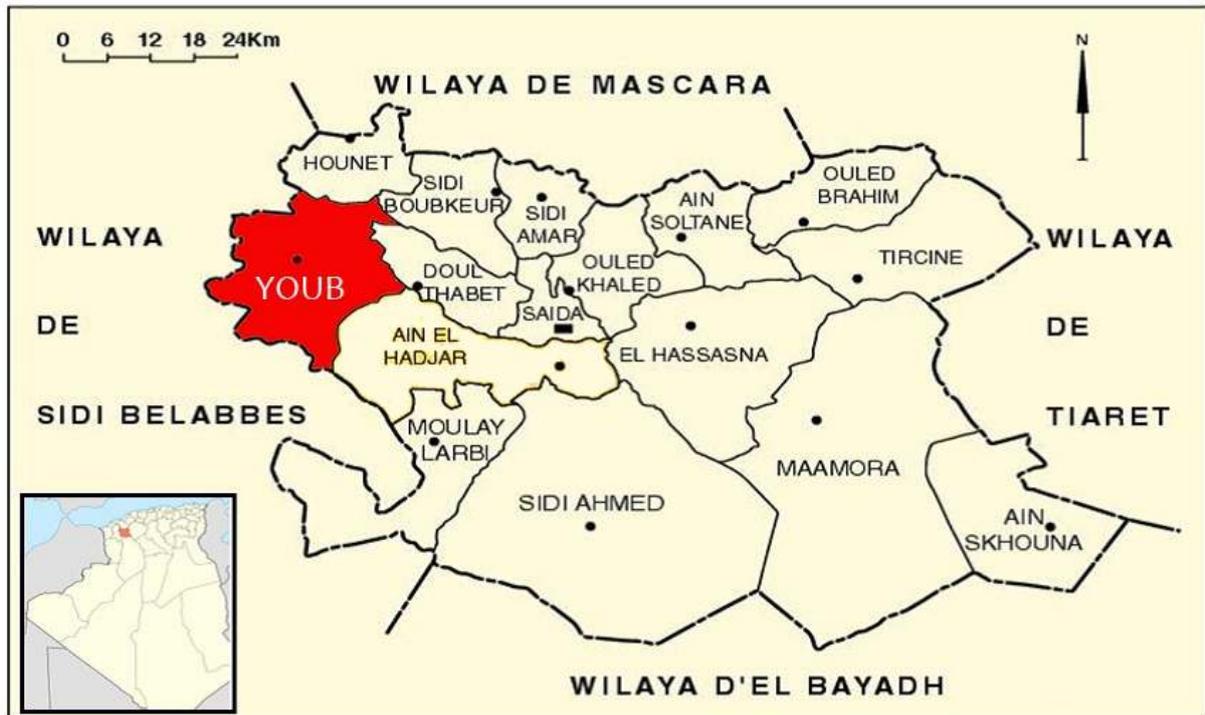


Figure I.1 : Plan de situation de la wilaya de Saida

I.3. Développement de l'agglomération :

✓ Situation Agricole :

La ville de **YOUB** est à grande vocation agricole, malgré le passage de oued Sefioune, les terres agricoles irriguées ne sont pas importantes. Les types de cultures rencontrés dans la région sont les maraîchages et les céréales.

✓ Inventaire des industries existantes et projetées :

YOUB n'est pas une commune à vocation industrielle les activités existantes sont considérées non polluantes. Les stations de services et les ateliers mécaniques sont les seules activités de type industriel méritant d'être citées

Les huiles et les graisses seront prises en considération dans la conception (déshuileur)

I.4.Situation climatique :

I.4.1.le climat :

Le climat de **YOUB** est de type semi-aride, sec et chaud en été et froid en hiver.

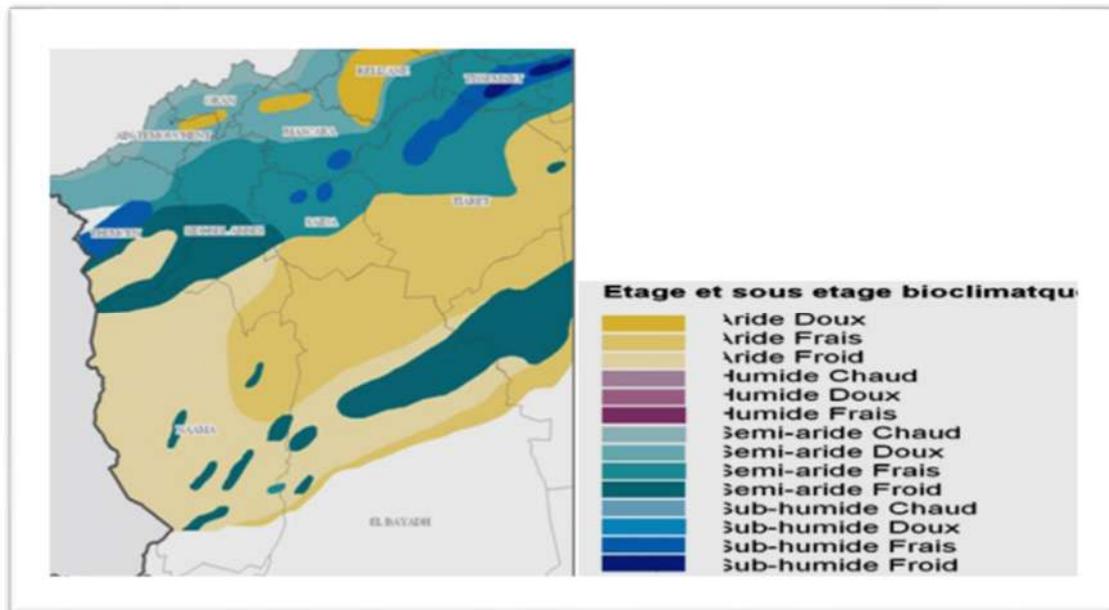


Figure I.2 : Les etages et sous etages bioclimatique de l’Oranie

I.4.2.Température :

Les valeurs des températures moyennes sont représentées dans le tableau suivant

Les températures sont irrégulières et variables avec minima relatifs mensuels en hiver, et l'absolu, en janvier et février avec des valeurs avoisinant 9°C. Le maximum étant situé en juillet avec une température de 26.9 °C sensiblement élevée, comme c’est le cas de l’ensemble de l’Ouest du pays.

Tableau I.1 : les valeurs mensuelles moyennes de la température (année 2009) :

| Mois | S | O | N | D | J | F | M | A | M | J | J | A |
|-----------|------|------|------|-----|-----|-----|------|------|----|------|------|------|
| Tmoy (°c) | 22,3 | 17,3 | 12,6 | 9,1 | 8,5 | 9,6 | 13,2 | 17,4 | 22 | 26,9 | 26,8 | 16,4 |

Source : ANRH

I.4.3.Précipitation :

Les valeurs des précipitations mensuelles moyennes sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau I.2 : distribution des précipitations mensuelles moyennes (Source ARNH)

| Mois | S | O | N | D | J | F | M | A | M | J | J | A |
|---------------|----|------|------|----|------|----|----|----|----|------|---|----|
| pluie (mm) | 23 | 39,5 | 39,4 | 38 | 37,6 | 35 | 40 | 33 | 27 | 10,8 | 5 | 10 |
| 1980-2009 | | | | | | | | | | | | |

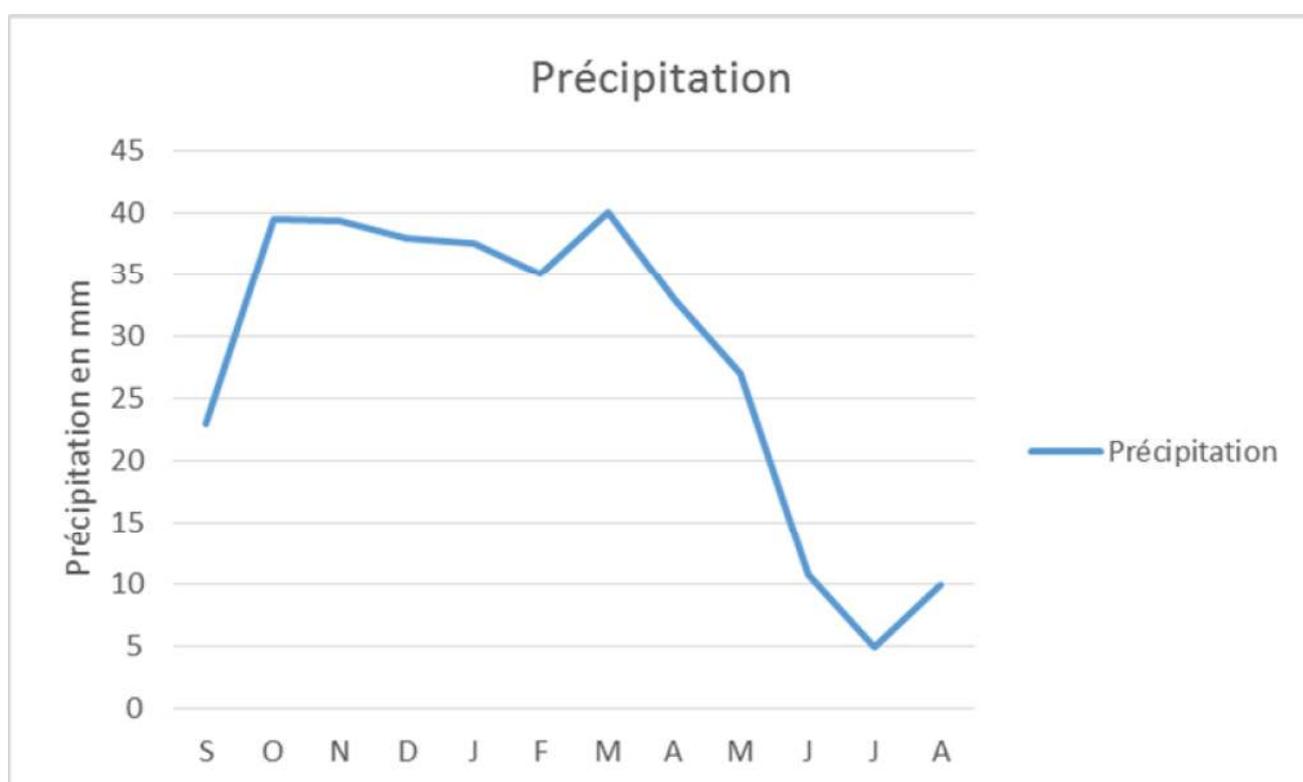


Figure I.3 : La répartition mensuelle des précipitations

D'après le tableau et la figure on remarque que les mois pluvieux sont de Janvier à Mai ; et les mois secs sont : juin, juillet et Aout.

I.4.4.Vents :

Les valeurs concernant la vitesse et les différentes caractéristiques du vent de la région sont représentées dans les tableaux suivant :

Tableau I.3 : les valeurs mensuelles moyennes des vitesses du vent

| Mois | Jn | Fev | M | Av | Mai | Jn | Jt | At | Sep | Oct | Nov | Dec |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Moy M/s | 2,9 | 2,8 | 2,8 | 3,0 | 2,9 | 2,8 | 2,7 | 2,7 | 2,4 | 2,3 | 2,5 | 2,7 |

Tableau I.4 : La frequence des vents soufflant sur la region de YOUB

| Direction | N | N/E | E | S/E | S | S/O | O | N/O |
|-----------|----|-----|---|-----|----|-----|----|-----|
| % | 20 | 2 | 5 | 2 | 17 | 3 | 13 | 4 |

Tableau I.5 : Direction et caracteristiques des masses d'air.

| Masses d'air | Direction | Période | T° moy | caractéristiques |
|--------------|------------|------------------|--------|------------------|
| Vents | Nord-ouest | automne-hivers | 9°c | Averses |
| Vents | Sud-ouest | printemps-étés | 20°c | Sirocco |
| Vents | O-N-ouest | printemps | 18°c | Averses |
| Vents | N/E-N/O | hivers-printemps | 13°c | Pluies |

Source : ANRH

I.4.5.Humidité relative :

L'humidite annuelle moyenne a Saida est de **57,8%** avec decembre comme le mois le plus humide et aout comme le mois le plus sec avec une humidite de seulement **39 %**, le Tableau ci-dessous représente la repartition mensuelle de l'humidite de l'air dans la region d'etude.

Tableau I.4 : la distribution mensuelle moyenne de l'humidité (source ANRH)

| Mois | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
|--------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Hr (%) | 69 | 68 | 64 | 61 | 59 | 48 | 39 | 41 | 51 | 60 | 65 | 70 |

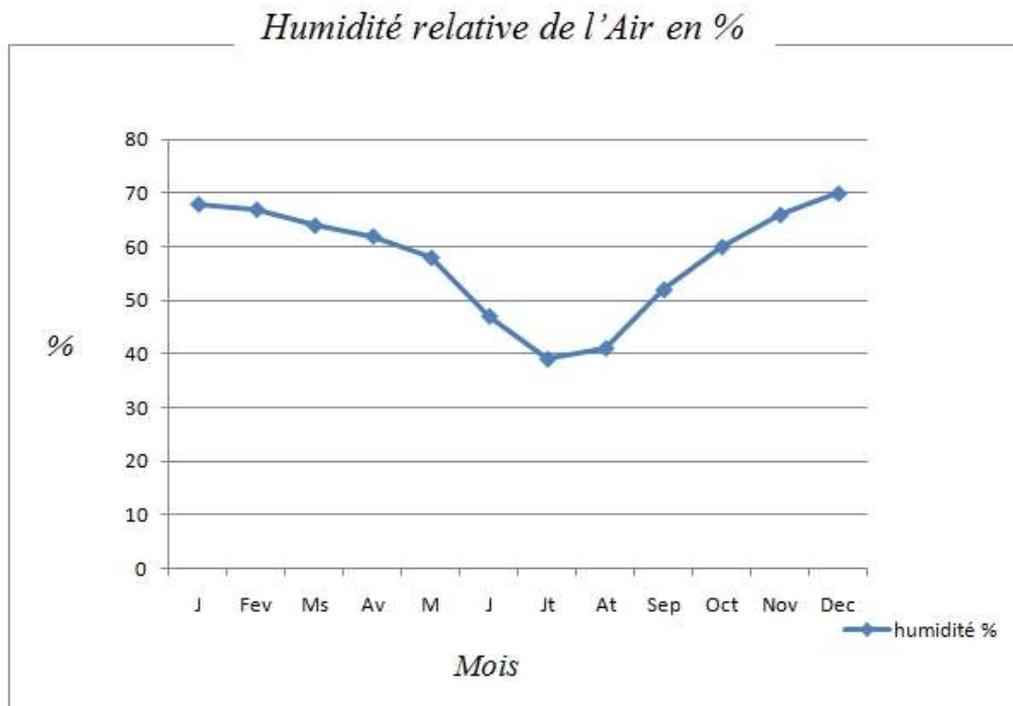


Figure I.4 : Humidité relative de l'air en %

I.5.Topographie et relief :

D'une manière générale, la topographie générale de la wilaya est relativement plane car les classes de pentes inférieures à 10 % occupent environ 84 % de la superficie totale de la wilaya (**Figure I.5**). Le reste soit 16 % du territoire de la wilaya 104520 ha ont une déclivité bien marquée avec néanmoins une classe intermédiaire 10-25 % relativement importante.

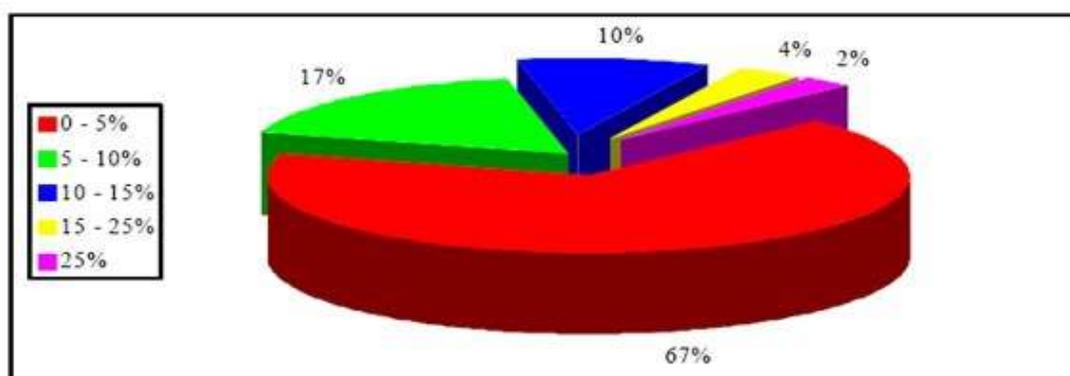


Figure I.5 : Classes de pente de la wilaya de Saida.

Morphologiquement le paysage ne présente pas de très hauts sommets L'altitude varie de 500 à 600 m dans les plaines et augmente progressivement vers le sud ; les plus hauts sommets atteignent 1054 m au Djebel Bou Tétas et 1008 m au Djebel Slétine.

I.6. sismicité de la région :

La ville de YOUB est située dans une zone où les activités sismiques sont très faible. Le site de travail est classé en **zone I**

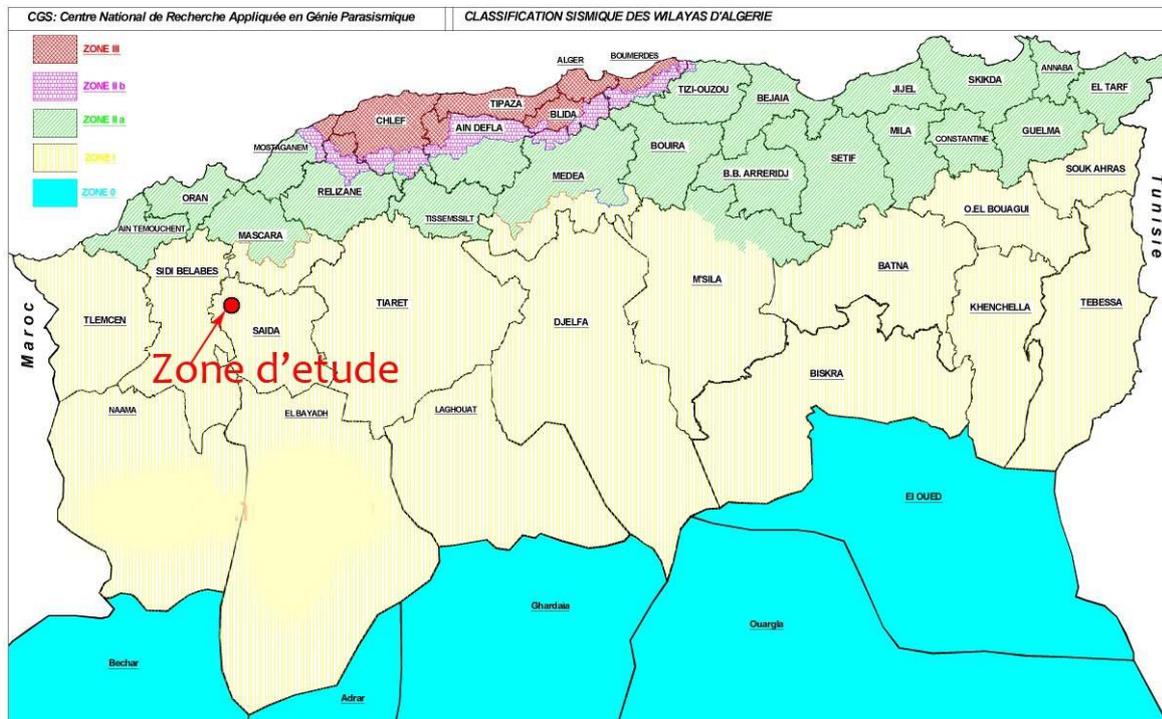


Figure I.6 : carte de zonage sismique du territoire national

D'après la figure ci-dessus on remarque que notre zone d'étude se situe dans la **zone I** donc il n'y a pas de prescription parasismique particulière pour les bâtiments et les ouvrages de la station d'épuration

I.7. La géologie :

YOUB se trouve sur un plateau aux formations de grès de Berthelot. Oued Sefioune est affleuré principalement par des conglomérats des hauts plateaux

Le pliocène est composé d'un conglomérat grossier ferrugineux plus au moins épais, à ciment calcaire ou dolomitique.

Des formations gréseuses sont entre posées de marnes imperméables, des marnes calcaires de calcaire qui affleurent quelque endroit.

I.8. Situation démographique :

D'après le dernier recensement effectué par l'A.P.C de YOUB , il a fourni le chiffre de **17355 hab** habitants, pour l'année 2008.

Pour le calcul de la population pour l'horizon visé, on utilise la formule du taux d'accroissement exponentiel

$$P_n = P_o (1+T)^n$$

P_n : population future

P_o : population de l'année de référence (2008).

n : nombre d'années.

T : taux d'accroissement = 2%

Tableau I.5 : population future du centre urbain

| Horizon | 2008 | 2030 | 2040 |
|--------------------|-------|-------|-------|
| Nombre d'habitants | 17355 | 26800 | 32669 |

Cette évolution est matérialisée par l'histogramme suivant : On constate une évolution positive de la population.

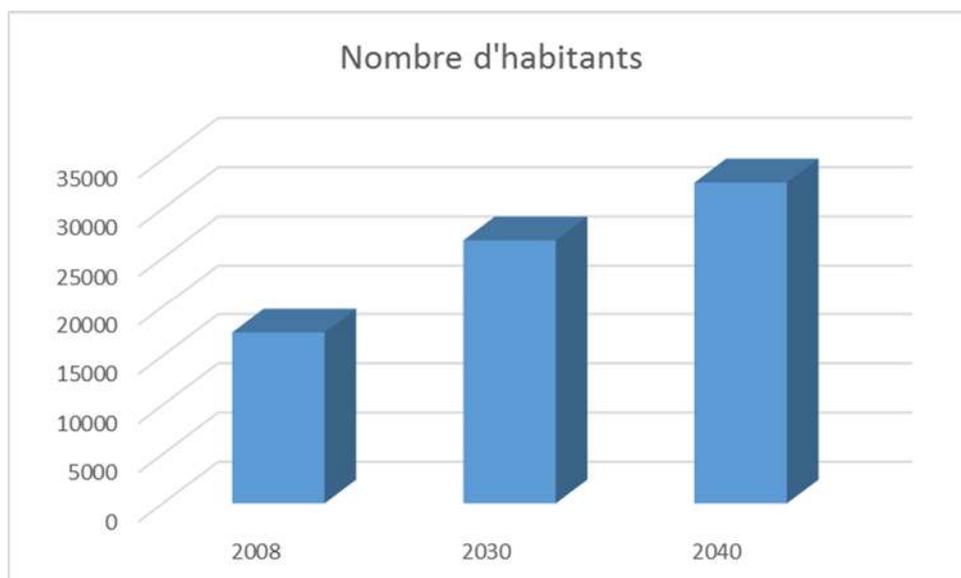


Figure I.7 : L'histogramme de croissance de la population de Youb

I.9.Situation hydraulique :

I.9.1.Alimentation en eau potable :

➤ **Ressources et stockages :**

cette partie a pour objet, l'étude des ressources en eau souterraines, en effet le ville de YOUB est alimentée à partir d'un champ captant, et L'ensemble des forages produit actuellement un débit de **54,5l/s**.

Le centre de **YOUB** est doté actuellement d'un **(01)** réservoir de **1000 m³** et trois **(03)** châteaux d'eau de **200 - 100** et **50m³**. [Source APC de **YOUB**]

Dotation hydrique : **150 m³/j**.

I.9.2.Le réseau d'assainissement :

- Les effluents Le centre de Youb est doté d'un réseau d'assainissement de type unitaire reparti en deux collecteurs principaux :
 - Un collecteur de diamètre **1000 mm** qui assainit le centre de Youb « voir figures I. (08 et 09) ».
 - Un collecteur en diamètre **600 mm** qui assainit la citée **ADDA YAHIA**. « voir figures I. (10 et 11) ».
- Ces deux collecteurs assurent l'écoulement gravitaire vers la station
- Le taux de raccordement est de 95%.



figures I. (08 et 09) : Rejet centre de YOUB \varnothing 1000mm



figures I (10 et 11) : Rejet de la cité ADDA YAHIA \varnothing 600mm

I.10.Conclusion :

Il ressort de cette étude que la ville de **YOUB** est caractérisée par un climat semi-aride. Le relief a une faible pentes.

Le réseau d'AEP contient plusieurs réservoirs et le réseau d'assainissement est unitaire et en bon état, et achemine les eaux usées (eaux domestiques et équipements) de notre zone d'étude vers le cour d'eau dénommé « Oued Sefiouné ».

Afin d'éviter la pollution et la dégradation de l'environnement et de préserver (l'agriculture) de cette région, la prévention de toutes les maladies à transmission hydrique ainsi que la diminution de pollution des effluents et la réutilisation des eaux rejetées, il est indispensable de projeter un système d'épuration.

II.1. Introduction :

Avant de procéder à l'épuration et le traitement des eaux usées et de choisir le procédé d'épuration qui convient le mieux pour cette eau, il faut d'abord connaître la nature et les caractéristiques de ces eaux et les différents types de pollution qu'elle contient.

II.2.Origine des eaux usées :

Suivant l'origine des eaux polluantes ; on peut distinguer :

II. 2.1. Les eaux usées domestiques :

Elles proviennent des habitations, et sont généralement véhiculées par le réseau d'assainissement jusqu'à la station d'épuration.

Ces eaux se caractérisent par leurs forte teneur en matières organiques, en sels minéraux (azote, phosphore), en détergents et en germes fécaux.

Les eaux usées domestiques peuvent provenir de trois origines possibles :

II.2.1.1. Eaux de cuisine :

Ce sont les eaux correspondantes à la préparation des aliments, aux vaisselles. Elles sont riches en matières grasses plus ou moins émulsionnées par les détergents.

II.2.1.2. Eaux de buanderie :

Ce sont les eaux de lavage des locaux, elles contiennent des détergents, des savons plus ou moins émulsionnés avec des graisses.

II.2.1.3. Eaux de vannes :

Ces eaux très riches en matières hydrocarbonées, en azote et en phosphore, représentent un substrat adapté aux procédés du traitement biologique, mais elles peuvent contenir des éléments pathogènes (bactéries, virus, et parasites divers).

II.2.2. Les eaux usées industrielles :

Provenant des usines, elles sont caractérisées par une grande diversité, suivant l'utilisation de l'eau. Tous les produits ou sous-produits de l'activité industrielle se retrouvent concentrés dans l'eau :

- Matières organiques et graisses (industrie agroalimentaire, équarrissage, ...) ;
- Sels métalliques (traitement de surface, métallurgie) ;
- Acides, bases, produits chimiques divers (industrie chimique, tannerie ...) ;
- Eau chaude (circuit de refroidissement des centrales thermiques) ;
- Matières radioactives (centrales nucléaires, traitement des déchets radioactifs).

II.2.3. Les effluents agricoles :

Les effluents agricoles renferment diverses substances, d'origine agricole ou animale. Il s'agit de solutions d'engrais lessivés par les sols fortement fertilisés, des produits phytosanitaires (pesticides) et des déjections animales (purins et lisier de bétail).

II.2.4. Les eaux de ruissellement :

Ce sont essentiellement les eaux de pluie et de lavage des chaussées. Les eaux de pluie sont caractérisées par un débit fortement variable, présentant des valeurs moyennes à fortes variations saisonnières à l'intérieur desquelles la répartition des débits est aléatoire.

La pollution entraînée est maximale en début de précipitation. Elle correspond au lavage des toits et chaussées. Elle décroît ensuite fortement en cas de pluie persistante.

Les polluants sont en majorité des matières en suspension d'origine minérale, mais aussi des hydrocarbures provenant de la circulation automobile. On y trouve aussi des polluants de l'atmosphère (poussière, oxyde d'azote NOx, oxyde de soufre SOx, du plomb, etc.).

II.3. La pollution des eaux :

L'eau est le réceptacle de rejets d'habitations, de collectivités et d'industries. Il est donc inévitable qu'il y ait des souillées. Celles-ci s'infiltrent dans le sol où elles peuvent polluer les eaux souterraines ; ou bien s'écoulent sur le sol ou dans les égouts et sont évacuées soit dans le cours d'eau, soit directement dans la mer. Il est à considérer, de façon générale, que la pollution des eaux est une conséquence de l'homme mis à part les phénomènes naturels.

II.3.1 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.3.1.1. La pollution chimique :

La pollution chimique de l'eau devient de nos jours une préoccupation de la santé publique, qui prend des formes multiples. Certaines formes de pollution chimique échappent souvent aux méthodes ordinaires de traitement de l'eau et posent par conséquent des problèmes complexes de pollution, tant au niveau des eaux de surfaces, qu'au niveau des nappes souterraines. La pollution chimique de l'eau est due essentiellement aux déversements des polluants organiques et des sels, des métaux lourds par les unités industrielles. Le plus souvent, ces industries rejettent vers le milieu naturel plusieurs catégories de polluants, dont les plus menaçants sont les métaux lourds.

L'enrichissement des sols pour intensifier l'agriculture, par diverses catégories d'engrais et de pesticides, est également à l'origine de la pollution chimique des nappes souterraines.

Les polluants chimiques sont classés à l'heure actuelle en cinq catégories :

- Les substances chimiques dites « indésirables » ;
- Les pesticides et produits apparents ;
- Les substances toxiques ;
- Les détergents et les colorants.

II.3.1.2 La pollution organique :

Elle est engendrée par le développement des eaux usées domestiques ou des eaux résiduelles provenant des industries textiles, papeteries, industrie de bois, de raffineries et d'abattoirs. Ces matières organiques qui se présentent aussi bien en suspension (particules solides) qu'en solution dans l'eau sont appelées à devenir des polluants lorsqu'elles sont déversées en quantités massives ou de façon répétée dans les espaces limités.

Les matières organiques peuvent être biodégradables c'est-à-dire susceptibles d'être détruites par autoépuration grâce aux micro-organismes présents dans l'eau qui se nourrissent de cette pollution, mais entraînent en contre partie une consommation importante d'oxygène dissous. D'autres matières peuvent être non biodégradables.

II.3.1.3. La pollution radioactive :

La radioactivité libérée dans l'eau peut provenir d'une radioactivité naturelle (certaines eaux d'origine profonde), ou d'une contamination liée à des retombées atmosphériques (explosion nucléaire), des champs de rayonnements d'origine industrielle ou enfin des contaminations accidentelles de l'eau à partir des rejets des installations des centrales nucléaires.

II.3.1.4. La pollution thermique :

Ce type de pollution est causée 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 dans l'eau et peut avoir des actions néfastes sur la faune.

II.3.1.5. La pollution microbienne :

C'est une pollution d'origine humaine ou animale ; elle est engendrée par les rejets urbains. Elle est dangereuse surtout s'il y'a dans l'eau des micro-organismes pathogènes (E-coli, streptocoque fécaux...) qui peuvent être à l'origine des maladies infectieuses. Les germes pathogènes susceptibles d'être présents dans les eaux usées sont donnés dans le tableau suivant :

TableauII.1 : germes pathogènes rencontrés dans les eaux usées [1]

| Germes | Organismes | Maladies |
|--|-----------------|--|
| Les bactéries pathogènes | Salmonelles | Typhoïde |
| | Shigelles | Dysenterie |
| Entérobactéries | Colibaciles | Tuberculose |
| | Leptospires | |
| | Mycobactéries | |
| Vibrions | Vibrio coma | Choléra |
| Les virus | Entérovirus | Poliomyélite, méningite Affections respiratoires Diarrés |
| | Réovirus | |
| | Adénovirus | |
| Les parasites Les champignons | Rotavirus | Lésions viscérales Eczémas, maladies de la peau |
| | Taenia, ascaris | |

II.3.1.6. La pollution agricole :

Elle est causée principalement par l'utilisation irrationnelle des engrais chimiques et de pesticides.

II.3.1.7. La pollution par les hydrocarbures :

Les hydrocarbures sont divisés en deux groupes de substances :

- Les composés organiques volatiles (C.O.V) sont représentés surtout par les alcènes, le benzène, le toluène. Ce sont des produits qui peuvent être déversés accidentellement dans le milieu naturel (par exemple par les fissures des réservoirs de stockage, enfouis en sous sol) .

- Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (H.A.P.), les hydrocarbures responsables de la pollution des eaux peuvent provenir de nombreuses sources : Les effluents éliminés par l'industrie pétrolière, pétrochimie, les ateliers de sidérurgie, les usines à gaz, les citernes, les réservoirs et les navires pétrolières.

II.3.2. Les paramètres de pollution :

II.3.2.1. Les paramètres physiques :

II.3.2.1.1. La température :

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

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

II.3.2.1.2. L'odeur :

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

II.3.2.1.3. La couleur :

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

II.3.2.1.4. Les matières en suspension (M.E.S) :

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

- 60 à 80 g dont environ 70% de matières volatiles (réseau séparatif) .
- 70 à 90 g dont environ 65%de matières volatiles sèches (réseau unitaire). [1]

II.3.2.1.5. Matières minérales :

On obtient la quantité des matières minérales par la soustraction des matières volatiles des matières en suspension. Elles représente le résidu de la calcination et correspondent à la présence des sels, silice, poussière...[1]

II.3.2.1.6. Matières décantables et non décantables :

On appelle matières décantables les matières qui sont capables de se décanter au bout de deux heures, au-delà ce sont des matières non décantables ; ces dernières restent dans le surnageant et vont être dirigées vers le traitement biologique. [1]

II.3.2.2. Les paramètres chimiques :

II.3.2.2.1. Le PH :

La valeur du PH est très importante dans les procédés biologiques, le PH d'une eau représente son acidité ou son alcalinité dont le facteur le plus important est habituellement la concentration en anhydrique de carbone lié à la minéralisation totale.

Le PH des eaux usées urbaines seules est généralement près de la neutralité, entre 7 à 7,5 environ. Un PH différent est l'indice d'une pollution industrielle.

L'épuration biologique est possible pour un PH compris entre 6,5 et 8 ; au-delà de ces valeurs, l'activité biologique décroît rapidement.

II.3.2.2.2. l'oxygène dissous :

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

II.3.2.2.3. La demande biochimique en oxygène (DBO5) :

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

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

II.3.2.2.4. La demande chimique en oxygène (DCO) :

La DCO représente la quantité d'oxygène nécessaire pour la dégradation chimiquement de toute matière contenue dans les eaux qu'elle soit biodégradable ou non.

L'oxydation est rendue maximale en utilisant un oxydant qui est très fort, c'est le $K_2Cr_2O_7$ et en présence d'un catalyseur ($AgSO_4$). Ce test est particulièrement important pour apprécier le fonctionnement d'une station d'épuration. Il permet l'oxydation de 95% environ des matières organiques.

➤ La notion de biodégradabilité :

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

La biodégradabilité est exprimée par le rapport : DCO / DBO

Ce rapport est proche de 1,5 pour les eaux de vanne ; toute élévation de ce rapport indique qu'il y a présence d'une pollution industrielle.

Ce rapport renseigne aussi sur le mode de traitement à suivre comme s'est indiqué dans le tableau suivant :

Tableau II.2 : le mode de traitement en fonction du rapport (DCO/DBO) [2]

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

II.3.2.2.5. Les nutriments :

➤ **Le phosphore :**

Le phosphore se trouve dans l'eau sous deux formes :

- la forme minérale : orthophosphate, polyphosphate)
- la forme organique : dissoute et particulaire

L'origine du phosphore peut être urbaine, industrielle ou agricole. Les apports les plus importants sont ceux de la population ;

➤ **L'azote :**

Il peut être d'origine :

- anthropique : rejets urbains et industriels.
- Naturelle : atmosphérique

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

II.3.2.3. paramètres microbiologiques :

Les eaux usées contiennent aussi des contaminants microbiologiques (bactéries, virus pathogènes et parasites).

Le rejet des eaux usées des milieux de baignade ou de zones d'élevage de coquillage fait courir un risque pour la santé publique.

L'eau est un milieu privilégié de la transmission de maladies hydrique qui se fait par une simple injection d'eau infectée et qui peut se propager très rapidement dans les pays qui ne disposent pas de bonnes conditions d'hygiène.

II.4. Les normes de rejet :

Conformément aux recommandations de l'organisation mondiale de la santé (O.M.S), les normes de rejets des eaux usées en Algérie sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau II.3: normes de rejets de l'O.M.S., appliqué en Algérie [a]

| N° | Paramètres | Unité | Valeurs Limites | Tolérances aux valeurs limites Anciennes Installations |
|----|------------------------------------|-------|-----------------|--|
| 1 | Température | °C | 30 | 30 |
| 2 | PH | - | 6,5 - 8,5 | 6,5 - 8,5 |
| 3 | MES | mg/l | 35 | 40 |
| 4 | Azote Kjeldahl | " | 30 | 40 |
| 5 | Phosphore total | " | 10 | 15 |
| 6 | DCO | " | 120 | 130 |
| 7 | DBO5 | " | 35 | 40 |
| 8 | Aluminium | " | 3 | 5 |
| 9 | Substances toxiques bioaccumulable | " | 0,005 | 0,01 |
| 10 | Cyanures | " | 0,1 | 0,15 |
| 11 | Fluor et composés | " | 15 | 20 |
| 12 | Indice de phénols | " | 0,3 | 0,5 |
| 13 | Hydrocarbures totaux | " | 10 | 15 |
| 14 | Huiles et Graisses | " | 20 | 30 |
| 15 | Cadmium | " | 0,2 | 0,25 |
| 16 | Cuivre total | " | 0,5 | 1 |
| 17 | Mercure total | " | 0,01 | 0,05 |
| 18 | Plomb total | " | 0,5 | 0,75 |
| 19 | Chrome Total | " | 0,5 | 0,75 |
| 20 | Etain total | " | 2 | 2,5 |
| 21 | Manganèse | " | 1 | 1,5 |
| 22 | Nickel total | " | 0,5 | 0,75 |
| 23 | Zinc total | " | 3 | 5 |
| 24 | Fer | " | 3 | 5 |

II.5. Analyses des eaux usées :

II.5.1. Introduction :

L'analyse des eaux usées est une phase très importante pour la conception d'une station d'épuration, elle caractérise les paramètres de pollution de l'eau usée tel que :

La DBO, DCO, MES, PH ... etc. qui vont ensuite exprimer la charge polluante.

La mesure du flux polluant fait intervenir une suite de démarches nécessitant une méthode et un matériel approprié.

- Mesure des débits.
- Mesure de la température, PH.
- Prélèvement des échantillons.
- Conservation des échantillons.
- Analyses des échantillons.

On peut avoir certaines analyses qui se font in situ comme c'est le cas pour la température et le PH.

II.5.2. Prélèvement et échantillonnage :

Le prélèvement des échantillons et sa conservation conditionnent les résultats des analyses et l'interprétation qui en sera donnée.

L'échantillon prélevé doit être homogène et représentatif de l'effluent, il convient donc que la qualité prélevée soit proportionnelle au débit d'eau usée.

Par ailleurs, l'échantillon prélevé doit être conservé dans de bonnes conditions, à défaut ses caractéristiques subiront une transformation entre le moment du prélèvement et celui de l'analyse, ce qui fausse les résultats d'analyse.

Les prélèvements ont été effectués au niveau du rejet de la ville de YOUB.

La période des prélèvements a été choisie compte tenu des heures de pointes de pollution.

II.5.3. Paramètres des analyses :

Les paramètres analysés sont les suivants :

- Demande biochimique en oxygène (DBO₅)
- Demande chimique en oxygène (DCO)
- Matières en suspension (MES) à 105 C°
- Matières en suspension (MES) à 525 C°
- PH

Tableau II.4: Résultat de l'Analyse des eaux usées au niveau du rejet N1 de la ville YOUB (W.Saida) (source DRE.Saida / année 2009)

| Paramètres | Unité | Valeurs maximales | Valeurs minimales | Valeurs moyennes |
|--------------------------|--------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Température | C° | 23,3 | 21,1 | 22,2 |
| PH | uPH | 6,21 | 6,06 | 6,13 |
| MES | Mg/l | 731,4 | 351,9 | 541,65 |
| Matière Minérales | Mg/l | 317 | 149,2 | 233,1 |
| MVS | Mg/l | 414,4 | 202,7 | 308,55 |
| Azote total | Mg/l | 69,6 | 47,2 | 58,4 |
| Phosphore total | Mg/l | 18,51 | 9,78 | 14,14 |
| Ammonium | Mg/l | 62,5 | 39,9 | 51,2 |
| DCO | Mg/l | 351,5 | 219,36 | 285,45 |
| DBO5 | Mg/l | 207 | 115 | 161 |

Tableau II.5: Résultat de l'Analyse des eaux usées au niveau du rejet N2 de la ville YOUB (W.Saida) (source DRE.Saida / année 2009)

| Paramètres | Unité | Valeurs maximales | Valeurs minimales | Valeurs moyennes |
|--------------------------|--------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Température | C° | 24,4 | 20,2 | 22,3 |
| PH | uPH | 6,38 | 6,17 | 6,27 |
| MES | Mg/l | 1275 | 419,6 | 847,3 |
| Matière minérales | Mg/l | 568,2 | 178,4 | 373,3 |
| MVS | Mg/l | 706,8 | 241,2 | 474 |
| Azote total | Mg/l | 92,1 | 43,5 | 67,8 |
| Phosphore total | Mg/l | 14,51 | 9,21 | 11,86 |
| Ammonium | Mg/l | 84,6 | 35,7 | 60,15 |
| DCO | Mg/l | 333 | 233,5 | 283,25 |
| DBO5 | Mg/l | 196,2 | 135 | 165,6 |

Remarque :

- Les résultats représentés dans le tableau ci-dessus sont les moyennes des différents échantillons pris dans différentes heures de la journée.

Tableau II.6: les valeurs moyennes des analyses de la ville YOUB (W.Saida) (source DRE Saida / année 2009)

| Paramètres | Unité | R1 | R2 | Valeurs moyennes |
|-----------------|-------|--------|--------|------------------|
| Température | C° | 22,2 | 22,3 | 22,25 |
| PH | uPH | 6,135 | 6,275 | 6,205 |
| MES à 105°C | Mg/l | 541,65 | 847,3 | 694,47 |
| MES à 525°C | Mg/l | 233,1 | 373,3 | 303,2 |
| MVS | Mg/l | 308,55 | 474 | 391,27 |
| Azote total | Mg/l | 58,4 | 67,8 | 63,1 |
| Phosphore total | Mg/l | 14,145 | 11,86 | 13 |
| Ammonium | Mg/l | 51,2 | 60,15 | 55,67 |
| DCO | Mg/l | 285,43 | 283,25 | 284,34 |
| DBO5 | Mg/l | 161 | 165,6 | 163,3 |

II.5.4. Interprétation des résultats d'analyses obtenus :

II.5.4.1. PH :

La valeur moyenne de PH est de l'ordre de 6,21. Cette valeur se situe bien dans la fourchette (6 - 8,5) admise par les normes de rejet d'une eau usée urbaine.

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

II.5.4.2. Matières en suspension (MES):

Il est d'usage en traitement des eaux d'appeler «Matières en suspension», des impuretés séparables par filtration ou centrifugation.

Les matières en suspension se composent des matières organiques et des matières minérales.

Les valeurs moyennes de MES à 105°C et à 525°C obtenues sont respectivement **694,47** et **303.2** mg/l.

Ces valeurs ne peuvent être négligées et nécessitent impérativement un traitement approprié (décantation), ce qui confirme que le rejet analysé est très chargé en matières en suspension et en plus La présence de sable dans le collecteur.

II.5.4.3. Demande biochimique en oxygène (DBO₅):

La demande biochimique en oxygène (DBO) correspond à la quantité d'oxygène nécessaire pour décomposer (par oxydation, et avec l'intervention de micro- organismes), les matières organiques seulement biodégradables contenues dans une eau usée.

La valeur moyenne de DBO₅ analysée est de 163,3 mg/l, nous pouvons dire que nous sommes en présence d'une eau usée urbaine normalement chargée en matières organiques biodégradables. La DBO₅ d'une eau usée à une valeur inférieure à celle de la DCO correspondante.

II.5.4.4 Demande chimique en oxygène (DCO) :

La demande chimique en oxygène (DCO) représentent la quantité d'oxygène nécessaire pour obtenir une bonne oxydation des matières organiques et minérales présentes dans l'eau. la valeur moyenne de la DCO mesurée est de l'ordre de 284,34mg/l. Cette valeur reflète celle d'une eau usée urbaine, qui est généralement inférieure à 750 mg/l.

II.5.4.5 Biodégradabilité et nature du rejet :

Les effluents biodégradables sont caractérisés par les paramètres suivants :

→ $\text{DCO} / \text{DBO}_5 < 2.5$

→ $\text{DCO} < 750 \text{ mg/l}$

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

Tableau II.7 : Biodégradabilité du rejet.

| Paramètre | |
|-------------------------|--------|
| DCO(mg/l) | 284.34 |
| DBO ₅ (mg/l) | 163.3 |
| DCO / DBO ₅ | 1,74 |

La valeur moyenne de DCO/ DBO₅ est de l'ordre de 1,74, cette valeur n'est pas loin du rapport de la biodégradabilité DCO / DBO₅ qui est de l'ordre de 2,5.

Ce rapport montre que les rejets de la ville de YOUB contiennent des matières organiques biodégradables.

Ce constat est confirmé par le fait qu'il n'existe aucune industrie polluante rejetant dans le réseau d'assainissement.

- **Conclusion :**

Dans ce chapitre nous avons citer les différentes origines des eaux usées d'une part et d'une autre leurs paramètres de pollutions.

Dans le chapitre suivant on va entamer le procédé d'épuration par boues activées

III.1.Introduction :

La boue activée est constituée de l'ensemble « floc-eau interstitielle ». Le floc désigne un agglomérat composé de particules (ou débris) diverses (végétales, animales, minérales) et de colonies bactériennes.

III.2.Généralités sur l'épuration par boues activées (cultures libres) :

Le terme « cultures libres » regroupe les procédés où l'on provoque le développement d'une culture bactérienne dispersée sous forme de flocons au sein du liquide à traiter.

Pour cela, on utilise un bassin brassé, pour conserver en suspension la culture, dans lequel est maintenue :

- soit une concentration d'oxygène, pour les procédés aérobies ;
- soit une absence d'oxygène, pour les procédés anaérobies. [12]

Le procédé par « boues activées » est le plus commun des procédés par « cultures libres ».

Une station d'épuration par boues activées est composée essentiellement d'un bassin d'aération, précédé d'un décanteur primaire dont le but est d'éliminer les matières en suspension décantables et sera suivi d'un décanteur secondaire appelé également clarificateur qui assurera la séparation de l'effluent épuré des boues qui seront en partie recyclées dans le bassin d'aération pour son réensemencement et en partie extraites (boues en excès) vers le traitement des boues, cette figure nous montre le principe de fonctionnement d'une station d'épuration par boues activées.

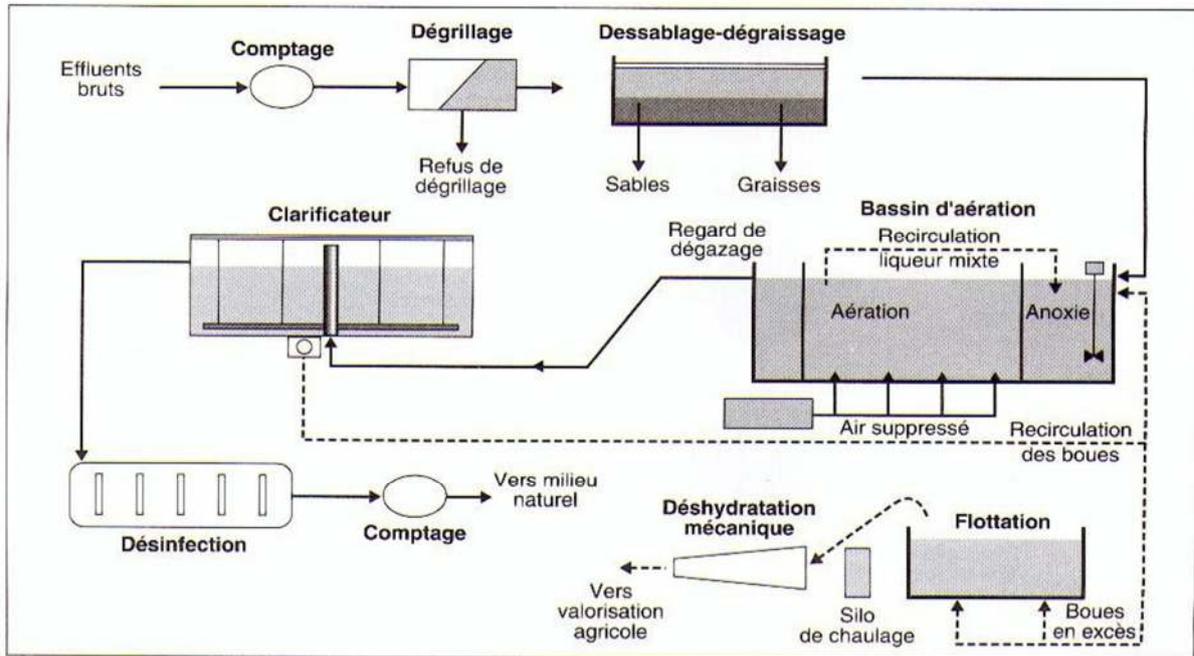


Figure III.1 : Schéma d'un traitement par boues activées

III.3. Composants d'une unité biologique :

L'installation d'une station d'épuration par boues activées comprend successivement

- En amont, les traitements préliminaires (dégrilleur et dessableur) et primaires (décanteur primaire) ;
- Le bassin d'activation (ou bassin d'aération) ;
- Le décanteur secondaire, avec reprise d'une partie des boues ;
- L'évacuation des eaux traitées ;
- Le digesteur des boues en excès provenant des décanteurs primaires et secondaires.

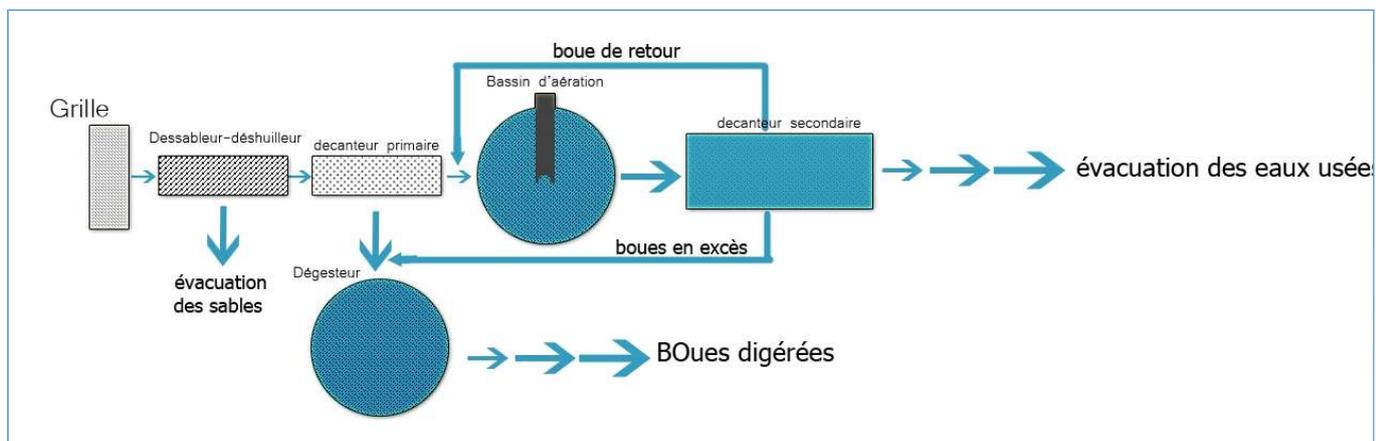


Figure III.2 : Schéma d'une station d'épuration par boues activées

III.4. Classement des procédés par boues activées :

- Les stations d'épuration sont souvent classées d'après leurs charges volumiques et leurs charges massiques.[8]
- La charge volumique correspond à la masse de DBO₅, exprimée en Kilogrammes, éliminée par jour et par mètre cube de bassin.[8]
- La charge massique exprime la masse de DBO₅ en Kilogrammes, éliminé journalièrement par Kilogramme de matières volatiles (MVS) contenues dans les boues.[8]

Tableau III.1 : classement des procédés par boues activées [9]

| Appellation | Charge massique C _m (Kg DBO ₅ /Kg MES.j) | Charge volumique C _v (KgDBO ₅ /m ³ .j) | Agés des boues en jour | Rendement R d'élimination de la DBO ₅ |
|----------------|---|--|---------------------------|--|
| Faible charge | $C_m < 0,15$ | $C_v < 0,40$ | 10 à 30 | R ≥ 90% Nitrification possible |
| Moyenne charge | $0,15 \leq C_m < 0,4$ | $0,5 < C_v < 1,5$ | 4 à 10 | R = 80 à 90% Nitrification possible aux températures élevées |
| Forte charge | $0,4 \leq C_m < 1,2$ | $1,5 < C_v < 3'$ | 1,5 à 4 | R < 80% |

III.4.1. Choix du procédé d'épuration : [10]

Pour arriver à dimensionner une station d'épuration il faut choisir une de ces procédés cités ci-après :

a-Procédé à forte charge :

Le procédé à forte charge est consacré au traitement des effluents des collectivités de grandes importances.

b-Procédé à moyenne charge :

Le procédé à moyenne charge et aussi consacré au traitement des effluents des collectivités de grandes importances.

c-Procédé à faible charge :

Ce procédé est utilisé pour le traitement des effluents à caractère domestique dominant de petites et moyenne collectivités.

III.4.2. Les Avantages et inconvénients du procédé à boues activées :

✓ **Les Avantages :**

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

✓ **Inconvénients :**

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

III.5. Etapes de traitements :

III.5.1. Les prétraitements :

Les eaux usées transportent des matières en suspension très hétérogènes et souvent volumineuses.

Les prétraitements ont un rôle déterminant sur les conditions de fonctionnement de la station d'épuration. Ils ont pour but d'éliminer les éléments solides ou particuliers les plus grossiers, susceptibles de gêner les traitements ultérieurs ou d'endommager les équipements, les prétraitements sont composés de:

- Un dégrillage (déchets volumineux);
- Un dessablage (sable) ;
- Un dégraissage-déshuilage ;

A-Dégrillage :

❖ Le dégrillage est une opération qui permet :

De protéger la station contre l'arrivée intempestive de gros objets susceptibles de provoquer des bouchages dans les différentes unités de l'installation.

De séparer et évacuer facilement les matières volumineuses charriées par les eaux brutes et qui pourraient nuire à l'efficacité des traitements ultérieurs (ou en compliquer l'exécution).

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

- Un pré-dégrillage : espacement de 30 à 100 mm,
- Un dégrillage moyen : espacement de 10 à 25 mm,

- Un dégrillage fin : espacement de 3 à 10 mm,
- ❖ Il existe différents types de grilles selon la conception des fabricants et la nature de l'effluent à traiter. On distingue :
 - **Les grilles manuelles** : elles sont cependant réservées aux petites stations (<5000habitants). Généralement inclinées par rapport l'horizontale (60°à 80°), le nettoyage s'effectue manuellement à l'aide d'un râteau.
 - **Les grilles mécaniques** : Au-delà de 2000 équivalents habitants la station doit être équipée de grilles mécaniques .Les grilles mécaniques sont classées en deux catégories :
 - **Les grille droites** (Voir **figure III.3**). : fortement relevées (inclinaison de 80°), elles sont conçues avec des dispositifs de nettoyage différents tel que :
 1. Des râteaux ou des peignes ;
 2. Des brosses montées sur chaîne sans fin ;
 3. Des grappins alternatifs, à commande par câble permettant remonter, les détritrus sur de grande hauteur.
 - **Les grilles courbes** : ces grilles sont conçues pour traiter les eaux d'une station traitant 10à 5000 m³/h, constituées de barreaux en fer plat formés en quart de cercle, elles sont nettoyées par un double râteau tournant ou encore par un système de bielles appliquées contre la grille. (Voir **figure III.4**).

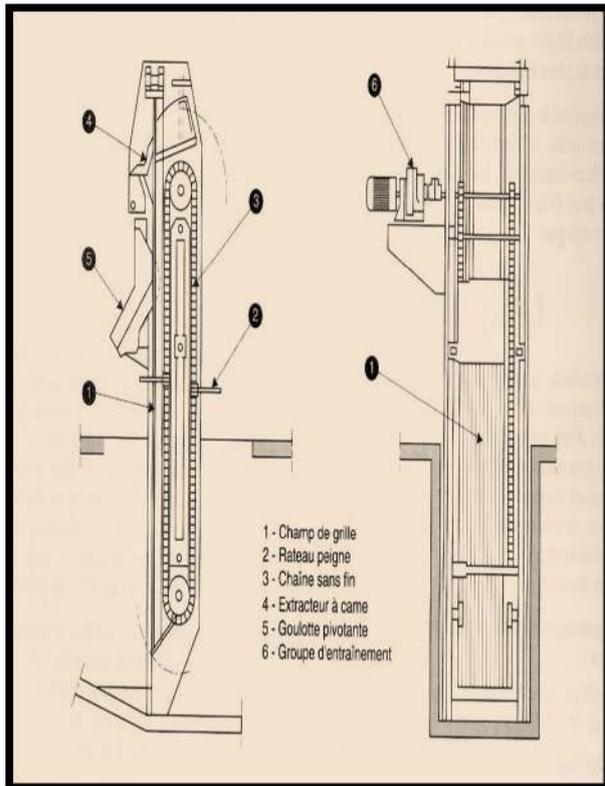


Figure III.3 : grille mécanique droite.

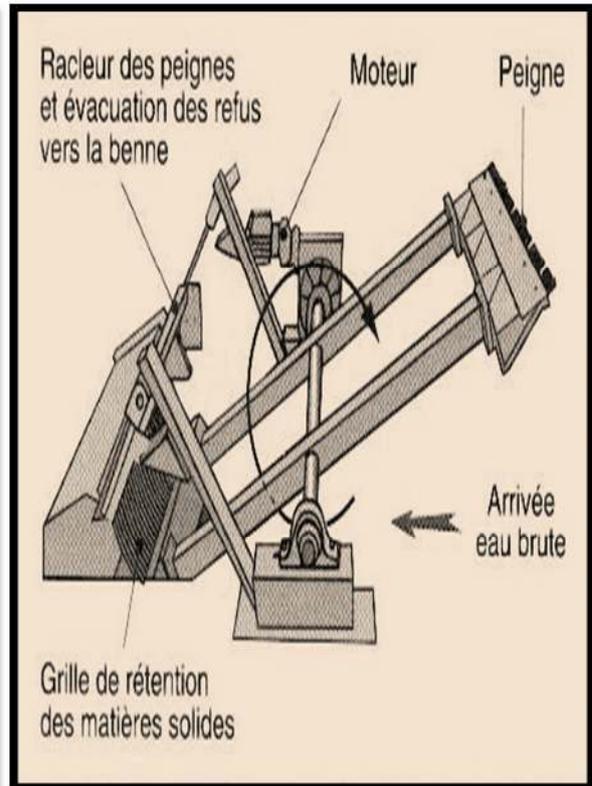


Figure III.4 : Grille mécanique courbe

B-Dessablage :

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

❖ Il existe divers types de dessableurs .On citera :

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



figure III.5. Dessableur rectangulaire aéré.[Station d'épuration de baraki]

C-Déshuilage et dégraissage :

C'est une opération destinée à réduire les graisses et les huiles non émulsionnées par simple sédimentation physique en surface.

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

▪ **Remarque :**

- Nous pouvons avoir un bassin qui peut fonctionner comme un dessableur et un déshuileur
- C'est un bassin généralement de forme rectangulaire équipé de répartiteurs et de racleurs de surface et de fond.
- C'est un système à flottation naturelle permettant d'excellents rendements et peu d'entretien.
- Incontestablement, c'est la flottation à air, qui a retenu l'attention des constructeurs lorsque les concentrations en huiles et graisses sont élevées.

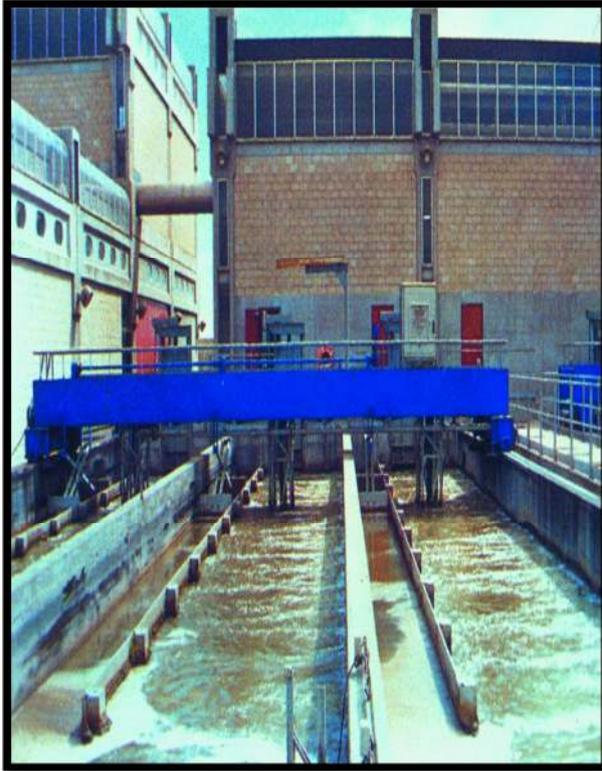


Photo III.6 Dessableur-dégraisseur rectangulaire.



Photo III.7 Dessableur-dégraisseur Circulaire.

III.5.2. Le traitement primaire :

Les traitements primaires sont représentés par le phénomène de décantation, qui est une séparation solide-liquide, elle consiste en une élimination en matières en suspension dont la densité est supérieure à celle de l'eau ; l'eau usée préalablement dégraillée et dessablée, contient encore des matières organiques et minérales décantables, qui vont subir une décantation.

Ces matières correspondent aux états suivants :

a- décantation libre ou grenu :

Elle correspond à la décantation des particules indépendamment les unes des autres, avec une vitesse de chute constante. Les particules sont capables de conserver leurs dimensions pendant la chute (exemple : sable, charbon).

b- décantation diffuse ou coalescent :

Elle correspond aux particules qui s'agglutinent et flocculent au fur et à mesure de leur chute. Les floccs ainsi formés augmentent leurs dimensions ainsi que leurs vitesses par suite de leur rencontre avec d'autres particules.

III.5.2.1. Classification de décanteurs :

Il existe plusieurs décanteurs variables suivant leurs formes et le mouvement du liquide qui les traverse.

a. Décanteurs statiques sans raclage :

a.1. Décanteurs coniques ou cylindro-coniques :

Généralement ces décanteurs sont calculés pour de petites installations de 1000 à 2000 habitants. La pente dans la partie conique est 45° à 60° qui varie suivant la nature de l'eau à traiter.

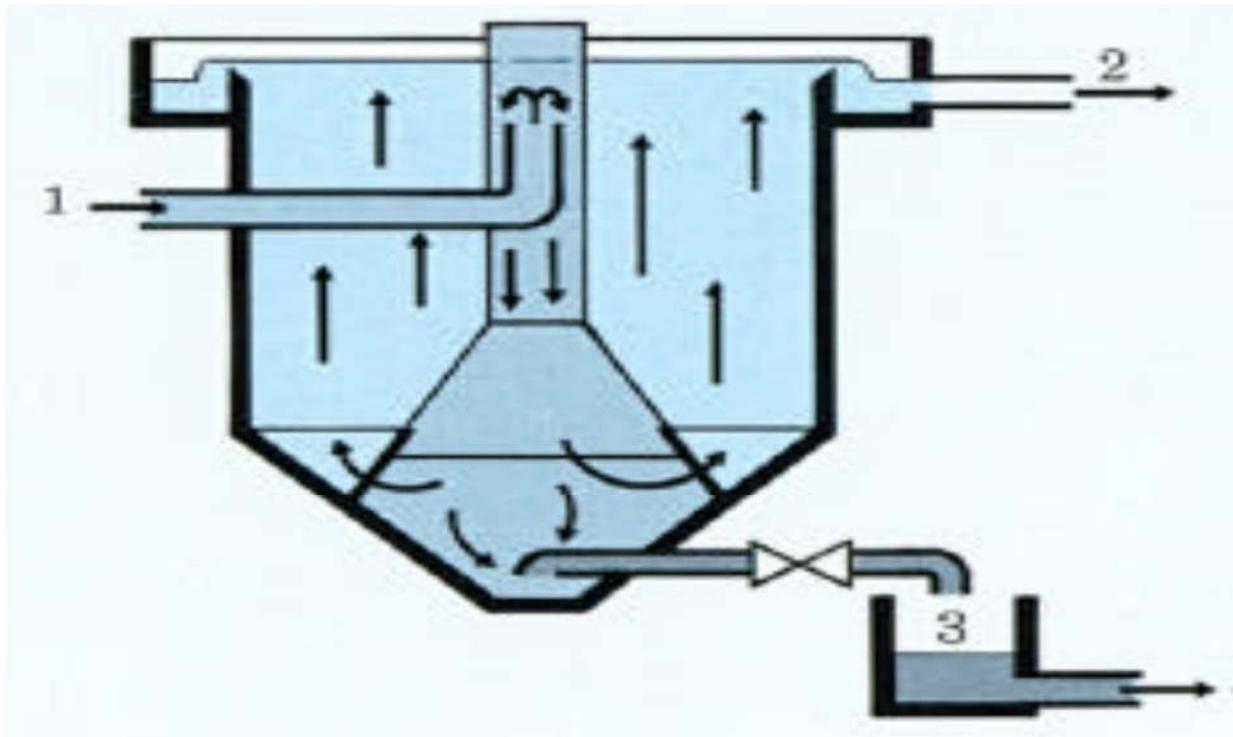


Figure III.8 : Décanteur cylindro-conique

a.2. Décanteurs statique à flux horizontal :

Dans ce type d'ouvrage, il est nécessaire de prévoir une zone d'entrée, une zone de sortie et une zone à boues.

La vidange de boues se fait par évacuation totale de l'eau du bassin. La pente du radier du bassin varie de 5° à 60° .

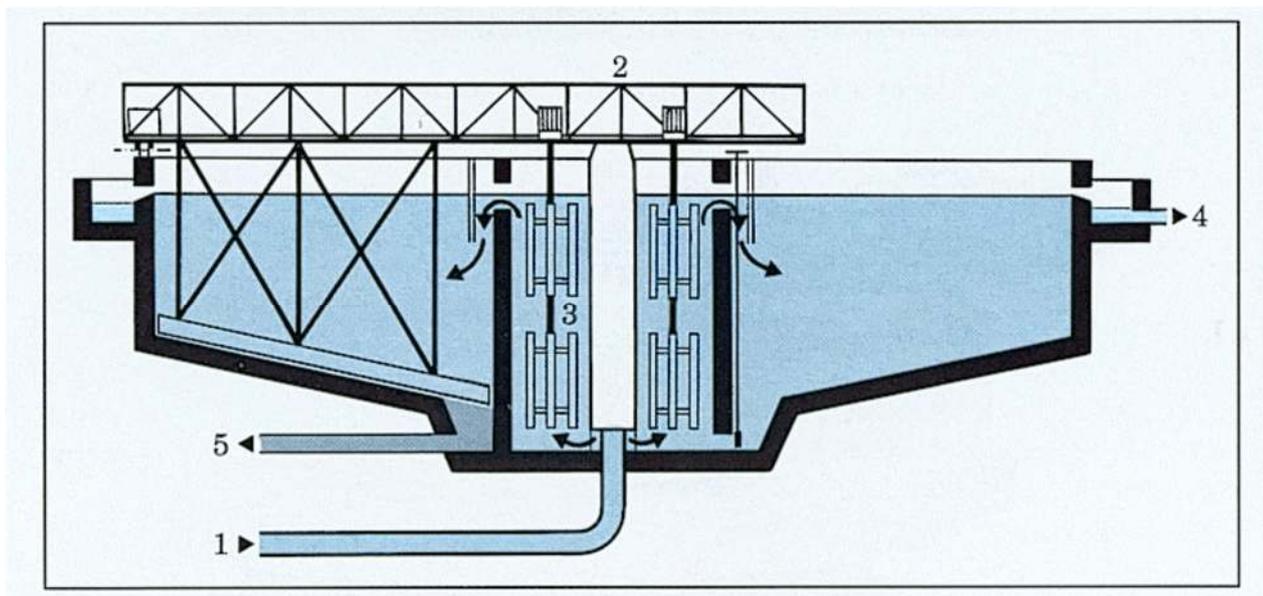
b. Décanteurs statiques à raclage mécanique des boues :

b.1. Décanteurs circulaires :

L'alimentation des décanteurs secondaires est assurée soit par un puits central de distribution, soit au périphérique du bassin. Ils sont limités à un diamètre de 50 à 60 m à cause des dimensions du racleur.

La pente du radier sur laquelle ont effectuée le raclage des boues de 4 à 10%. Les principales mécaniques de raclage sont :

- Les ponts racleurs à entraînement périphérique.
- Les ponts racleurs à entraînement central.

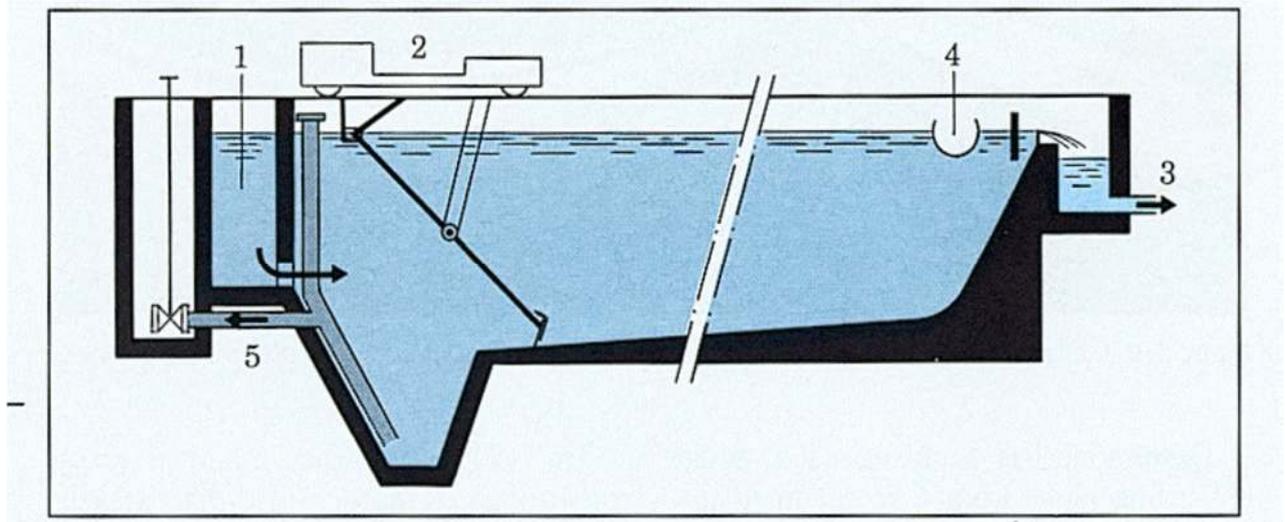


- 1 - Arrivée d'eau brute 4 - Sortie d'eau décantée.
2 - Pont racleur. 5 - Évacuation des boues
3 - Zone de flocculation.

Figure III.9 : Décanteur flocculateur avec entraînement périphérique du pont

b.2. Décanteurs longitudinaux rectangulaires :

Le dispositif de raclage peut être : Le pont racleur se déplaçant selon un mouvement de va-et-vient, le raclage s'effectue à contre courant. La vitesse de raclage doit être inférieure à 3 cm/s.



- 1 - Arrivée d'eau brute. 4 - Reprise des flottants.
2 - Pont racleur. 5 - Évacuation des boues
3 - Sortie d'eau décantée.

Figure III.10 : Décanteur longitudinal à pont racleur

III.5.2.2. Choix du décanteur primaire :

Le choix du décanteur est circulaire car ce type présente quelques avantages par rapport au décanteur rectangulaire, leurs constructions est relativement économique en raison de la faible épaisseur des parois circulaires de béton armé et de la faible densité d'armatures, ainsi que pour les parties mobiles immergées ne sont pas sujettes à l'abrasion.

III.5.3. Le traitement secondaire (traitement biologique) :

C'est le procédé actuellement le plus répandu pour l'épuration des eaux résiduaires urbaines. C'est un procédé à culture libre qui reproduit industriellement l'effet épurateur des rivières et des étangs, le principe étant de maintenir en suspension des micro-organismes chargés de l'épuration (boues activées).

Réservé jusqu'à ces dernières années pour le traitement des rejets des grandes et moyennes agglomérations, il est maintenant appliqué de manière générale, même pour les très petites communautés de 50 à 100 Equivalents-habitants grâce à l'application des procédés à faible charge et à la stabilisation aérobie des boues.

Il est basé sur le principe de l'autoépuration du milieu récepteur naturel avec accélération du processus.

Un bassin de boues activées est un ouvrage généralement en béton armé, alimenté en continu par un effluent d'eau usée, dans lequel une population microbienne active est maintenue en suspension grâce à un dispositif mécanique qui assure l'homogénéisation et le nom de boues

activées est donné aux complexes bactéries protozoaires, et matières minérales se trouvant en suspension dans les divers bassins. Dans le bassin d'aération, les micro-organismes utilisent les matières organiques biodégradables comme en formant des floccs biologiques (boues activées) par apport intensif d'oxygène.

A .Le clarificateur :

Les systèmes à bassins séparés utilisent, pour la séparation de l'eau traitée et des boues des clarificateurs auxquels, on donne aussi le nom de décanteurs secondaires.

Pour que la décantation secondaire en boues activées soit efficace, deux conditions essentielles doivent être vérifiées:

- ❖ La surface de séparation des boues sédimentaires et du surnageant se maintient à une distance stable de la zone de surverse ;
- ❖ Cette distance doit être la plus importante possible.

Dans le cas des boues activées, la décantation présente deux variantes:

- ❖ Système à bassins séparés: la décantation et l'aération seront alors dans deux bassins distincts;
- ❖ Système combiné: les phases de décantation et d'aération ont lieu dans le même ouvrage. La séparation du floc bactérien et de l'eau interstitielle, ou clarification, est normalement assurée par décantation.

III.5.4. Traitement tertiaire (désinfection) :

Après traitement biologique et même traitement tertiaire, il peut être encore nécessaire de désinfecter les eaux résiduaires avant rejet. C'est le cas de certaines eaux que l'on peut soupçonner de contenir des germes pathogènes en grandes quantités telles que les rejets hospitaliers...

La désinfection est recommandée quand on veut réutiliser les eaux résiduaires pour l'arrosage au moyen de dispositifs qui créent des aérosols.

Une désinfection chimique peut également être envisagée. Le réactif le plus fréquemment utilisé est l'eau de Javel, qui nécessite, pour être efficace, le maintien d'une teneur résiduelle suffisante (1 mg/l) et un temps de contact minimal de 20 mn.

L'effet désinfectant du chlore est d'autant plus efficace que la qualité de l'épuration qui précède son injection est meilleure.

III.5.5. Traitement des boues :

A-Epaississement :

Il s'agit d'une étape intermédiaire dans la diminution du volume de boues produites par la station. Cette étape est réalisée dans des épaississeurs. elle ne doit pas être confondue avec le stockage des boues sur une longue période en vue de leur épandage ultérieur. C'est le premier stade de réduction du volume des boues à traiter. Le dimensionnement et le coût d'exploitation de la chaîne de traitement des boues en sont directement dépendants.

Surface de l'ouvrage : elle est donnée par la formule suivante :

$$S = \text{quantité de boues produites par jour} / \text{charge spécifique} = \Delta X / Cs$$

Cs est compris entre 25 et 30 kg.MS/ m².j

De plus il est effectué selon deux techniques:

❖ **Epaississeurs gravitaires**

Les épaississeurs gravitaires peuvent être choisis pour les stations de capacité < 1000 EH.

Deux raisons essentielles militent en faveur de temps de passage réduits des boues en phase d'épaississement

- Un séjour prolongé des boues secondaires induit rapidement des phénomènes de fermentation.
- Les surnageant d'épaississeurs qui retournent en tête du traitement sont alors souvent septiques et responsables de problèmes biologiques (foisonnement, mousses) et de nuisances olfactives

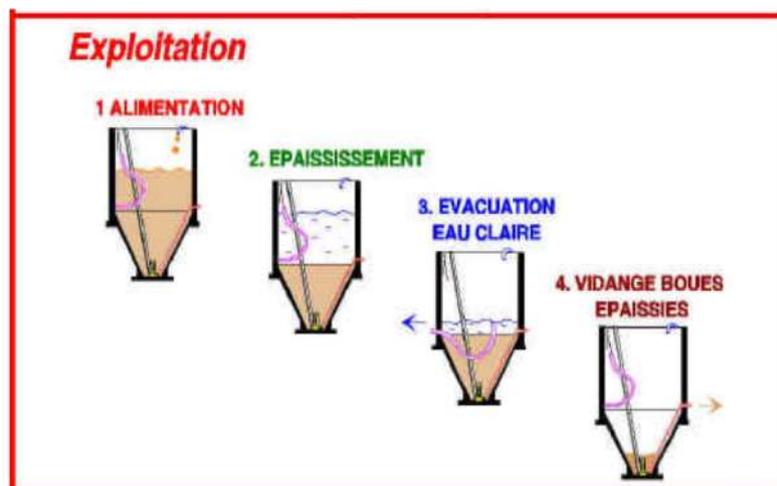


Figure III.11 : Schéma de principe d'un épaississeur gravitaire

❖ **Epaississement par flottation**

Dans ce type d'épaississement, les fines bulles d'air forcées par dépressurisation s'accrochent aux floccs des boues. Le mélange air-matières s'élève à la surface du bassin ou il se concentre et sera éliminé par raclage de surface. L'emploi de poly-électrolyte augmente le rendement de capture des matières ainsi que la concentration de la boue épaissie.

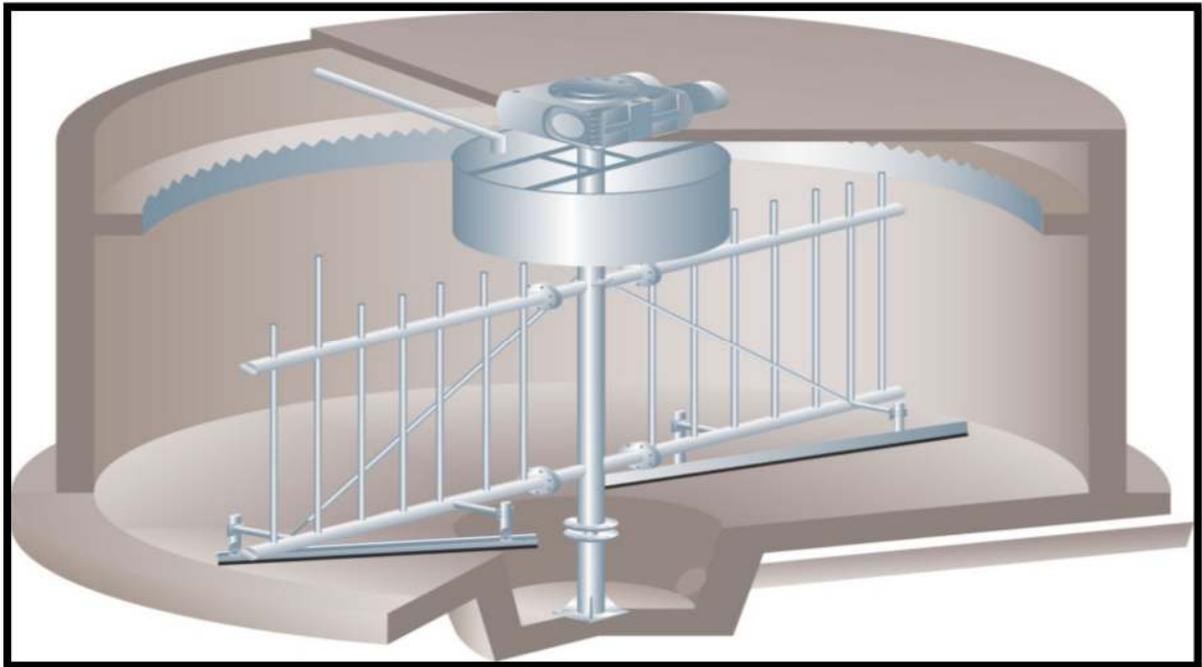


Figure III.12 : Epaisseur.

B-Lits De Séchage

Ce procédé consiste à répartir les boues à déshydrater sur une surface drainante (composée de plusieurs couches de gravier et de sable de granulométries variables), à travers laquelle s'écoule l'eau interstitielle. Ces lits de séchage sont mis sous serre pour non seulement tirer partie du phénomène d'évaporation naturelle, mais l'accélérer par les rayons de soleil. Une autre variante de ce procédé consiste à mettre les lits de séchage sous couvert végétal, ce qui permet de s'affranchir des conditions climatiques. Ce procédé de séchage présente l'intérêt d'être en plus une solution de stockage des boues. Il est particulièrement bien adapté aux stations d'épuration des collectivités de moins de 5000 Eqhab.

III.6.Paramètres influençant le processus épuratoire :

A)-Besoins en oxygène :

Dans le système aérobie que constitue le traitement par boues activées, la teneur en oxygène ne doit pas être un facteur limitant ; la teneur en oxygène dissous dans le bassin d'aération doit être de 1 à 2mg/l au moins.

B)-Besoins en nutriments :

Les micro-organismes exigent comme tous les êtres vivants une alimentation équilibrée. Cette alimentation requiert la présence d'azote, de phosphore et d'un certain nombre d'oligo-éléments. Ces derniers sont généralement présents en quantité suffisante dans les eaux résiduaires domestiques, ce qui n'est par contre pas le cas des eaux industrielles un rapport $DBO_5/N/P=100/5/1$.

C)-Effet de la température :

Les réactions métaboliques sont des réactions enzymatiques soumises aux lois de la cinétique chimique : la vitesse des réactions décroît avec une baisse de la température.

Il peut être nécessaire, avec le refroidissement, d'accroître la teneur en biomasse du liquide afin de maintenir le rendement à son niveau maximal. Les basses températures occasionnent une augmentation de la viscosité donc une décantation plus lente.

D)- Influence de PH :

L'épuration biologique des eaux résiduaires est un processus enzymatique. Ce qui implique une zone optimum de PH, aux environs de la neutralité entre 6,5 et 8,5.

E)-Influence de la toxicité :

La présence de substances toxiques dans l'effluent à traiter se traduira par une inhibition partielle ou totale de l'activité des micro-organismes (métaux lourds,...etc).

III.7.Conclusion :

Les stations d'épurations permettent alors de limiter la pollution des eaux en passant par plusieurs dispositifs successifs qui permet une élimination progressive de la quasi-totalité de la pollution et une réutilisation des eaux épurées et même des boues d'épurations à d'autres fins.

On a proposé d'adopter le processus par boue activée comme moyen de traitement pour le traitement des eaux usées de notre agglomération, et cela en raison du bon rendement épuratoire qu'il procure ainsi que la disponibilité du terrain d'implantation du projet

IV.I : Les données de base:

IV.I.1.Introduction :

Dans un projet de conception d'une station d'épuration, l'évaluation des débits et des caractéristiques des eaux usées à traiter (les charges polluantes) est indispensable car il s'agit des facteurs de base de dimensionnement des ouvrages d'une station de traitement des eaux usées.

IV.I.2.Estimation des débits :

➤ **Horizon (2030) :**

Le volume rejeté par les habitants est estimé à 80 % de la dotation. La direction de l'hydraulique de la willaya de SAIDA a opté pour une dotation de **150 l/hab./j** pour la ville de YOUB.

Il s'agit de déterminer :

- a- Le débit journalier : « Q_i » (m^3/j).
- b- Le débit moyen horaire : « $A_{moy,j}$ » (m^3/h).
- c- Le débit de pointe : « Q_{sp} ».
- d- Le débit diurne « Q_i ».

a)- Le débit journalier :

Le débit total journalier se calcule comme suit : $Q_{moy,j} = D.N.Cr \dots \dots \dots (IV.1)$

Avec :

D : Dotation (l/hab/j).

N : Nombre d'habitant l'horizon considéré.

Cr: Coefficient de rejet.

$$Q_{moy,j} = 26800.150.0,8 \implies Q_{moy,j} = 3216 \text{ m}^3/j.$$

b) -débit moyen horaire :

Il est donné par la relation suivante :

$$Q_{moy,h} = \frac{Q_{moy,j}}{24} \dots \dots \dots (IV.2)$$

$$\Rightarrow Q_{\text{moy,h}} = \frac{3216}{24} = 134 \text{ m}^3/\text{h} \Rightarrow \boxed{Q_{\text{moy,h}}=134 \text{ m}^3/\text{h}}$$

c)- le débit de pointe :

c-1)-En temps sec :

On le calcule par la relation suivante :

$$Q_{\text{pte, s}} = K_p \cdot Q_{\text{moy, j}} \dots\dots\dots (IV.3)$$

Avec :

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

$$K_p = 3 \quad \text{Si } Q_{\text{moy}} < 2,8 \text{ l/s.}$$

Dans notre cas le $K_p=1,9$ d'où le calcul du débit de pointe :

$$Q_{\text{pte,s}} = 1,9 \cdot 37,22 = 70,72 \text{ l/s} \Rightarrow \boxed{Q_{\text{pte,s}}=254,6 \text{ m}^3/\text{h}}$$

c-2)-En temps de pluie :

$$Q_{\text{pte, p}} = (3 \div 5) \cdot Q_{\text{moy, j}} \dots\dots\dots (IV.4)$$

$$\text{Donc : } Q_{\text{pte, p}} = 37,22 \cdot 3 = 111,67 \text{ l/s} \Rightarrow \boxed{Q_{\text{pte,p}}= 402 \text{ m}^3/\text{h}}$$

d)-Le débit diurne :

Le débit moyen diurne correspond à la période diurne de 16 heures consécutives au cours de laquelle la station reçoit le plus grand volume d'eau usée.

Soit :

$$Q_d = \frac{Q_{\text{moy, j}}}{16} \dots\dots\dots (IV.5)$$

$$\Rightarrow Q_d = \frac{3216}{16} = 201 \text{ m}^3/\text{h} \quad \boxed{Q_d= 201 \text{ m}^3/\text{h}}$$

➤ Horizon (2040) :

a)- Le débit journalier :

Le débit total journalier se calcule comme suit : $Q_{\text{moy, j}} = D \cdot N \cdot Cr$

Avec :

D : Dotation (l/hab/j).

N : Nombre d'habitant l'horizon considéré.

Cr : Coefficient de rejet.

$$Q_{\text{moy, j}} = 32669 \cdot 150 \cdot 0,8 \Rightarrow \underline{Q_{\text{moy, j}} = 3920,28 \text{ m}^3/\text{j}}$$

b) -débit moyen horaire :

Il est donné par la relation suivante :

$$Q_{\text{moy, h}} = \frac{Q_{\text{moy, j}}}{24} \Rightarrow Q_{\text{moy, h}} = \frac{3920,28}{24} = 163,35 \text{ m}^3/\text{h} \Rightarrow \underline{Q_{\text{moy, h}} = 163,35 \text{ m}^3/\text{h}}$$

c)- le débit de pointe :

c-1)-En temps sec :

On le calcule par la relation suivante :

$$Q_{\text{pte, s}} = K_p \cdot Q_{\text{moy, j}}$$

Avec :

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

$$K_p = 3 \quad \text{Si } Q_{\text{moy}} < 2,8 \text{ l/s.}$$

Dans notre cas le $K_p = 1,87$ d'où le calcul du débit de pointe :

$$Q_{\text{pte, s}} = 1,87 \cdot 3920,28 = 7417,92 \text{ l/s} \Rightarrow \underline{Q_{\text{pte, s}} = 305,46 \text{ m}^3/\text{h}}$$

c-2)-En temps de pluie :

$$Q_{pte, p} = (3 \div 5) Q_{moy, j}$$

Donc : $Q_{pte, p} = 45,71 \cdot 3 = 137,13 \text{ l/s} \Rightarrow Q_{pte, p} = 493,67 \text{ m}^3/\text{h}$

d)-Le débit diurne :

Le débit moyen diurne correspond à la période diurne de 16 heures consécutives au cours de laquelle la station reçoit le plus grand volume d'eau usée.

Soit :

$$Q_d = \frac{Q_{moy, j}}{16} \Rightarrow Q_d = \frac{3920,28}{16} = 245,02 \text{ m}^3/\text{h} \Rightarrow Q_d = 245,02 \text{ m}^3/\text{h}$$

IV.I.3.Evaluation des charges polluantes :

La valeur des charges polluantes a été établie en se basant sur les résultats d'analyse. On a fait aussi un calcul de cette dernière avec la notion d'équivalent habitant qui est la charge polluante contenue dans les effluents brutes par habitant et par jour pour faire une comparaison entre la théorie et la pratique.

IV.I.3.Evaluation des charges polluantes :

La valeur des charges polluantes a été établie en se basant sur les résultats d'analyse. On a fait aussi un calcul de cette dernière avec la notion d'équivalent habitant qui est la charge polluante contenue dans les effluents brutes par habitant et par jour pour faire une comparaison entre la théorie et la pratique.

IV.I.3.1. Les charges de pollution journalières :

La charge polluante quotidienne moyenne est estimée à partir des résultats expérimentaux suivants qu'on a déjà cités :

$$DBO_5 = 163,3 \text{ mg/l}$$

$$MES = 694,47 \text{ mg/l}$$

$$C_{DBO5} = DBO_5 (\text{Kg/m}^3) * Q_{moy, j} (\text{m}^3/\text{j}) \dots\dots\dots (IV.6)$$

$$C_{MES} = MES (\text{Kg/m}^3) * Q_{moy, j} (\text{m}^3/\text{j}) \dots\dots\dots (IV.7)$$

Tableau IV.I.&: les charges de pollution journalières :

| Horizon | $Q_{moy, j}$ (m ³ /j) | C_{DBO5} (Kg/j) | C_{MES} (Kg/j) |
|---------|----------------------------------|-------------------|------------------|
| 2030 | 3216 | 525,17 | 2233,42 |
| 2040 | 3920,28 | 640,18 | 2722,52 |

Tableau IV.I.3: Récapitulatif des données de base :

| Paramètres | Unités | Horizon d'étude | |
|---|-------------------|-----------------|----------|
| | | 2030 | 2040 |
| Type de réseau | - | Unitaire | Unitaire |
| Capacité de la station | Eq/hab. | 26800 | 32669 |
| $Q_{moy, j}$ | m ³ /j | 3216 | 3920,28 |
| $Q_{moy, h}$ | m ³ /h | 134 | 163.35 |
| K_p | - | 1,9 | 1,87 |
| $Q_{pte, s}$ | m ³ /h | 254,6 | 305.46 |
| $Q_{pte, p}$ | m ³ /h | 402 | 493,67 |
| Q_d | m ³ /h | 201 | 245,02 |
| Charge journalière en DBO ₅ | Kg/j | 525,17 | 640,18 |
| Concentration correspondante C_{DBO5} | mg/l | 163,3 | 163,3 |
| Charge journalière en MES | Kg/j | 2233,42 | 2722,52 |
| Concentration correspondante C_{MES} | mg/l | 694,47 | 694,47 |

IV.II : Les prétraitements :

IV.II.1.Introduction :

Les prétraitements sont constitués par une série d'opérations physiques ou mécaniques qui ont pour but le dégrossissage et le dessablement. Ils éliminent les matières les plus grossières susceptibles d'endommager les organes mécaniques ou de perturber l'efficacité des étapes ultérieures d'épuration.

Les principales opérations de prétraitements sont :

- Le dégrillage.
- Le dessablage.
- Le déshuilage-dégraissage

Les données de base sont regroupées dans le tableau suivant :

IV.II.2.Calcul du dégrilleur :

IV.II.2.1.Horizon 2030 :

➤ **La largeur des grilles :**

La largeur de la grille est calculée par l'expression suivante :

$$B = \frac{S \cdot \sin \alpha}{h_{\max} (1 - \beta) \sigma} (m) \dots\dots\dots (IV.8)$$

Avec :

B : largeur de la grille

h_{\max} : hauteur maximale admissible sur une grille.

β : fraction de la surface occupée par les grilles.

$$\beta = \frac{e}{e + d} \dots\dots\dots (IV.9)$$

Tel que :

d : épaisseur des barreaux (cm)

e : espacement des barreaux.

Tableau IV.II.2 : espacement et épaisseur des barreaux

| paramètres | Grilles grossières | Grilles fines |
|------------|--------------------|---------------|
| d (cm) | 2,00 | 1,00 |
| e (cm) | 5 à 10 | 0,3 à 1 |

S : surface de passage de l'effluent $S = \frac{Q_p}{V}$ (IV.10)

Q_p : Débit de pointe à temps de pluie (m^3 / s).

V : Vitesse de passage à travers la grille (m/s).

$V = (0.6-1.20)m / s$ au débit de pointe.

σ : Coefficient de colmatage des grilles

$\sigma = 0,4-0,5$ pour un dégrillage automatique.

$\sigma = 0,1-0,3$ pour un dégrillage manuel.

En remplaçant la surface par sa formule l'expression devient comme suit :

$$B = \frac{Q_p \cdot \sin \alpha}{V \cdot h_{\max} \cdot (1 - \beta) \cdot \sigma}$$

IV.II.2.1.1.Le dégrillage grossier:

On a : $Q_p = 0,071m^3 / s$

On prend $\alpha = 60^\circ$

$V = 0.6m / s$

$h_{\max} = 0,5m$

$\sigma = 0.5$ (Dégrillage automatique)

$d = 2 \text{ cm}$ et $e=5\text{cm}$, donc $\beta = 0.71$

On obtient :

$$B = \frac{0.071 \cdot \sin(60^\circ)}{0.6 \cdot 0,5 \cdot (1 - 0.71) \cdot 0,5} = 1,41m \Rightarrow B \approx 1,5 m$$

IV.II.2.1.2.Le dégrillage fin :

Pour le dégrillage fin, on prend : $e = 0,5\text{cm}$, $d = 1\text{cm}$

Ce qui donne $\beta = 0,33$

$$B = \frac{0,071 \cdot \sin(60^\circ)}{0,6 \cdot 0,5 \cdot (1 - 0,33) \cdot 0,5} = 0,61\text{m} \Rightarrow B \approx 65 \text{ Cm}$$

- Le calcul de la longueur mouillée de la grille :

$$\text{On a : } \sin\alpha = h_{\max} / L_0 \quad \text{alors : } L_0 = h_{\max} / \sin 60 = 0,5 / \sin 60 \quad L_0 = 0,58 \text{ m}$$

-La longueur de la grille :

$$L = L_0 + 0,5 \quad \text{donc} \quad L = 1,08 \text{ m}$$

IV.II.2.2.Horizon 2040 :

IV.II.2.2.1.Le dégrillage grossier :

$$\text{On a : } Q_{\text{pte},s} = Q_{\text{pte},s(2040)} - Q_{\text{pte},s(2030)} = 0,014 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{On prend : } \alpha = 60^\circ$$

$$V = 0,6 \text{ m/s}$$

$$h_{\max} = 0,5 \text{ m}$$

$$\sigma = 0,5 \quad (\text{Dégrillage automatique})$$

$$d = 2 \text{ cm et } e = 5 \text{ cm, donc } \beta = 0,29$$

On obtient :

$$B = \frac{0,014 \cdot \sin(60^\circ)}{0,6 \cdot 0,5 \cdot (1 - 0,29) \cdot 0,5} = 0,27\text{m} \Rightarrow B \approx 30 \text{ Cm}$$

IV.II.2.2.2.Le dégrillage fin :

Pour le dégrillage fin, on prend : $e = 0,5\text{cm}$, $d = 1\text{cm}$

Ce qui donne $\beta = 0,33$

$$B = \frac{0,014 \cdot \sin(60^\circ)}{0,6 \cdot 0,5 \cdot (1 - 0,33) \cdot 0,5} = 0,12\text{m} \Rightarrow B \approx 15 \text{ Cm}$$

- Le calcul de la longueur mouillée de la grille :

$$\text{On a : } \sin\alpha = h_{\max} / L_0 \quad \text{alors : } L_0 = h_{\max} / \sin 60 = 0,5 / \sin 60 \quad L_0 = 0,58 \text{ m}$$

-La longueur de la grille :

$$L = L_0 + 0,5 \quad \text{donc} \quad L = 1,08 \text{ m}$$

IV.II.2.3.Calcul des pertes de charge :

Pour le calcul du dégrilleur Krischmer a établi une formule donnant la perte de charge dans une grille en fonction du coefficient de forme des barreaux et l'angle d'inclinaison de la grille par rapport à l'horizontal.

L'expression des pertes de charges est donnée comme suit :

$$\Delta H = \beta \left(\frac{d}{e}\right)^{\frac{4}{3}} \frac{V^2}{2g} \sin \alpha \dots\dots\dots (IV.11)$$

Avec:

ΔH : perte de charge(m).

β : coefficient dépendant de la forme des barreaux.

d : espacement entre les barreaux (cm).

g : accélération de la pesanteur (m/s^2).

α : angle d'inclinaison de la grille.

e : épaisseur des barreaux.

IV.II.2.3.1.La grille grossière :

On a :

$$\beta = 1,79 \text{ (Barreaux de section circulaire)}$$

$$d = 2cm, e = 5cm, \alpha = 60^\circ, V = 1m/s$$

Donc :

$$\Delta H = 1,79 \left(\frac{2}{5}\right)^{\frac{4}{3}} \frac{(1)^2}{2.9,81} \sin 60^\circ = 0,023m$$

$$\Delta H = 2,32cm$$

IV.II.2.3.2.La grille fine :

On a :

$$\beta = 1,79 \text{ (Barreaux de section circulaire)}$$

$$d = 1cm, e = 0,5cm, \alpha = 60^\circ, V = 1m/s$$

Donc :

$$\Delta H = 1,79 \left(\frac{1}{0,5}\right)^{\frac{4}{3}} \frac{(1)^2}{2.9,81} \sin 60^\circ = 0,199m$$

$$\Delta H = 19,9cm$$

Tableau IV.II.3 : résultats du dimensionnement des grilles

| Dégrilleur | Horizon 2030 | | Horizon 2040 | |
|------------------------------------|------------------|-------------|------------------|-------------|
| | Grille grossière | Grille fine | Grille grossière | Grille fine |
| La largeur B (m) | 1,5 | 0.65 | 0,30 | 0,15 |
| La perte de charge ΔH (cm) | 2,32 | 19,9 | 2,32 | 19,9 |
| La longueur L (m) | 1 | 1 | 1 | 1 |

IV.II.3. Le calcul dessableur déshuileur :

Pour notre station, on a choisi dessableur-déshuileur aéré car dont le déshuilage est couplé à un dessablage car c'est le mieux adapté pour notre cas, puisque on a des eaux usées urbaine d'origine domestique en grande partie.

L'insufflation de l'air permet la remontée des huiles en surface et seront éliminés par raclage, et les sables c'est par sédimentation.

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

$$\frac{L}{H} \leq \frac{V_e}{V_s} \dots\dots\dots (IV.12)$$

Où :

V_e : La vitesse horizontale (vitesse d'écoulement)

V_s : Vitesse de sédimentation.

L : Longueur de bassin.

H : Profondeur du bassin. $H= 1$ à $3m$.

Le dessableur doit être dimensionné dans l'un des rapports suivants :

$$\frac{L}{H} = 10 \text{ à } 15 \quad \text{ou,} \quad \frac{L}{H} = 3$$

La vitesse d'écoulement doit être comprise dans l'intervalle $0,2 < V_e \leq 0,5$ (m/s).

La vitesse de sédimentation doit être comprise dans l'intervalle $40 < V_s < 70$ ($m^3 / m^2 / h$).

Pour le dimensionnement, on prend :

$$V_e = 0,3m / s$$

$$V_s = 65m / h = 0,02m / s.$$

$$H = 2m$$

IV.II.3.1.horizon 2030 :

Le débit de pointe $Q_p = 0,112m^3 / s$

➤ **Section verticale :**

$$S_v = \frac{Q_p}{V_e} = \frac{0,112}{0,3}$$

$$S_v = 0,372m^2$$

➤ **Section horizontale :**

$$S_h = \frac{Q_p}{V_s} = \frac{0,112}{0,02}$$

$$S_h = 18,61m^2$$

➤ **Longueur du déssableur :**

On prend :

La hauteur **H=2m** , **L/H = 3**

Donc : **L = 6m**

➤ **Largeur du déssableur :**

$$B = \frac{S_h}{L} = \frac{18,61}{6} = 3,10m$$

On prend : **B=3,5 m.**

➤ **Volume du bassin :**

$$V = S_h \cdot H = 37,22$$

$$V = 37,22m^3$$

➤ **Le temps de séjour dans le bassin :**

$$t_s = \frac{V}{Q_p} = \frac{37,22}{0,112} = 333''$$

$$t_s = 5' 33''$$

➤ **Le volume d'air à insuffler dans le dessableur :**

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

$$q_{air} = Q_p \cdot V \dots\dots\dots (IV.13)$$

Tel que : V est le volume d'air à injecter (1,5 m^3 d'air/ m^3 d'eau)

$$q_{air} = 0,112 \cdot 1,5 = 0,168 m^3 d'air / s$$

$$q_{air} = 604,8 m^3 d'air / h$$

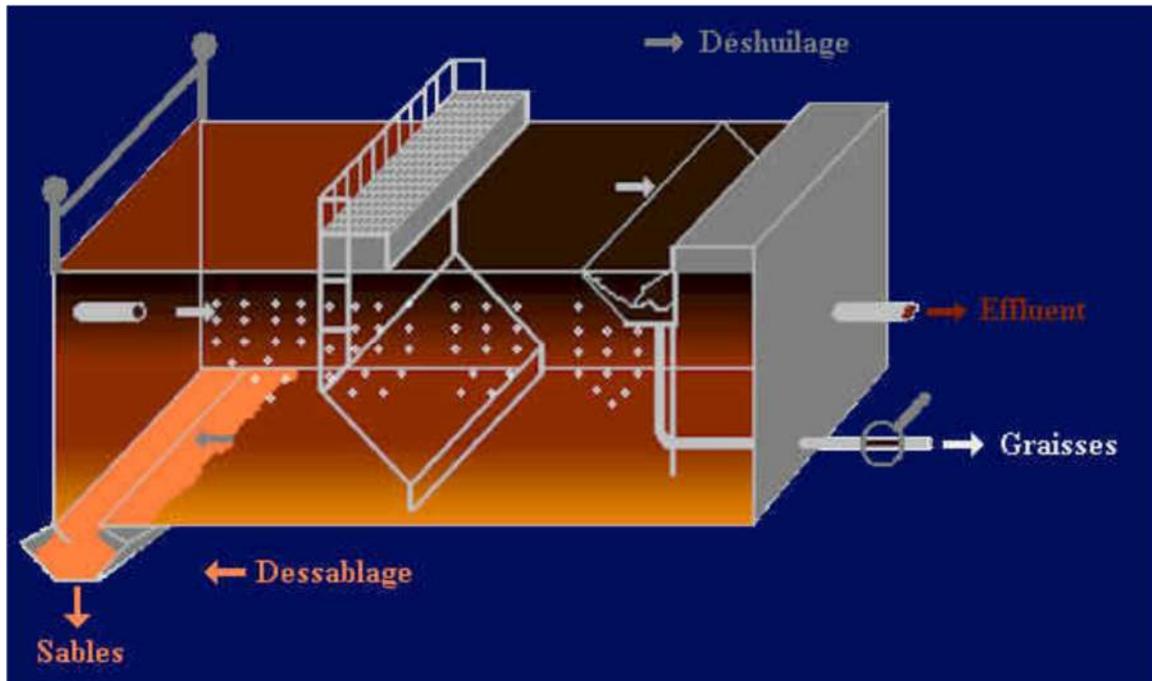


Figure IV.II.1 : schéma d'un dessableur-déshuileur

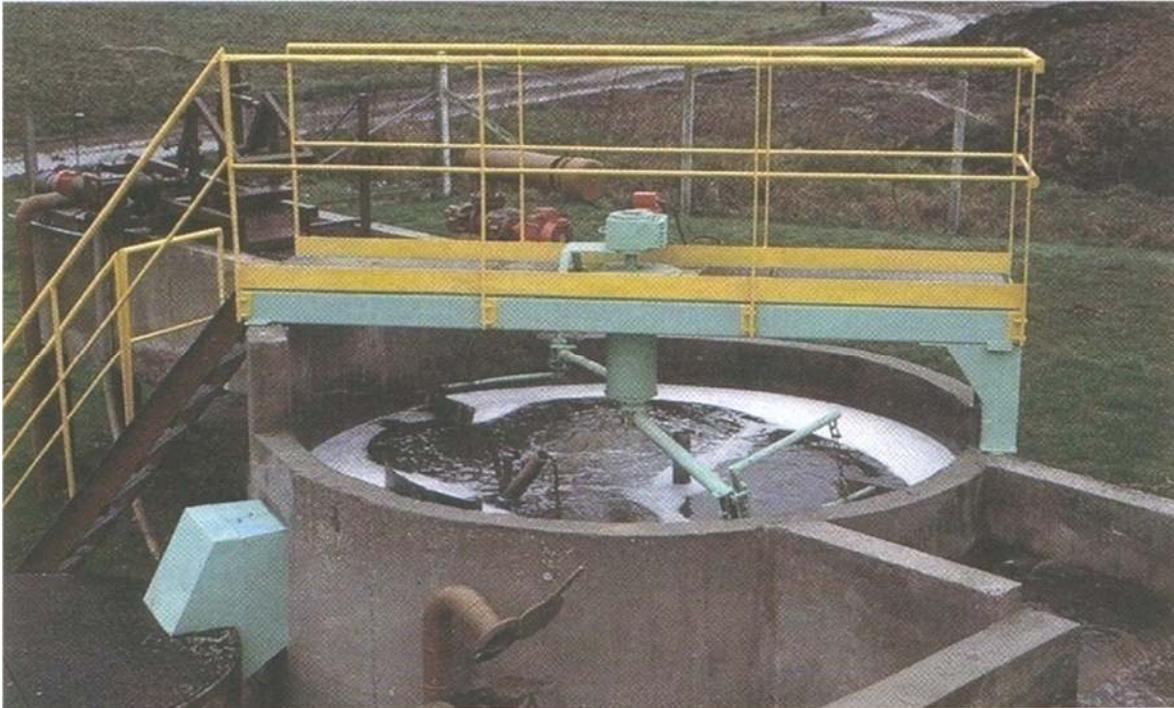


Figure IV.II.2 : Dessableur cylindro-coniques a admission tangentielle

Tableau récapitulatif des résultats concernant les dimensions du dessableur-déshuileur :

Tableau IV.I.4 : dimensions du dessableur-déshuileur

| dimensions | unité | 2030 |
|-------------------|-------------------|-------|
| - longueur | m | 6 |
| - largeur | m | 3,5 |
| - hauteur | m | 2 |
| - volume | m ³ | 39,6 |
| - quantité d'air | m ³ /h | 604,8 |
| - temps de séjour | seconde | 333 |

IV.II.3.3.Calcul des quantités des matières éliminées par le dessableur :

On sait que le dessablage élimine dans les environs de 70% des matières minérales

celles-ci représentent 30% des MES.

- Les MES contiennent 30% des MM et 70% des MVS.

IV.II.3.3.1.Horizon 2030 :

- La charge en MES à l'entrée de dessableur est $MES = 2233,42 \text{ Kg/j}$
- Les matières volatiles en suspension MVS contenues dans les MES sont :

$$MVS = 2233,42 * 0,7 = 1563,4 \text{ Kg/j}$$

- Les matières minérales contenues dans les MES sont :

$$MM = 2233,42 * 0,3 = 670,026 \text{ Kg/j}$$

- Les matières minérales éliminées :

Un dessableur permet d'éliminer 70% des matières minérales totales

$$MM_e = 670,026 * 0,7 = 469,02 \text{ Kg/j}$$

- Les matières minérales à la sortie de dessableur :

$$MM_s = MM - MM_e = 670,026 - 469,02 = 201 \text{ Kg/j}$$

- Les MES à la sortie de dessableur:

$$MES_s = MVS + MM_s = 1563,4 + 201$$

$$MES_s = 1764,4 \text{ Kg/j}$$

IV.II.3.3.2.Horizon 2040 :

- La charge en MES à l'entrée de dessableur est $MES = 2722,52 \text{ Kg/j}$
- Les matières volatiles en suspension MVS contenues dans les MES sont :

$$MVS = 2722,52 * 0,7 = 1905,76 \text{ Kg/j}$$

- Les matières minérales contenues dans les MES sont :

$$MM = 2722,52 * 0,3 = 816,76 \text{ Kg/j}$$

- Les matières minérales éliminées :

Un dessableur permet d'éliminer 70% des matières minérales totales

$$MM_e = 816,76 * 0,7 = 571,73 \text{ Kg/j}$$

- Les matières minérales à la sortie de dessableur :

$$MM_s = MM - MM_e = 816,76 - 571,73 = 245,03 \text{ Kg/j}$$

- Les MES à la sortie de dessableur:

$$MES_s = MVS + MM_s = 1905,76 + 245,03$$

$$MES_s = 2150,8 \text{ Kg/j}$$

IV.II : Traitement primaire

IV.II.1 Introduction :

Après les prétraitements, il reste dans l'eau une charge polluante dissoute et des matières en suspension que ce traitement va permettre d'éliminer en partie. La nature (organique ou minérale), les dimensions (particules grossières non piégées lors des étapes de pré-traitements, finement dispersées ou à l'état colloïdal) et la densité de ces particules sont très variables. Le traitement primaire correspond à une étape gravitaire qui permet d'isoler par décantation les particules décantables.

IV.II.2. Dimensionnement du décanteur primaire :

IV.II.2.1. Horizon 2030 :

Pour notre cas, on a choisi un décanteur circulaire pour des raisons économiques

➤ **Données pour le calcul du décanteur :**

Le calcul du décanteur primaire se fera en fonction de la vitesse de chute limitée des particules et du temps de séjours de l'effluent et la charge d'effluent en pollution Le temps de séjours est compris entre 1 et 2 heures [7].

La vitesse limitée est donnée par la relation :

$$V = Q_p/Q_m \dots\dots\dots (IV.14)$$

$$V_{lim} = Q_p/S_h \text{ (m/h)} \dots\dots\dots (IV.15)$$

Où :

$Q_{pte,s}$: débit de pointe par temps sec.

S_h : surface horizontale du décanteur.

Pour un réseau unitaire la vitesse limite est déterminée en fonction du rapport

$$Q_{pte,s}/Q_{moy,h}$$

Tableau IV.II.1 : les valeurs de la vitesse limite en fonction de $Q_{moy,h}$ [1]

| | | | | | |
|---|-----|-----|------|---|----|
| $K = Q_{pte,s}/Q_{moy,h}$ | 2.5 | 3 | 5 | 8 | 10 |
| $V_{lim} \text{ (m/h)}$ | 2 | 2.5 | 3.75 | 5 | 6 |

$K = Q_{pte,s} / Q_{moy,h} = 254,6/134 = 1,9$ donc d'après ce tableau on tire la vitesse $V_{lim} = 2 \text{ m/h}$

Avec

- ✓ $Q_{pte,s}$: débit de pointe au temps sec.
- ✓ $Q_{moy,h}$: débit moyen horaire.

Le temps de séjours doit être limité pour des raisons biologiques et économiques, on prendra $T_s = 1,5$ heure.

$$Q_{pte,p} = 402 \text{ m}^3/\text{h} = 0,112 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_{lim} = 2 \text{ m/h}$$

➤ **La surface horizontale du décanteur:**

$$S_h = Q_p / V_{lim} = 402 / 2 = 201 \text{ m}^2 \text{ on prend: } S_h = 201 \text{ m}^2$$

➤ **Volume du décanteur ($T_s = 1,5\text{h}$):**

$$V = Q_p * T_s = 402 * 1,5 = 603 \text{ m}^3 \text{ on prévoit un décanteur } V = 603 \text{ m}^3$$

➤ **La hauteur du décanteur :**

$$H = V / S_h = 603 / 201$$

$$H = 3 \text{ m} \Rightarrow H = 2 \text{ m}$$

➤ **Le diamètre du décanteur:**

$$D = \sqrt{\frac{4.V}{\pi.H}} = \sqrt{\frac{4.603}{3,14.3}} = 15,99 \text{ m} \Rightarrow D = 16 \text{ m}$$

➤ **Détermination du temps de séjours :**

- pour le débit moyen horaire :

$$T_s = V / Q_{moy} = 603 / 134 = 4 \text{ h } 30 \text{ min.}$$

- pour le débit de pointe par temps sec :

$$T_s = V / Q_p = 603 / 254,6 = 2 \text{ h } 22 \text{ min}$$

IV.II.2.1.1. Calcul de la quantité de boues éliminées :

On sait que la décantation primaire permet l'élimination de : [1]

35% de DBO_5

60% de MES

➤ **Charge à l'entrée du décanteur :**

$$DBO_5 = 525,17 \text{ Kg/j}$$

$$MES = 1764,8 \text{ Kg/j}$$

➤ **Les charges éliminées par la décantation primaire :**

$$DBO_{5e} = 0,35 * DBO_5' = 0,35 * 525,17 = 138,8 \text{ Kg/j}$$

$$MES_e = 0,6 * MES' = 0,6 * 1764,8 = 1058,88 \text{ Kg/j}$$

$$MVS_e = 0,7 * MES_e = 0,7 * 1058,88 = 741,216 \text{ Kg/j}$$

➤ **Les charges à la sortie du décanteur primaire :**

$$MES_s = MES - MES_e = 1764,8 - 1058,88 = \mathbf{705,92 \text{ Kg/j}}$$

$$DBO_{5s} = DBO_5 - DBO_{5e} = 525,17 - 138,8 = \mathbf{386,37 \text{ Kg/j}}$$

$$MVS_s = 0,7 \cdot MES_s = 0,7 \cdot 705,92 = \mathbf{494,144 \text{ Kg/j}}$$

IV.II.2.2. Horizon 2040:

$$Q_{pte,p} = Q_{pte,p2040} - Q_{pte,p2030} = 493,67 - 402$$

$$Q_{pte,p} = \mathbf{91,67 \text{ m}^3/\text{h}}$$

$$V_{lim} = \mathbf{2 \text{ m/h}}$$

➤ **La surface horizontale du décanteur:**

$$S_h = Q_{pte,p} / V_{lim} = 91,67 / 2 = 45,84 \text{ m}^2$$

$$S_h = \mathbf{45,84 \text{ m}^2}$$

➤ **Volume du décanteur (Ts = 1,5h) :**

$$V = 91,67 \cdot 1,5 = 137,51 \text{ m}^3$$

$$V = \mathbf{137,51 \text{ m}^3}$$

➤ **La hauteur du décanteur :**

$$H = V / S_h = 137,51 / 45,84 = 2,99 \text{ m} \Rightarrow \mathbf{H = 3 \text{ m}}$$

➤ **Le diamètre du décanteur:**

$$D = \sqrt{\frac{4V}{\pi \cdot H}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 137,51}{3,14 \cdot 3}} = 7,64 \text{ m}$$

$$D = \mathbf{8 \text{ m}}$$

➤ **Détermination du temps de séjours :**

- pour le débit moyen horaire

$$T_s = V / Q_{moy,h} = 137,51 / 163,5 = 0,84 \text{ h} \Rightarrow T_s = 50 \text{ mn } 24 \text{ s}$$

- pour le débit de pointe par temps sec :

$$T_s = V / Q_{pte,p} = 137,51 / 305,46 = 0,45 \text{ h} \Rightarrow T_s = 27 \text{ mn}$$

IV.II.2.2.1. Calcul de la quantité de boues éliminées :

➤ **Charge à l'entrée du décanteur :**

$$DBO_5' = DBO_{5(2040)} - DBO_{5(2030)} = 640,18 - 525,17 = \mathbf{115,01 \text{ Kg/j}}$$

$$MES' = MES_{(2040)} - MES_{(2030)} = 2722,52 - 2233,42 = \mathbf{489,1 \text{ Kg/j}}$$

➤ **Les charges éliminées par la décantation primaire :**

$$DBO_{5e} = 0,35 \cdot DBO_5' = 0,35 \cdot 115,01 = \mathbf{40,25 \text{ Kg/j}}$$

$$MES_e = 0,6 \cdot MES' = 0,6 \cdot 489,1 = \mathbf{293,46 \text{ Kg/j}}$$

$$MVS_e = 0,7 \cdot MES_e = 0,7 \cdot 293,46 = \mathbf{205,422 \text{ Kg/j}}$$

➤ **Les charges à la sortie du décanteur primaire :**

$$MES_s = MES' - MES_e = 489,1 - 293,46 = \mathbf{195,64 \text{ Kg/j}}$$

$$DBO_{5s} = DBO_{5'} - DBO_{5e} = 115,01 - 40,25 = \mathbf{74,76 \text{ Kg/j}}$$

$$MVS_s = 0,7 \cdot MES_s = 0,7 \cdot 195,64 = \mathbf{136,95 \text{ Kg/j}}$$

Le tableau ci-dessous donne les résultats de dimensionnement du décanteur primaire pour les deux horizons :

Tableau IV.II.2 : récapitulatif des résultats des calculs du décanteur

| Décanteur primaire | Unité | 2030 | 2040 |
|--|----------------|-------------|-------------|
| Surface horizontale | m ² | 201 | 45,84 |
| Volume | m ³ | 603 | 137,51 |
| Hauteur | m ² | 2 | 3 |
| Diamètre | m ² | 16 | 8 |
| Temps de séjour pour le débit moyen horaire | h | 4,5 | 0,84 |
| Temps de séjour pour le débit de pointe en temps sec | h | 2,37 | 0,45 |

IV.IV : Traitements biologiques

IV.IV.1.Introduction :

Les traitements biologiques reposent sur l'utilisation des micro-organismes naturellement présents dans les eaux, que l'on concentre dans les bassins d'épuration par floculation ou par fixation sur des supports inertes.

Le traitement biologique est réalisé dans un ensemble complet qui comprend :

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

IV.IV.2.Etude de la variante à moyenne charge :

- La charge massique (Cm) :

C'est le rapport de la pollution exprimé en DBO₅ entrant par unité de masse de boues présentées.

$$C_m = \frac{DBO_5 \text{ entrée (Kg / j)}}{\text{masse .du .MVS .dans .le .bas sin (Kg)}} = \frac{L_0}{X_a . V} = \frac{L_0}{X_t} (\text{Kg DBO}_5 / \text{Kg .MVS .j})$$

Pour le traitement à moyenne charge nous avons :

$$0,2 < C_m < 0,5 \text{ Kg DBO}_5 / \text{Kg .MVS .j} \quad [6]$$

- La charge volumique (Cv) :

C'est le rapport de la pollution par unité de volume du bassin.

$$C_v = \frac{DBO_5 \text{ entrée (Kg / j)}}{\text{volume .du .bas sin (m}^3)} = \frac{L_0}{V} (\text{Kg DBO}_5 / \text{m}^3 \text{ j})$$

Pour le traitement à moyenne charge :

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

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

$$C_m = 0,4 \text{ Kg DBO}_5 / \text{Kg MVS j}$$

IV.IV.2.1.Horizon 2030:

- Débit moyen journalier $Q_{\text{moy,j}} = 3216 \text{ m}^3/\text{j}$
- Débit moyen horaire $Q_{\text{moy,h}} = 134 \text{ m}^3/\text{h}$
- Débit de pointe par temps sec $Q_{\text{pte,s}} = 254,6 \text{ m}^3/\text{h}$
- Charge polluante à l'entrée du bassin $Lo = 386,37 \text{ Kg/j}$
- La concentration des MVS dans le bassin (X_a)

$$\frac{C_v}{C_m} = X_a = 3 \text{ g/l} \quad \text{et} \quad C_m = 0,4 \text{ Kg DBO}_5/\text{Kg MVS j}$$

Donc $C_v = X_a \cdot C_m = 3 \cdot 0,4 \quad C_v = 1,2 \text{ Kg DBO}_5/\text{m}^3 \text{ j}$

- Concentration de l'effluent en DBO₅
 $S_o = L_o/Q_{\text{moy j}} = 386,37 / 3216 = 120,14 \text{ mg/l}$
- La charge polluante à la sortie ($S_f = 30\text{mg/l}$)
 $L_f = S_f \cdot Q_{\text{moy j}} = 0,03 \cdot 3216 = 96,48 \text{ Kg DBO}_5/\text{j}$
- La charge polluante éliminée
 $L_e = L_o - L_f = 386,37 - 96,48 = 289,89 \text{ Kg DBO}_5/\text{j}$
- Le rendement de l'épuration
 $\eta_{\text{ep}} = (L_o - L_f)/L_o = (289,89 / 386,37) \cdot 100 = 75\%$

a. Dimensionnement du bassin d'aération :

Le bassin d'aération est l'ouvrage le plus important dans une station d'épuration fonctionnant avec un procédé biologique, il est considéré comme les poumons de la station, c'est pour ça il doit être dimensionné avec précision ; ce bassin peut être sous forme circulaire ou sous forme rectangulaire.

Pour notre cas, on a choisi un bassin qui sera de forme rectangulaire, de longueur L et de largeur B et de hauteur H.

➤ **volume du bassin :**

$$V = L_o/C_v \dots\dots\dots (IV.16)$$

$$V = L_o/C_v = 386,37 / 1,2 = 321,98 \text{ m}^3 \Rightarrow v = 323\text{m}^3$$

➤ **La hauteur du bassin :**

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

$$H = 4\text{m et } 0,5\text{m pour le débordement}$$

➤ **surface horizontale du bassin :**

$$S_h = \frac{V}{H} = \frac{323}{4} \quad S_h = 80,75\text{m}^2$$

➤ **La largeur du bassin :**

On prend $L = 2B$, alors $S_h = 2B^2$, et $B = \sqrt{\frac{S_h}{2}}$

Enfin : $B = 6,35 \text{ m}$; on prend : **B = 7 m.**

➤ **La longueur du bassin :**

$$L = 2 * B = 14 \text{ m}$$

Alors la surface sera : $11 * 22 = 98 \text{m}^2$

La masse de boues dans le bassin :

$$X_a = \frac{L_0}{C_m} \dots\dots\dots (IV.17)$$

$$X_a = \frac{L_0}{C_m} = \frac{386,37}{0,4} = 965,93 \text{Kg}$$

Concentration de boues dans le bassin :

$$[X_a] = \frac{X_a}{V} \dots\dots\dots (IV.18)$$

$$X_a = \frac{965,93}{323} = 2,99$$

➤ **Calcul du temps de séjour :**

- Pour le débit moyen horaire

$$T_s = \frac{V}{Q_{\text{moy.h}}} \dots\dots\dots (IV.19)$$

$$T_s = \frac{323}{134} = 2 \text{h} 25 \text{ min}$$

- Pour le débit de pointe par temps sec

$$T_s = \frac{V}{Q_p} \dots\dots\dots (IV.20)$$

$$T_s = \frac{323}{254,6} = 1 \text{h} 16 \text{ min}$$

- Pour le débit diurne

$$T_s = \frac{V}{Q_d} \dots\dots\dots (IV.21)$$

$$T_s = \frac{323}{201} = 1 \text{h} 37 \text{ min}$$

a.1. Besoin en oxygène :

Les installations d'épuration biologiques fonctionnent généralement en présence d'oxygène, notant toutefois que la vitesse de dégradation dépend de la qualité d'oxygène nécessaire pour la synthèse cellulaire et la respiration endogène, cela permet de réaliser un

Chapitre IV : Dimensionnement de la station d'épuration.

bon contact entre l'air et l'eau, la vitesse de dissolution de l'oxygène dans l'eau dépend de : la température, l'altitude, le débit, la concentration de la pollution et la géométrie du bassin.

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

$$q_{o_2} = a' L_e + b' X t \quad (\text{Kg/j}) \dots\dots\dots (\text{IV.22})$$

Le : la charge DBO₅ éliminée (Kg/j)

Xt : masse totale de boues présente dans le bassin d'aération (Kg)

a' : la fraction de pollution transformé en énergie de synthèse au cours de l'épuration et c'est aussi la quantité d'oxygène à fournir aux bactéries pour qu'elles synthétisent la matière vivante à partir d'une pollution [4]

Tableau IV.IV.1 : charge massique en fonction de a' [4]

| Charge massique | 0,09 | 0,1 | 0,15 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 |
|-----------------|------|------|-------|------|-------|------|---------|
| a' | 0,66 | 0,65 | 0,63 | 0,59 | 0,56 | 0,53 | 0,5 |
| b' | 0,06 | 0,07 | 0,075 | 0,08 | 0,085 | 0,09 | 0,7à1,2 |

On a: Cm = 0,4 Kg DBO₅ /Kg MVS.j

Donc a' = 0,53

b' : coefficient cinétique de respiration endogène

Donc pour a' = 0,53, on a : b' = 0,09

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

$$q_{o_2} = (0,53 * 289,89) + (0,09 * 965,93) = 240,58 \text{ Kg O}_2/\text{j}$$

➤ **La quantité d'oxygène horaire :**

$$q_{o_2}/24 = 240,58 / 24 = 10 \text{ Kg O}_2/\text{h}$$

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

$$q_{o_2}/\text{m}^3 = 240,58 / 323 = 0,74 \text{ Kg O}_2/\text{m}^3/\text{j}$$

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

$$q_{o_2 \text{ pte}} = (a' L_e / T_d) + (b' \cdot X_a / 24) \dots\dots\dots (\text{IV.23})$$

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

Td : période diurne en heures Td = 16h

(Le = Se * Qmoy.j / Td) : la DBO₅ à éliminer en période diurne.

$$q_{o_2 \text{ pte}} = (0,53 * 289,89 / 16) + (0,09 * 965,93 / 24) = 13,22 \text{ Kg O}_2/\text{h}$$

a.2.Système d'aération :

Les dispositifs souvent utilisés dans le domaine d'épuration sont :

a.2.1.Aérateur par insufflation d'air (à air comprimé) :

L'injection d'air se fait par le fond du bassin pour assurer l'oxygénation et le brassage. On distingue trois sortes de diffuseurs.

➤ **Diffuseurs à grosses bulles :**

Du fait de la vitesse ascensionnelle élevée et de la surface de contact réduite, le rendement est faible.

Le système est robuste et permet l'utilisation de soufflantes particulièrement robustes, lorsque l'injection se fait à profondeur réduite.

➤ **Diffuseurs à moyennes bulles :**

Les bulles sont obtenues par cisaillement d'une colonne d'air par un clapet vibrant permettant d'avoir des risques d'obstruction faibles, le rendement est intermédiaire entre fines bulles et grosses bulles.

➤ **Diffuseurs à fines bulles :**

L'air est diffusé par des matériaux poreux (plastique poreux, verre filtré...) donnant des bulles de dimension millimétrique et un rendement élevé.

Ce système présente un risque de colmatage intérieur par les poussières atmosphériques et huile des surpresseurs et extérieur par les eaux usées (en cas d'arrêt de l'aérateur, ce qui permet le développement de micro-organisme sur la surface poreuse).

Le système à fines bulles est envisageable surtout pour les grandes installations très soigneusement menées pour diminuer la fréquence de ces opérations.

a.2.2.Aérateurs de surface :

Il existe deux types principaux d'aérateur de surface :

- Les appareils à axe horizontal (brosses) leurs installations s'effectuent dans les chenaux d'oxydation où elles assurent l'entraînement et la circulation du liquide autour du chenal qui est de section rectangulaire ou trapézoïdale.

L'apport spécifique varie de 1,5 à 2,0 Kg O₂/Kwat.h [7]

- Les appareils à axe vertical on les subdivise en deux types :
 - turbines lentes avec des vitesses de 40 à 100 tr/ min et des apports spécifiques brutes de 0,8 à 1,5 Kg O₂/Kwat.h [7]
 - turbines rapides (750 à 1500 tr/ mn).

Enfin on opte pour des turbines à axe vertical à la surface du liquide car elles sont moins chères, flottantes, faciles à entretenir et s'adaptent aux fluctuations des débits.

a.3.Calcul de l'aérateur de surface à installer :

a.3.1.La quantité totale d'oxygène transférée par unité de puissance dans les conditions standard (No) :

On doit tenir compte de :

- la salinité des eaux
- la température des eaux
- la concentration en oxygène dissous à y maintenir
- la pression

Elle est déterminée par la formule d'HORMANIK.

$$N_o = 1,98 \cdot 10^{-3} P_a + 1 \text{ (kg / kwh) } \dots\dots\dots \text{ (IV.24)}$$

P_a : Puissance par m² du bassin

$$P_a = (70 \div 80) \text{ w/m}^2 \text{ on prend } P_a = 80 \text{ w/m}^2$$

$$N_o = 1,98 \cdot 10^{-3} \cdot 80 + 1 = 1,16 \text{ kg O}_2/\text{kWh}$$

$$N = N_o \cdot \left(\frac{(\beta \cdot C_s - C_L) a' C^{(T-20)}}{C_s} \right) \text{ (kgo}_2 \text{ / kwh) } \dots\dots\dots \text{ (IV.25)}$$

C_L : concentration en oxygène dissout dans la masse liquide à T=25°C

$$C_L = (1,5 \div 2) \text{ mg/l. [4], on prend } C_L = 1,5 \text{ mg/l.}$$

C_s : concentration de saturation en oxygène à la surface aux conditions standards à 20°C et 760 mm de mercure.

$$C_s = 8,7 \text{ mg/l pour les aérateurs de surface [4].}$$

Et que $C = 1,02$ (coefficient de température)

L'effet des solides dissous et la concentration en matières dégradables sur la saturation en oxygène varie d'une eau usée à l'autre et doit être mesuré sur le terrain. La relation qui traduit cet effet est donnée par :

$$\beta = \frac{C_s(\text{eau usée})}{C_s(\text{eau épurée})} \dots\dots\dots \text{ (IV.26)}$$

β est de l'ordre de 0,9 [4]

a' : Coefficient global de transfert de matière de l'eau usée à celui de l'eau pure,

$$a' = 0,85 \text{ à } 0,95. \text{ [7]}$$

$$N = N_0 \cdot \left(\frac{(0,9 * 8,7 - 1,5)0,9 * 1,02^{(25-20)}}{8,7} \right) = 0,84 \text{ (kgO}_2 \text{ / kwh)}$$

a.3.2.Calcul de la puissance nécessaire à l'aération « puissance requise pour oxygénation » Wa :

$$W_a = q(O_2) \text{ pte/ N} \dots\dots\dots (IV.27)$$

$$W_a = 13,22 / 0,84 = 15,74 \text{ Kw}$$

➤ **Calcul de la puissance de brassage et le maintien des solides en suspension dans le bassin :**

$$W_n = Sh * Pa \dots\dots\dots (IV.28)$$

Où :

Sh : surface horizontale du bassin (m2)

Pa : puissance absorbée par m² du bassin (w/m²)

$$W_n = 80,75.80 / Pa = 80W/m^2$$

Donc $W_n = 6,46 \text{ Kw}$

➤ **Le nombre d'aérateurs dans le bassin :**

$$N = W_a/W_n \dots\dots\dots (IV.29)$$

$$N = 15,74 / 6,46 = 2,43 \text{ donc } N = 3 \text{ aérateurs.}$$

➤ **Besoin en énergie de l'aérateur :**

Dans les conditions normales, l'apport spécifique en énergie des aérateurs est de 1,5 Kg O₂/Kwh.

$$E = q(O_2) \text{ pte} / 1,5 \dots\dots\dots (IV.30)$$

$$E = 13,22 / 1,5 \quad E = 8,81 \text{ Kwh /h}$$

a.4.Bilan de boues :

➤ **Calcul de la quantité des boues en excès :**

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

$$\Delta X = X_{\min} + X_{dur} + a_m L_e - bX_t - X_{eff} \dots\dots\dots (IV.31) \text{ [1]}$$

Avec :

X_{\min} :Boues minérales

X_{dur} :Boues difficilement biodégradables (appelées matières dures), elles

représentent 0,3 à 0,35 de MVS. [8]

a_m :Coefficient de rendement cellulaire (g cellulaires formées/g DBO_5 éliminées)

a_m :0,55(en moyenne).puisque $0,53 < a < 0,56$

L_e :Quantité de DBO_5 à éliminer (Kg/j)

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

$$b = \frac{b'}{1,42}$$

b' :Coefficient cinétique de respiration endogène. = 0,09

$$b = \frac{0,09}{1,42} = 0,06$$

Xt :Masse totale de MVS dans le bassin(Kg)

X_{eff} :Fuite des MES avec l'effluent (dépend des normes de rejet, on adopte généralement 30mg/l).

La charge journalière en MES est 705,92 Kg/j

$$X_{min} = 0,3 * 705,92 = 211,78 \text{ Kg / j}$$

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

$$X_{dur} = 0,3 * 494,144 = 148,24 \text{ Kg / j}$$

$$a_m L_e = 0,55 * 289,89 = 159,44 \text{ Kg / j}$$

$$b Xt = 0,05 * 965,93 = 57,96 \text{ Kg / j}$$

$$X_{eff} = 0,03 * 3216 = 96,48 \text{ Kg / j}$$

Alors :

$$\Delta X = 211,78 + 148,24 + 159,44 - 57,96 - 96,48$$

$$\Delta X = 365,02 \text{ Kg / j}$$

➤ **Concentration de boues en excès :**

$$X_m = \frac{1200}{I_m} \dots\dots\dots (IV.32)$$

Avec :

X_m :Concentration de boues en excès

I_m :L'indice de Mohlman

I_m : Indique la bonne décantabilité des boues s'il se trouve dans la fourchette :(100 ÷ 150)

Cet indice représente le volume occupé par un gramme de poids sec de boues après décantation d'une demi-heure dans une éprouvette de 1 litre.

On prend : $I_m = 125$

D'où : $X_m = \frac{1200}{125}$

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

➤ **Le débit de boues en excès :**

Ce débit est donné par :

$$Q_{exés} = \frac{\Delta X}{X_m} \dots\dots\dots (IV.33)$$

$$Q_{exés} = \frac{365,02}{9,6} \Rightarrow Q_{exés} = 38,02 \text{m}^3 / \text{j}$$

➤ **Le débit spécifique par m^3 de bassin :**

$$q_{sp} = \frac{\Delta X}{V} \dots\dots\dots (IV.34)$$

V : Volume de bassin

Donc :

$$q_{sp} = \frac{365,02}{323}$$

$$q_{sp} = 1,13 \text{Kg} / \text{m}^3 \cdot \text{j}$$

➤ **Le débit des boues recyclées :**

La recirculation des boues se fait par pompage. Elle consiste à extraire les boues activées du fond de clarificateur et les envoyer en tête du bassin d'aération, afin de réensemencer celui-ci et d'y maintenir une concentration sensiblement constante en micro-organismes épurateurs.

Si la quantité de boues recyclées est insuffisante, le volume des boues stockées dans le décanteur secondaire est trop important, ce qui provoque une carence en oxygène, dans une anaérobie et dans certains cas on assiste au phénomène de dénitrification avec une remontée des boues à la surface.

Si elle est trop importante, la clarification est perturbée.

Le taux de recyclage peut varier de 15 à 100% de débit de l'effluent produit. Il est donné par l'expression suivante :

$$R = \frac{100 * [X_a]}{\frac{1200}{I_m} - [X_a]} \dots\dots\dots (IV.35)$$

R : taux de recyclage(%)

[X_a] : concentration des boues dans le bassin = 3Kg/m³

Donc :

$$R = \frac{100*3}{\frac{1200}{125} - 3} \qquad R=45,45\%$$

➤ **Le débit des boues recyclées :**

$$Q_r = R * Q_j \dots\dots\dots (IV.36)$$

Donc :

$$Q_r = 0,45 * 3216$$

$$Q_r = 1447,2m^3 / j$$

➤ **Age des boues :**

L'age des boues est défini comme étant le rapport entre la quantité de boues présentes dans le bassin d'aération et la quantité de boues retirées quotidiennement.

Donc :

$$A_b = \frac{X_a}{\Delta X} \dots\dots\dots (IV.37)$$

$$A_b = \frac{X_a}{\Delta X} = \frac{965,93}{365,02} = 2,65 \text{ jours} \quad A_b = 2 \text{ jours et } 15 \text{ heures et } 36 \text{ seconds.}$$

b. Dimensionnement du décanteur secondaire (clarificateur) :

Le clarificateur a pour but, la séparation de floc biologique de l'eau épurée.

Les boues déposées dans le clarificateur sont recyclées vers le bassin d'aération afin de maintenir une concentration quasi constante en bactéries et les boues en excès sont évacuées vers les installations de traitement de boues (épaississement, déshydratation)

Alors, on opte pour un décanteur circulaire à fond incliné, muni d'un pont racleur de fond et de surface, conduisant les boues dans les fosses d'où elles sont reprises pour le recyclage et l'extraction de la fraction en excès.

Pour le calcul du décanteur secondaire, on prend les données suivantes :

- Le temps de séjour : $t_s = (1,5-2) \text{heure}$ on prend $t_s = 2 \text{ h. [6]}$
- La vitesse ascensionnelle est de l'ordre de : $V_a = 2,5m / h$

- Le débit : $Q_{pte,p}=402 \text{ m}^3/\text{h}$.

➤ **Le volume du décanteur :**

$$V = Q t_s \dots\dots\dots (IV.38)$$

$V = 402 * 2 \Rightarrow V = 804 \text{ m}^3$ il suffit d'installer un seul décanteur.

➤ **La surface horizontale du décanteur:**

Hauteur du décanteur tel que: $H = (3 \div 5) \text{ m}$. On prend : **H=4m**

$$S_H = \frac{Q}{V_a} \dots\dots\dots (IV.39)$$

$$S_H = \frac{402}{2,5} \quad S_H = 160,8 \text{ m}^2.$$

➤ **Le diamètre du décanteur :**

$$D = \sqrt{\frac{4V}{\pi * H}} = \sqrt{\frac{4 * 402}{3,14 * 4}} = 11,31 \text{ m}.$$

On prend $D = 12 \text{ m}$

➤ **Le temps de séjour :**

$$T_s = V / Q_h \dots\dots\dots (IV.40)$$

$$T_s = 804 / 402 \quad T_s = 2 \text{ h}$$

IV.IV.2.2.Horizon 2040 :

Tableau IV.IV.2 : Les résultats de l'horizon 2040 à moyenne charge

| Désignations | Unité | 2040 |
|---|---------------------------|--------|
| Données de base | | |
| • Débit moyen journalier $Q_{moy,j}$ | m^3/j | 704,28 |
| • Débit moyen horaire $Q_{moy,h}$ | m^3/h | 29,35 |
| • Débit de pointe par temps sec $Q_{pte,s}$ | m^3/h | 50,86 |
| • Débit diurne Q_d | m^3/h | 40,02 |
| • Charge polluante à l'entrée du bassin L_o | Kg/j | 74,76 |
| • Concentration de l'effluent en DBO_5 S_o | mg/l | 106,15 |
| • La charge polluante à la sortie L_f | KgDBO_5/j | 21,13 |
| • La charge polluante éliminée L_e | KgDBO_5/j | 53,63 |
| • Le rendement de l'épuration η_{ep} | % | 71,74 |

Suite du **Tableau IV.IV.2** :

| Dimensionnement du bassin d'aération | | |
|---|------------------------------------|--------|
| • nombre de bassins | - | 01 |
| • Volume du bassin V | m ³ | 62,3 |
| • Hauteur du bassin H | m | 4 |
| • Surface horizontale du bassin Sh | m ² | 15,58 |
| • Largeur du bassin B | m | 2,8≈3 |
| • Longueur du bassin L | m | 6 |
| • La masse de boues dans le bassin Xa | Kg | 186,9 |
| • Concentration de boues dans le bassin [Xa] | | |
| • Temps de séjours Ts | Kg/m ³ | 3 |
| - débit moyen horaire | h | 2,12 |
| - débit de pointe par temps sec | h | 1,22 |
| - débit diurne | h | 1,57 |
| - Besoin en oxygène | | |
| • Quantité d'oxygène journalière q _{o2} | KgO ₂ /j | 45,24 |
| • La quantité d'oxygène horaire q _{o2} /24 | KgO ₂ /h | 1,88 |
| • La quantité d'oxygène nécessaire pour un m ³ du bassin q _{o2} /m ³ | KgO ₂ /m ³ j | 0,84 |
| • La quantité d'oxygène nécessaire en cas de pointe q _{o2} pte | KgO ₂ /h | 2,48 |
| Calcul de l'aérateur de surface à installer | | |
| • Calcul de la puissance nécessaire à l'aération Wa | Kw | 2,95 |
| • Calcul de la puissance de brassage et le maintien des solides en suspension dans le bassin Wm | Kw | 1,25 |
| • Le nombre d'aérateurs dans le bassin | - | 2,37≈3 |
| • Besoin en énergie de l'aérateur E | Kwh/h | 1,65 |

Suite du **Tableau IV.IV.2** :

| Dimensionnement du décanteur secondaire | | |
|--|-------------------|--------|
| • Volume du bassin V | m ³ | 183,34 |
| • Surface horizontale du décanteur Sh | m ² | 73,33 |
| • Hauteur du décanteur H | m | 4 |
| • Le diamètre du décanteur D | m | 7,63≈8 |
| • Le temps de séjours Ts | h | 2 |
| Bilan de boues | | |
| • Calcul de la quantité des boues en excès Δx | Kg/j | 98,79 |
| • Concentration de boues en excès X_m | Kg/m ³ | 9,6 |
| • Le débit de boues en excès Q_{exce} | m ³ /j | 10,29 |
| • Le taux de boues recyclées R | % | 45,45 |
| • Le débit des boues recyclées Q_r | m ³ /j | 320 |

IV.II.3. Etude de la variante à faible charge :

Etant donnée que les ouvrages de prétraitement ne traitent pas de la charge polluante à l'entrée de la station, leur dimensionnement reste identique à celui de la variante à moyenne charge, il s'agit des ouvrages suivants :

- le dégrilleur
- le dessableur déshuileur
- le décanteur secondaire

Le décanteur primaire peut être supprimé dans le traitement à faible charge.

Malgré qu'il n'y ait pas de rejets industriels, nous allons projeter une station par un déshuileur car les rejets domestiques, et publics renferment des graisses et des huiles.

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

Charge massique :

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

On prendra : $C_m = 0,15 \text{ Kg DBO}_5/\text{Kg MVS j}$

Charge volumique :

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

On prendra : $C_v = 0,45 \text{ Kg DBO}_5 / \text{m}^3\text{j}$

IV.II.3.1.Horizon 2030 :

➤ **Données de base :**

- Débit moyen journalier $Q_{\text{moy,j}} = 3216 \text{ m}^3/\text{j}$
- Débit moyen horaire $Q_{\text{moy,h}} = 134 \text{ m}^3/\text{h}$
- Débit de pointe par temps sec $Q_{\text{pte,s}} = 402 \text{ m}^3/\text{h}$
- Charge polluante à l'entrée du bassin $Lo = 525,17 \text{ Kg/j}$
- Concentration de l'effluent en DBO_5
 $So = Lo / Q_{\text{moy,j}} = 525,17 / 3216 = 16,33 \text{ g/l} = 0,01633 \text{ mg/l}$
- La charge polluante à la sortie ($S_f = 30 \text{ mg/l}$)
 $L_f = S_f \cdot Q_{\text{moy,j}} = 0,03 \cdot 3216 = 96,48 \text{ Kg DBO}_5/\text{j}$
- La charge polluante éliminée
 $Le = Lo - L_f = 525,17 - 96,48 = 428,69 \text{ Kg DBO}_5/\text{j}$
- Le rendement de l'épuration
 $\eta_{\text{ep}} = (Lo - L_f) / Lo = 3108,8 / 3350 = 81,63\%$

a.Dimensionnement du bassin d'aération :

➤ **Volume du bassin :**

$$V = Lo / C_v = 525,17 / 0,45 = 1167,04 \text{ m}^3$$

Il suffit de placer un seul bassin. $V = 1168 \text{ m}^3$

➤ **La hauteur du bassin :**

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

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

➤ **Surface horizontale du bassin :**

$$S_h = \frac{V}{H} = \frac{1168}{4}$$

$$S_h = 292 \text{ m}^2$$

➤ **La largeur du bassin :**

On prend : $L = 2B$; $S_h = 2B^2$, alors : $B = \sqrt{(S_h / 2)}$

$$B = 12,07 \text{ m} \text{ on prend } B = 12,5 \text{ m}$$

➤ **La longueur du bassin :**

$$L = \frac{S_h}{B} = \frac{292}{12.5} = 23,36m$$

On prend : $L = 24 m$

La masse de boues dans le bassin :

$$X_a = \frac{L_o}{C_m} = \frac{525,17}{0,15} = 3501,133Kg$$

Concentration de boues dans le bassin :

$$[X_a] = \frac{X_a}{V} = \frac{3501,133}{1168}$$

$$[X_a] = 3Kg/m^3$$

➤ **Calcul de temps de séjour :**

- Pour le débit moyen horaire

$$T_s = \frac{V}{Q_{moy.h}} = \frac{1168}{134} = 8h43min$$

- Pour le débit de pointe par temps sec

$$T_s = \frac{V}{Q_{pte.s}} = \frac{1168}{254,6} = 4h35min$$

- Pour le débit diurne

$$T_s = \frac{V}{Q_d} = \frac{1168}{201} = 5h48min$$

a.1.Besoin en oxygène :

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

$$q_{o_2} = a' L_e + b' X t \quad (Kg/j).$$

L_e : la charge DBO₅ éliminé (Kg/j) : 428,69 kg/j

$X t$: masse totale de boues présente dans le bassin d'aération (Kg)

b' : coefficient cinétique de respiration endogène $b' = 0,075 \text{ j}^{-1}$

a' : coefficient respirométrique du système cellulaire.

a' est en fonction de C_m .

Pour une valeur de C_m qui est de 0,15 ; on a : $a'=0,63$ et $b'=0,075$

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

$$q_{O_2} = (0,63 \cdot 428,69) + (0,075 \cdot 3501,133) = 532,66 \text{ Kg } O_2/j$$

➤ **La quantité d'oxygène horaire :**

$$q_{O_2} = 532,66 / 24 = 22,2 \text{ Kg } O_2/h$$

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

$$q_{O_2} \text{ m}^3 = 532,66 / 1168 = 0,46 \text{ Kg } O_2/m^3j$$

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

$$q_{O_2} \text{ pte} = (a' \cdot Le / T_d) + (b' \cdot X_a / 24)$$

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

T_d : période diurne en heures T_d = 16h

(Le = Se · Q_{moy} / T_d) : la DBO₅ à éliminer en période diurne.

$$q_{O_2} \text{ pte} = (0,63 \cdot 428,69 / 16) + (0,075 \cdot 3501,133 / 24) = 27,82 \text{ Kg } O_2/h$$

a.2.Calcul de l'aérateur de surface à installer :

➤ **La quantité totale d'oxygène transférée par unité de puissance dans les conditions standard (N₀) :**

Elle est déterminée par la formule d'HORMANIK.

$$N_{O_2} = 1,98 \cdot 10^{-3} P_a + 1 \text{ (kg / kwh)}.$$

Avec : $P_a = (70 \div 80) \text{ w/m}^2$ on prend $P_a = 80 \text{ w/m}^2$

$$N_0 = 1,98 \cdot 10^{-3} \cdot 80 + 1 = 1,16 \text{ kg } O_2/kWh$$

$$N = N_0 \left(\frac{(\beta \cdot C_s - C_L) a' C^{(T-20)}}{C_s} \right) \text{ (kg } O_2 / kwh)$$

C_L : concentration en oxygène dissout dans la masse liquide à T=25°C

C_L = (1,5 ÷ 2) mg/l. [10], on prend C_L = 1,5 mg/l.

C_S : concentration de saturation en oxygène à la surface aux conditions standards à 20°C et 760 mm de mercure.

C_S = 8,7 mg/l pour les aérateurs de surface. [4]

Et que C = 1,02 (coefficient de température)

β est de l'ordre de 0,9.

a' : Coefficient global de transfert de matière de l'eau usée à celui de l'eau épurée.

a' = 0,85 à 0,95 [9].

$$N = 1,16 \cdot \left(\frac{(0,9 \cdot 8,7 - 1,5) \cdot 0,95 \cdot 1,02^{(25-20)}}{8,7} \right) = 0,89 (\text{kgO}_2 / \text{kwh})$$

- **Calcul de la puissance nécessaire à l'aération « puissance requise pour oxygénation » W_a :**

$$W_a = q(\text{O}_2) \text{ pte} / N = 27,82 / 0,89 = 31,26 \text{ Kw}$$

- **Calcul de la puissance de brassage et le maintien des solides en suspension dans le bassin :**

$$W_m = Sh \cdot Pa$$

$$W_m = 292 \cdot 80 \cdot 10^{-3} = 23,36 \text{ Kw}$$

- **Le nombre d'aérateurs dans le bassin :**

$$N = W_a / W_m$$

$$N = 31,26 / 23,36 = 1,34 \text{ donc } N = 2 \text{ aérateurs.}$$

- **Besoin en énergie de l'aérateur :**

Dans les conditions normales, l'apport spécifique en énergie des aérateurs est de 1,5 Kg O₂/Kwh

$$E = q(\text{O}_2) \text{ pte} / 1,5 = 27,82 / 1,5$$

$$E = 18,55 \text{ Kwh / h}$$

a.3. Bilan de boues :

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

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

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

Avec :

$$X_{\min} = 0,3 \cdot 1764,4 = 529,32 \text{ Kg / j}$$

$$X_{dur} = 0,3 \cdot MVS$$

$$X_{dur} = 0,3 \cdot 1235,08 = 370,52 \text{ Kg / j}$$

$$a_m L_e = 0,55 \cdot 428,69 = 235,78 \text{ Kg / j}$$

$$b X t = 0,05 \cdot 3501,133 = 175,06 \text{ Kg / j}$$

$$X_{eff} = 0,03 \cdot 3216 = 96,48 \text{ Kg / j}$$

Alors :

$$\Delta X = 592,32 + 370,52 + 235,78 - 175,06 - 96,48$$

$$\Delta X = 927,08 \text{ Kg / j}$$

➤ **Taux de recyclage des boues :**

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

Avec :

X_m : Concentration de boues en excès

I_m : L'indice de Mohlman

I_m : Indique la bonne décantabilité des boues s'il se trouve dans la fourchette : (100 ÷ 150)

On prend : $I_m = 125$

D'où :
$$X_m = \frac{1200}{125}$$

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

➤ **Le débit de boues en excès :**

Ce débit est donné par :

$$Q_{\text{exés}} = \frac{\Delta X}{X_m} = \frac{927,08}{9,6}$$

$$Q_{\text{exés}} = 96,57 \text{ m}^3 / \text{j}$$

➤ **Le débit spécifique par m^3 de bassin :**

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

V : Volume du bassin

Donc :

$$q_{\text{sp}} = \frac{927,08}{1168}$$

$$q_{\text{sp}} = 0,79 \text{ Kg / m}^3 \cdot \text{j}$$

➤ **Le débit des boues recyclées :**

Il est donné par l'expression suivante :

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

R : taux de recyclage(%)

$[X_a]$: concentration des boues dans le bassin = 3 Kg/m³

Donc :

$$R = \frac{1003}{\frac{1200}{125} - 3} \quad R=45,45\%$$

➤ **Age des boues :**

L'âge des boues est défini comme étant le rapport entre la quantité de boues présentes dans le bassin d'aération et la quantité de boues retirées quotidiennement.

Donc :

$$A_b = \frac{X_a}{\Delta X} = \frac{3501,133}{927,08} = 3,78 \text{ jours}$$

$A_b = 3$ jours et 19 heures.

b. Décanteur secondaire (clarificateur) :

Le calcul du décanteur secondaire est identique à celui de la première variante.

IV.IV.3.2. Horizon 2040 :

Tableau IV.IV.3 : Les résultats de l'horizon 2040 à faible charge

| Désignations | Unité | 2040 |
|---|-----------------------|--------|
| Données de base | | |
| • Débit moyen journalier $Q_{moy j}$ | m ³ /j | 704,28 |
| • Débit moyen horaire $Q_{moy h}$ | m ³ /h | 29,35 |
| • Débit de pointe par temps sec $Q_{pte,s}$ | m ³ /h | 50,86 |
| • Débit diurne Q_d | m ³ /h | 40,02 |
| • Charge polluante à l'entrée du bassin L_o | Kg/j | 115,01 |
| • Concentration de l'effluent en DBO ₅ S_o | mg/l | 163,30 |
| • La charge polluante à la sortie L_f | KgDBO ₅ /j | 21,13 |
| • La charge polluante éliminée L_e | KgDBO ₅ /j | 93,88 |
| • Le rendement de l'épuration η_{ep} | % | 81,63 |

Suite du **Tableau IV.IV.3**

| Dimensionnement du bassin d'aération | | |
|---|-------------------|------------|
| • Nombre de bassin | - | 1 |
| • Volume d'un bassin V | m ³ | 255,57≈256 |
| • Hauteur du bassin H | m | 4 |
| • Surface horizontale d'un bassin Sh | m ² | 64 |
| • Largeur d'un bassin B | m | 5,66≈6 |
| • Longueur d'un bassin L | m | 10,67≈11 |
| • La masse de boues dans le bassin Xa | Kg | 766,73 |
| • Concentration de boues dans le bassin [Xa] | Kg/m ³ | 3 |
| • Temps de séjours Ts | | |
| - débit moyen horaire | h | 8,72 |
| - débit de pointe par temps sec | h | 5,033 |
| - débit diurne | h | 6,4 |
| Calcul de l'aérateur de surface à installer | | |
| • Calcul de la puissance nécessaire à l'aération Wa | Kw | 6,85 |
| • Calcul de la puissance de brassage et le maintien des solides en suspension dans le bassin Wm | Kw | 5,12 |
| • Le nombre d'aérateurs dans le bassin N | - | 2 |
| • Besoin en énergie de l'aérateur E | Kwh/h | 4,1 |
| - Dimensionnement du décanteur secondaire | | |
| • Volume du bassin V | m ³ | 183,34 |
| • Surface horizontale du décanteur Sh | m ² | 73,33 |
| • Hauteur du décanteur H | m | 4 |
| • Le diamètre du décanteur D | m | 7,63≈8 |
| • Le temps de séjours Ts | h | 2 |

Suite du **Tableau IV.IV.3**

| Bilan de boues | | |
|---|----------------------|---------|
| • Calcul de la quantité des boues en excès Δx | Kg/j | 1089,08 |
| • Concentration de boues en excès X_m | Kg/m ³ | 9,6 |
| • Le débit de boues en excès Q_{exce} | m ³ /j | 113,45 |
| • Le débit spécifique par m ³ de bassin q_{sp} | Kg/m ³ .j | 0,44 |
| • Le taux de boues recyclées R | % | 45,45 |
| • Age des boues A_b | j | 0,7 |

IV.V : La désinfection

IV.V.1.Introduction :

La désinfection des eaux usées est un traitement d'élimination durable des agents pathogènes, bactéries et virus, elle peut se pratiquer au chlore(NaClO), à l'ozone.

Le choix entre les deux types de désinfections est habituellement en défaveur de l'ozone, à cause du coût d'investissement et de maintenance.

En Algérie l'utilisation du chlore gazeux pose beaucoup de problèmes surtout la sécurité de stockage qui doit être examiné et résolu avec toute l'attention nécessaire.

Généralement la meilleure désinfection que l'on rencontre est l'eau de javel car ce dernier coûte moins cher.

➤ 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.

IV.V.2. Horizon 2030 :

On utilise une dose de chlore 10 mg/l pendant un temps de contact de 30 mn

➤ La dose journalière :

$$D_j = Q_{\text{moy}} j (\text{Cl}_2) = 3216 * 0,01 = 32,16 \text{ Kg/j}$$

IV.V.2.1.Calcul de la quantité de la javel pouvant remplacer la quantité du chlore :

On prend une solution d'hypochlorite à 20°

1° de chlorométrie → 3,17 g de Cl_2 / NaClO

20° de chlorométrie → X

$$X = 3,17 * 20 / 1 = 63,4 \text{ g de } \text{Cl}_2 / \text{NaClO}$$

IV.V.2.2.La quantité d'hypochlorite nécessaire :

1 m³ (NaClO) → 63,4 Kg de Cl_2

Q_j → 32,16 kg

$$Q_j = 32,16 / 63,4 = 0,51 \text{ m}^3 (\text{NaClO})/j = 21,14 \text{ l/h}$$

IV.V.2.3.La quantité annuelle d'hypochlorite :

$$Q_a = Q_j * 365 = 186,15 \text{ m}^3 (\text{NaClO})/an$$

IV.V.2.4. Dimensionnement du bassin de désinfection :

Q_{pte, p} = 402 m³/h (débit de pointe au temps de pluie)

T_s = 30 mn

➤ **Le volume du bassin :**

$$V = Q_{pte} * T_s = 402 * 30 / 60 = 201 \text{ m}^3$$

➤ **La hauteur du bassin :**

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

➤ **La surface horizontale :**

$$Sh = V/H = 50,25 \text{ m}^2 \approx 50,5 \text{ m}^2$$

➤ **La largeur et la longueur :**

$$\text{On prend } L = 2.B \text{ donc } B = \sqrt{(Sh / 2)} = 5,025 \text{ m} \quad B = 5,5 \text{ m}$$

$$\text{Alors : } L = 2 * 5,5 = 11 \text{ m}$$

IV.V.3.Horizon 2040 :

➤ **La dose journalière :**

$$D_j = Q_{moy} j (Cl_2) = 704,28 * 0,01 = 7,04 \text{ Kg/j.}$$

IV.V.3.1.La quantité d'hypochlorite nécessaire :

$$Q_j = 7,04 / 63,4 = 0,11 \text{ m}^3 (\text{NaClO})/j = 4,63 \text{ l/h}$$

IV.V.3.2.La quantité annuelle d'hypochlorite :

$$Q_a = Q_j * 365 = 40,15 \text{ m}^3 (\text{NaClO})/\text{an}$$

IV.V.3.3.Dimensionnement du bassin de désinfection :

$$Q_{pte} = 91,67 \text{ m}^3/\text{h} \text{ (débit de pointe au temps de pluie)}$$

$$T_s = 30 \text{ mn}$$

➤ **Le volume du bassin :**

$$V = Q_{pte} * T_s = 91,67 * 30 / 60 = 45,84 \text{ m}^3$$

➤ **La hauteur du bassin :**

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

➤ **La surface horizontale :**

$$Sh = V/H = 11,46 \text{ m}^2$$

➤ **La largeur et la longueur :**

$$\text{On prend : } B = \sqrt{(Sh / 2)} = 2,39 \text{ m} \quad B = 3 \text{ m}$$

$$\text{Alors : } L = 2 * 3 = 6 \text{ m.}$$

IV.V.4.Conclusion :

A travers les calculs effectués dans ce chapitre,

- 1- On va opter la vraie à faible charge car elle nous a données un rendement d'épuration supérieure à celle de la deuxième variante (moyenne charge) .
- 2- Dans la majorité des ouvrages nous avons choisi la forme circulaire des bassins (clarificateur, épaisseur) car cette forme facilite le déplacement des racleurs (de fond ou de surface).
- 3- Après avoir calculer les différentes surface des ouvrages on peut prévoir une superficie de « 3 ha » pour les deux horizons.

Après l'étape de la désinfection, et le dimensionnement du bassin de désinfection ; on va procéder au traitement des boues dans le chapitre suivant.

V.1.Introduction :

Le but du traitement des boues est de réduire le volume et de rendre inerte les boues. La diminution du volume est obtenue par l'élimination de l'eau. Il faut réduire la teneur en matières organiques pour éviter toute fermentation. Le choix du traitement est fonction de l'origine et de la qualité des boues.

➤ **Epaississement :**

C'est la première étape pour réduire le volume de boues et en augmenter la concentration pour permettre la déshydratation. Le concentrateur statique présente deux phases de fonctionnement.

➤ **stabilisation :**

La stabilisation est un processus qui limite les fermentations en vue de favoriser la valorisation agricole des boues. On distingue les stabilisations chimiques ou biologiques. Pour ce dernier cas, les phénomènes peuvent être aérobies ou anaérobies. Il s'agit alors de l'étape de digestion des boues.

Pour la stabilisation chimique ; Le composé de choix est la chaux vive. Son incorporation se réalise à une boue déjà floculée égouttée. Un mélange intime est indispensable. Celui-ci est obtenu avec un malaxeur à vis. L'addition de chaux provoque une forte élévation de température et par conséquent une évaporation de l'eau.

➤ **Déshydratation :**

Les procédés de déshydratation ont pour objectif de faire passer la boue de l'état liquide à une consistance plus ou moins solide, qui devra évidemment répondre aux exigences de désinfection choisie.

V.2.Variante à moyenne charge :

V.2.1.Dimensionnement pour Horizon 2030 :

V.2.1.1.Dimensionnement de l'épaississeur :

La production journalière des boues est de :

- La boue primaire $DX_p = DBO_{5e} + MESe$

$$DX_p = 138,8 + 1058,88 = 1197,68 \text{ Kg/j}$$

- Boues secondaire $DX_s = 365,02 \text{ Kg/j}$

Donc la quantité totale journalière des boues sera :

$$DX_{totale} = DX_t = 1197,68 + 365,02 = \mathbf{1562,7 \text{ Kg/j}}$$

La concentration de la boue à l'entrée de l'épaississeur :

- Pour les boues primaires $S_1 = 20$ à 30 g/l [8]

- Pour les boues secondaires $S_2 = 10$ g/l

➤ **Calcul du débit journalier reçu par l'épaississeur :**

Le débit arrivant du décanteur primaire :

$$Q_1 = DX_p / S_1 \dots\dots\dots (IV.41)$$

$$Q_1 = 1197,68 / 25 = 47,91 \text{ m}^3/\text{j}$$

Le débit arrivant du décanteur secondaire :

$$Q_2 = DX_s / S_2 \dots\dots\dots (IV.42)$$

$$Q_2 = 365,02 / 10 = 36,50 \text{ m}^3/\text{j}$$

Le débit total $Q_t = Q_1 + Q_2 = 84,41 \text{ m}^3/\text{j}$

➤ **La concentration du mélange :**

$$S = DX_t / Q_t \dots\dots\dots (IV.43)$$

$$S = 1562,7 / 84,41 = 18,51 \text{ Kg/m}^3$$

➤ **Le volume de l'épaississeur :**

$$V = Q_t * T_s = 84,41 * 2 = 168,82 \text{ m}^3 \qquad \qquad \qquad V = 168,82 \text{ m}^3$$

T_s : temps de séjours = 2 j (1 à 15 j).

➤ **La surface horizontale :**

Pour une profondeur de $H = 4$ m on calcule :

$$Sh = V / H = 168,82 / 4 = 42,21 \text{ m}^2$$

➤ **Le diamètre :**

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Sh}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 * 42,21}{3,14}} = 7,33 \text{ m} \qquad \qquad \qquad D = 8 \text{ m}$$

V.2.1.2. Dimensionnement du digesteur :

Dans le but de diminuer le volume des boues et augmenter leurs quantités, les boues épaissies arrivent au digesteur avec une concentration de 80 g/l [8]

➤ **Le débit des boues arrivant au digesteur**

$$Q_d = DX_t / 80 = 1562,7 / 80 = 19,53 \text{ m}^3/\text{j}$$

➤ **Le temps de séjour du digesteur :**

$$T_s = 175 * 10^{(-0,03 \cdot t)} \quad / t = 35^\circ\text{C}$$

$$T_s = 15,6 \text{ jours [6]}$$

➤ **Le volume du digesteur :**

$$V_d = Q_d * T_s = 19,53 * 15,6 = 304,67 \text{ m}^3$$

On prend $V_d = 305 \text{ m}^3$

➤ **Le diamètre du digesteur :**

$$Dd = \sqrt{\frac{Vd.4}{\pi.H}} = \sqrt{\frac{4*305}{3,14*3}} = 11,38 \text{ m on prend : } Dd = 12 \text{ m} \quad / \quad H = 3 \text{ m}$$

➤ **La surface horizontale :**

$$Sh = \frac{\pi.D^2}{4} = \frac{3,14*12^2}{4} = 113,09 \text{ m}^2$$

➤ **La quantité de matières sèches des boues fraîches :**

$$Fg = Qd .Fs . Ks \dots\dots\dots (IV.44)$$

Ks : poids spécifique de la matière sèche de la boue fraîche

$$Ks = 1 \text{ tonne /m}^3$$

Fs : la teneur en matières solides

$$Fs = 3 \text{ à } 4\% \text{ on prend } 4\%$$

$$\text{Donc : } Fg = 19,53 . 1 . 0,04 = 0,78 \text{ tonne /j}$$

➤ **La quantité de matière organique dans la boue fraîche :**

Elle présente 60% de la quantité des matières sèches des boues fraîches

$$Fo = 0,6 . Fg = 0,6 . 0,78 = 0,57 \text{ T /j}$$

➤ **La quantité de gaz produite :**

Elle est donnée par la formule suivante :

$$Q_{\text{gaz}} = 138 (t^\circ)^{1/2} . Fo = 138 (35)^{1/2} 0,57 = 465,36 \text{ m}^3/\text{j}$$

➤ **La quantité moyenne du gaz :**

On prendra 75% du gaz théorique

$$Q'_{\text{gaz}} = 0,75 . Q_{\text{gaz}} = 0,75 . 465,36 = 349 \text{ m}^3/\text{j}$$

➤ **La quantité du méthane (CH₄):**

$$Q_{\text{CH}_4} = (0,6 \text{ à } 0,65) Q'_{\text{gaz}} \text{ on prend } Q_{\text{CH}_4} = 0,6 Q'_{\text{gaz}}$$

$$Q_{\text{CH}_4} = 0,6 . 349 = 209,4 \text{ m}^3/\text{j}$$

➤ **La quantité du gaz carbonique CO₂ :**

$$Q_{\text{CO}_2} = (0,3 \text{ à } 0,35) Q'_{\text{gaz}} \text{ on prend } Q_{\text{CO}_2} = 0,35 Q'_{\text{gaz}}$$

$$Q_{\text{CO}_2} = 0,35 . 349 = 122,15 \text{ m}^3/\text{j}$$

➤ **La quantité restante de gaz :**

Les 5% sont constituées par l'autre gaz (NH₂, H₂...)

$$Q_{\text{rest}} = 0,05 . Q'_{\text{gaz}} = 0,05 . 349 = 17,46 \text{ m}^3/\text{j}$$

➤ **La quantité minérale dans la boue :**

$$Fm = Fg - Fo = 0,78 - 0,57 = 0,21 \text{ T/j}$$

➤ **La quantité de boues digérées :**

Elle est donnée par l'expression suivante (Qr)

$$Q_r = F_{gf} \left(\frac{1}{d_g} f_g + \frac{1}{d_{ff}} + \frac{1}{d_f} \right) \dots \dots \dots (IV.45)$$

Avec:

- **f_g** : teneur en matière solide dans la boue digérée
- **f_g = 10%**
- **d_{ff}** : poids spécifique de la matière sèche de la boue digérée **d_{ff} = 2 T/m³**
- **d_g**: poids spécifique de l'eau en excès dans le digesteur **d_g = 1T/ m³**
- **F_{gf} = F_m + F_o (1-0,138T^{1/2}) = 0,21 + 0,57(1 -0,138 . 35^{1/2})**
- **F_{gf} = 0,31T/j**
- **Q_r = 0,31 (1/1 . 0,1 + 1/ 2 +1 / 1) = 3,62 m³/j**

V.2.1.3.Dimensionnement des lits de séchage :

Le dimensionnement de cet ouvrage se fait par la quantité de boues refoulées vers l'épaississeur qui est égale à 365,02 Kg/j

➤ **Le volume d'un lit :**

e : l'épaisseur maximale des boues qui est comprise entre 20 à 30 cm [5]

On prend : e =20 cm

La longueur L = (20 à 30) m

On prend : L = 20 m, H = 1 et B = 12 m

$$V = 12 * 20 * 0,2 = 48 \text{ m}^3$$

La concentration de boues activées épaissies est de 20 à 50 g/l [10]

En prenant une concentration de 25 g/l le volume journalier des boues épandues sera :

$$V_e = \frac{365,02}{25} = 14,6 \text{ m}^3/\text{j}$$

➤ **Volume des boues épandues par lit et par an :**

On admet que le lit sert 10 fois par an donc :

$$V_a = 10 * V = 10 * 48 = 480 \text{ m}^3$$

➤ **Volume de boue à sécher par an :**

$$V_{an} = 14,6 * 365 = 5329,29 \text{ m}^3/\text{an}$$

➤ **Nombre de lits nécessaires :**

$$N = V_{an} / V_a = 5329,29 / 480 \qquad N = 12 \text{ lits}$$

La surface totale des lits de séchage sera : $S_T = 12 * 240 = 2880 \text{ m}^2$

V.2.2.Dimensionnement pour Horizon 2040 :

V.2.2.1.Dimensionnement de l'épaississeur :

La production journalière des boues est de :

- La boue primaire $DX_p = DBO_{5e} + MESe$

$$DX_p = 40,25 + 293,46 = 333,71 \text{ Kg/j}$$

- Boues secondaire $DX_s = 98,79 \text{ Kg/j}$

Donc la quantité totale journalière des boues sera :

$$DX_{totale} = DX_t = 333,71 + 98,73 = 432,44 \text{ Kg/j}$$

➤ **Calcul du débit journalier reçu par l'épaississeur :**

Le débit arrivant du décanteur primaire :

$$Q_1 = DX_p / S_1 = 333,71 / 25 = 13,35 \text{ m}^3/\text{j}$$

Le débit arrivant du décanteur secondaire :

$$Q_2 = DX_s / S_2 = 98,79 / 10 = 9,88 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$\text{Le débit total } Q_t = Q_1 + Q_2 = \mathbf{23,23 \text{ m}^3/\text{j}}$$

➤ **La concentration du mélange :**

$$S = DX_t / Q_t = 432,44 / 23,23 = 18,61 \text{ Kg/m}^3$$

➤ **Le volume de l'épaississeur :**

$$V = Q_t * T_s = 23,23 * 2 = 46,46 \text{ m}^3 \quad \text{on prend : } V = 47 \text{ m}^3$$

➤ **La surface horizontale :**

Soit une hauteur de $H = 4 \text{ m}$

$$S_h = V / H = 47 / 4 = 11,75 \text{ m}^2$$

➤ **Le diamètre :**

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot S_h}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 11,75}{3,14}} = 3,87 \text{ m}, \text{ on prend : } D = 4 \text{ m.}$$

V.2.2.2.Dimensionnement du digesteur :

➤ **Le débit des boues arrivant au digesteur**

$$Q_d = DX_t / 80 = 432,44 / 80 = 5,4 \text{ m}^3/\text{j}$$

➤ **Le temps de séjour du digesteur :**

$$T_s = 175 * 10^{(-0,03 \cdot t)} \quad / t = 35^\circ\text{C}$$

$$T_s = 15,6 \text{ jours [6]}$$

➤ **Le volume du digesteur :**

$$V_d = Q_d * T_s = 5,4 * 15,6 = 84,24 \text{ m}^3$$

➤ **Le diamètre du digesteur :**

$$Dd = \sqrt{\frac{Vd * 4}{\pi * H}} = \sqrt{\frac{4 * 84,24}{3,14 * 3}} = 5,97 \text{ m on prend : } Dd = 6 \text{ m} \quad / \quad H = 3 \text{ m}$$

➤ **La surface horizontale :**

$$Sh = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3,14 * 6^2}{4} = 28,27 \text{ m}^2$$

➤ **La quantité de matières sèches des boues fraîches :**

$$Fg = Qd \cdot Fs \cdot Ks$$

Ks : poids spécifique de la matière sèche de la boue fraîche

$$Ks = 1 \text{ tonne /m}^3$$

Fs : la teneur en matières solides

$$Fs = 3 \text{ à } 4\% \text{ on prend } 4\%$$

$$\text{Donc : } Fg = 5,38 \cdot 1 \cdot 0,04 = 0,22 \text{ tonne /j}$$

➤ **La quantité de matière organique dans la boue fraîche :**

Elle présente 60% de la quantité des matières sèches des boues fraîches

$$Fo = 0,6 \cdot Fg = 0,6 \cdot 0,22 = 0,13 \text{ T /j}$$

➤ **La quantité de gaz produite :**

Elle est donnée par la formule suivante :

$$Q_{\text{gaz}} = 138 (t^\circ)^{1/2} \cdot Fo = 138 (35)^{1/2} \cdot 0,13 = 107,77 \text{ m}^3/\text{j}$$

➤ **La quantité moyenne du gaz :**

On prendra 75% du gaz théorique

$$Q'_{\text{gaz}} = 0,75 \cdot Q_{\text{gaz}} = 0,75 \cdot 107,77 = 80,83 \text{ m}^3/\text{j}$$

➤ **La quantité du méthane (CH₄):**

$$Q_{\text{CH}_4} = (0,6 \text{ à } 0,65) Q'_{\text{gaz}} \text{ on prend } Q_{\text{CH}_4} = 0,6 Q'_{\text{gaz}}$$

$$Q_{\text{CH}_4} = 0,6 \cdot 80,83 = 48,5 \text{ m}^3/\text{j}$$

➤ **La quantité du gaz carbonique CO₂ :**

$$Q_{\text{CO}_2} = (0,3 \text{ à } 0,35) Q'_{\text{gaz}} \text{ on prend } Q_{\text{CO}_2} = 0,35 Q'_{\text{gaz}}$$

$$Q_{\text{CO}_2} = 0,35 \cdot 80,83 = 28,29 \text{ m}^3/\text{j}$$

➤ **La quantité restante de gaz :**

Les 5% sont constituées par l'autre gaz (NH₂, H₂...)

$$Q_{\text{rest}} = 0,05 \cdot Q'_{\text{gaz}} = 0,05 \cdot 80,83 = 4,04 \text{ m}^3/\text{j}$$

➤ **La quantité minérale dans la boue :**

$$F_m = F_g - F_o = 0,22 - 0,13 = \mathbf{0,09 \text{ T/j}}$$

➤ **La quantité de boues digérées :**

Elle est donnée par l'expression suivante (Q_r)

$$Q_r = F_{gf} \left(\frac{1}{d_g} + \frac{1}{d_{ff}} + \frac{1}{d_f} \right)$$

Avec:

- f_g : teneur en matière solide dans la boue digérée
- $f_g = 10\%$
- d_{ff} : poids spécifique de la matière sèche de la boue digérée $d_{ff} = 2 \text{ T/m}^3$
- d_g : poids spécifique de l'eau en excès dans le digesteur $d_g = 1 \text{ T/m}^3$
- $F_{gf} = F_m + F_o (1 - 0,138 T^{1/2}) = 0,09 + 0,13(1 - 0,138 \cdot 35^{1/2})$
- $F_{gf} = \mathbf{0,11 \text{ T/j}}$
- $Q_r = 0,11 \left(\frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \frac{1}{1} \right) = \mathbf{1,31 \text{ m}^3/\text{j}}$

V.2.2.3. Dimensionnement des lits de séchage :

Le dimensionnement de cet ouvrage se fait par la quantité de boues refoulées vers l'épaisseur qui est égale à 98,79 Kg/j

➤ **Le volume d'un lit :**

e : l'épaisseur maximale des boues qui est comprise entre 20 à 30 cm [5]

On prend : $e = 20 \text{ cm}$

La longueur $L = (20 \text{ à } 30) \text{ m}$

On prend : $L = 20 \text{ m}$, $H = 1 \text{ m}$ et $B = 12 \text{ m}$

$$V = 12 * 20 * 0,2 = 48 \text{ m}^3$$

La concentration de boues activées épaissies est de 20 à 50 g/l [10]

On prenant une concentration de 25 g/l le volume journalier des boues épandues sera :

$$V_e = \frac{98,79}{25} = 3,95 \text{ m}^3/\text{j}$$

➤ **Volume des boues épandues par lit et par an :**

On admet que le lit sert 10 fois par an donc :

$$V_a = 10 * V = 10 * 48 = 480 \text{ m}^3$$

➤ **Volume de boue à sécher par an :**

$$V_{an} = 3,95 * 365 = 1442,33 \text{ m}^3/\text{an}$$

➤ **Nombre de lits nécessaires :**

Chapitre V : Le traitement des boues

$$N = V_{an} / V_a = 1442,33 / 480$$

$$N = 3 \text{ lits}$$

La surface totale des lits de séchage sera : $S_T = 3 * 240 = 720 \text{ m}^2$

Tableau V.1 : Tableau récapitulatif des résultats à moyenne charge

| Désignations | Unité | 2030 | 2040 |
|---|-------------------|--------|--------|
| Dimensionnement de l'épaississeur | | | |
| Concentration à l'entrée de l'épaississeur pour DI | g/l | 25 | 25 |
| Concentration à l'entrée de l'épaississeur pour DII | g/l | 10 | 10 |
| Débit journalier reçu par l'épaississeur | Kg/j | 84,41 | 23,23 |
| Temps de séjour | J | 2 | 2 |
| Volume | m ³ | 168,82 | 47 |
| Hauteur | m | 4 | 4 |
| Surface | m ² | 42,21 | 11,75 |
| diamètre | m | 8 | 4 |
| Dimensionnement du digesteur | | | |
| Débit des boues arrivant au digesteur | m ³ /j | 19,53 | 5,4 |
| Temps de séjour du digesteur | j | 15.6 | 15.6 |
| Volume | m ³ | 305 | 84,24 |
| Diamètre | m | 12 | 6 |
| Surface horizontale | m ² | 113,09 | 28,27 |
| Quantité de matières sèches des boues fraîches | T/j | 0,78 | 0,22 |
| Quantité de matière organique des boues fraîches | T/j | 0,57 | 0,13 |
| Quantité du gaz produite | m ³ /j | 465,36 | 107,77 |
| Quantité moyenne du gaz | m ³ /j | 349 | 80,83 |
| Quantité du méthane | m ³ /j | 209,4 | 48,5 |

Chapitre V : Le traitement des boues

| | | | |
|----------------------------|-------------------|--------|-------|
| Quantité du gaz carbonique | m ³ /j | 122,15 | 28,29 |
| Quantité restante de gaz | m ³ /j | 17,46 | 4,04 |

| | | | |
|--------------------------------|-------------------|------|------|
| Quantité minérale dans la boue | T/j | 0,21 | 0,09 |
| Quantité de boues digérées | m ³ /j | 3,62 | 1,31 |

Dimensionnement du lit de séchage

| | | | |
|--------------------------------------|-------------------|------|------|
| Longueur | m | 20 | 20 |
| Largeur | m | 12 | 12 |
| Hauteur | m | 1 | 1 |
| Hauteur de boue dans le lit | m | 0.2 | 0.2 |
| Volume | m ³ | 48 | 48 |
| Volume journalier des boues épandues | m ³ /j | 14,6 | 3,95 |
| Surface totale | m ² | 2880 | 720 |
| Nombre de lits | - | 12 | 3 |

V.3. Variante à faible charge :

Pour ce qui concerne les boues provenant d'un traitement par boues activées à faible charge sont fortement minéralisées. Donc, il n'est pas nécessaire de les traiter dans les digesteurs, la filière choisie pour le traitement de ces boues est composé des étapes suivantes :

- L'épaississement ;
- Déshydratation naturelle (lits de séchage).

Les résultats de calcul sont représentés dans le tableau qui vient après :

Tableau V.2 : Calcul des ouvrages de traitement à faible charge

| Désignations | Unité | 2030 | 2040 |
|--|-------------------|--------|--------|
| Dimensionnement de l'épaississeur | | | |
| Concentration à l'entrée de l'épaississeur | g/l | 10 | 10 |
| Débit journalier reçu par l'épaississeur | M ³ /j | 92,71 | 108,91 |
| Temps de séjour | J | 2 | 2 |
| Volume | m ³ | 185,42 | 217,82 |
| Hauteur | m | 3 | 3 |
| Surface | m ² | 61,81 | 72,61 |
| diamètre | m | 9 | 10 |
| Dimensionnement du lit de séchage | | | |
| Longueur | m | 20 | 20 |
| Largeur | m | 12 | 12 |
| Hauteur | m | 1 | 1 |
| Hauteur de boue dans le lit | m | 0.2 | 0.2 |
| Volume | m ³ | 48 | 48 |
| Volume journalier des boues épandues | m ³ /j | 37,08 | 43,56 |
| Surface totale | m ² | 6960 | 8160 |
| Nombre de lits | - | 29 | 34 |

V.3.Conclusion :

Le but principal de ces traitements est la valorisation en agriculture pour l'amendement des sols comme engrais. En Algérie l'utilisation des boues comme élément fertilisant est mal connu malgré que les boues soient données gratuitement, et le seul frais à déboursé est le transport.

VI.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous allons procéder au calcul des ouvrages qui assurent la circulation de l'eau d'un bassin à un autre, Ces calculs auront pour but le dimensionnement des différentes conduites de rejet, conduites reliant les ouvrages ainsi que le déversoir d'orage qui sera appelé à régulariser les apports qui rentre a la station.

Les cotes de radier et piézométriques des différents ouvrages sont a déterminées pour assurer le bon fonctionnement de la station de point de vue hydraulique.

Le dimensionnement adéquat de ces ouvrages est tributaire du débit de pointe en tenant compte de la dilution.

Afin de ne pas affecter le rendement épuratoire de la station d'épuration ; ces derniers doivent être adéquatement dimensionnés.

VI.2.Déversoir d'orage

Un déversoir d'orage est un dispositif dont la fonction essentielle est d'évacuer les points exceptionnels des débits d'orage vers le milieu récepteur et vers la station d'épuration. C'est donc un ouvrage destiné à décharger le réseau d'un certain volume d'eaux pluviales, de manière à réagir sur l'économie du projet en réduisant les dimensions des conduites à son aval.

VI.2.1. Type de déversoir d'orage

Le choix du type de déversoir ne se fera pas à la base de connaissances de son mode de calcul, mais en tenant compte du régime d'écoulement, des niveaux d'eau de l'émissaire, de la position de l'exutoire et de la topographie du terrain.

Dans notre projet, on optera pour le déversoir d'orage à seuil latéral (voir figure VI.1), car notre terrain est caractérisé par une faible pente par rapport à la position de l'exutoire, ce genre de déversoir d'orage présente une facilité d'entretien et d'exploitation.

Le déversoir d'orage sera placé en amont de la station avant le degriilleur.

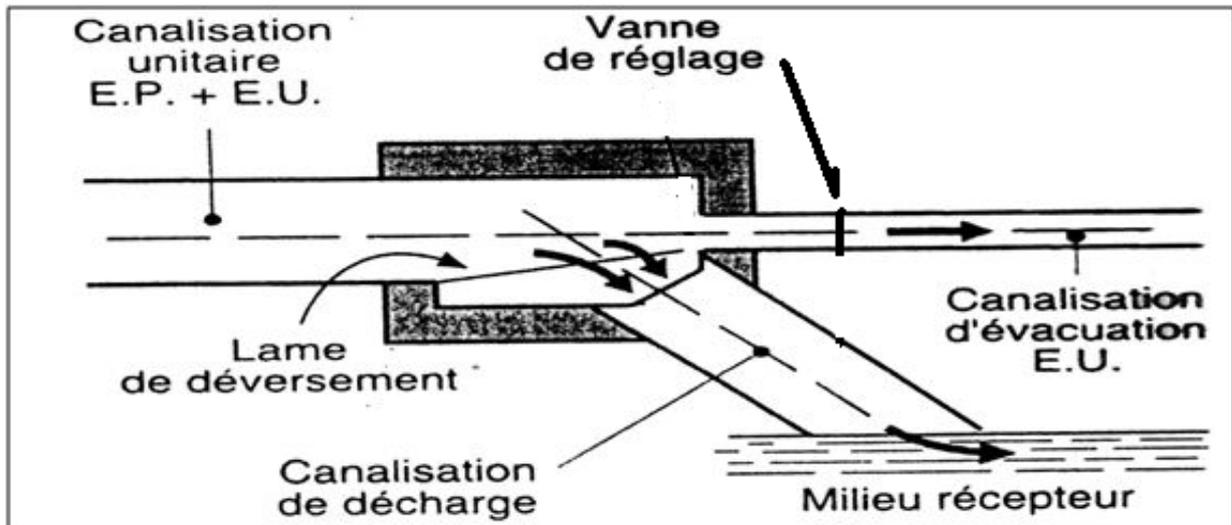


Figure VI.1 : schéma d'un déversoir d'orage type latéral.

VI.2.2. calcul du déversoir d'orage

Après avoir calculé le débit au temps de pluie (en tient compte de la dilution) on a :

- Le débit acheminé vers la station d'épuration: $Q_{pte,p} = 0.137 \text{ m}^3/\text{s}$.
- Le débit pluvial $Q_{pl}=1204,6 \text{ l/s}$ | (la source : DRE de SAIDA)

- Débit en temps sec arrivant à la station :

$$Q_{pte,s} = 84,85 \text{ l/s}$$

- Débit en temps pluvial arrivant à la station (dilution par 3):

$$Q_{pte,p} = 137,13 \text{ l/s}$$

a. A l'amont du déversoir

$$Q_C = Q_{pte,s} + Q_{pl} = 0,085 + 1,205 = 1,29 \text{ m}^3/\text{s}.$$

$$Q_v = 1.29 \text{ m}^3/\text{s}; \quad I = 0.9 \text{ \%}.$$

❖ D'après l'abaque de Bazin (Annexes 01 et 02)

- ✓ $D_e = 1000 \text{ mm}$ (diamètre à l'entrer du déversoir).
- ✓ $Q_{ps} = 1.58 \text{ m}^3/\text{s}$ (débit à pleine section).

Avec les paramètres hydrauliques :

- ✓ $r_Q = Q_v/Q_{ps} = 0.816$ (rapport des débits).
- ✓ $r_H = H_e/D_e = 0.67 \Rightarrow H_e = 0.67 \cdot 1000 = 670 \text{ mm}$ (hauteur de remplissage).

b. A l'aval du déversoir (vers la station)

- ✓ $Q_{pte,p} = 0,137 \text{ m}^3/\text{s}$
- ✓ $I = 0,9 \%$

❖ **D'après l'abaque de Bazin (Annexes 01 et 02)**

- ✓ $D_s = 500 \text{ mm}$.
- ✓ $Q_{ps} = 0.235 \text{ m}^3/\text{s}$.

Avec les paramètres hydrauliques :

- ✓ $r_Q = Q_{pte,p} / Q_{ps} = 0.58$ (rapport des débits).
- ✓ $r_H = H_s / D_e = 0.54 \Rightarrow H_s = 0.54 * 500 = 270 \text{ mm}$ (hauteur de remplissage)

c. Le débit déversé vers le milieu exutoire (Q_d)

$$Q_{dev} = Q_v - Q_{pte,p} = 1,29 - 0,137 = 1,153 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\mathbf{Q_{dev} = 1,153 \text{ m}^3/\text{s}}$$

d. Dimensionnement du déversoir d'orage

- ✓ La hauteur d'entrée $H_e = 670 \text{ mm}$
- ✓ La hauteur de sortie $H_s = 270 \text{ mm}$
- ✓ La lame d'eau déversée est donnée par :

$$H_d = (H_e - H_s) / 2 \dots\dots\dots (VI.1)$$

$$H_d = (670 - 270) / 2 = 200 \text{ mm}$$

La largeur du seuil déversant

$$Q_{dev} = (2/3) * m * b * H_d (2g * H_d)^{0,5} \dots\dots\dots (VI.2)$$

$$\text{Donc } b = 3 * Q_d / 2 * m * (2g)^{1/2} * H_d^{3/2} \dots\dots\dots (VI.3)$$

Avec :

- ✓ **m** : coefficient de débit dépend de la forme du seuil et varie également suivant la hauteur de la lame d'eau déversée pour les crêtes minces $m = 0,6$
- ✓ **g** : L'accélération de la pesanteur m^2/s .

$$b = 3 * (1,153) / 2 * (0,6) * (2 * 9,81)^{1/2} * 0,2^{3/2} = 2,32\text{m} \qquad \mathbf{b = 3 \text{ m}}$$

VI.3. Dimensionnement de la conduite de fuite :

C'est une conduite qui sert à évacuer l'eau de pluie rejetée par le déversoir d'orage vers l'oued ainsi pour avoir un bon écoulement, cette conduite doit être en béton.

On impose une pente de 1,5%

$$Q_d = 1,153 \text{ m}^3/\text{s}$$

❖ D'après l'abaque de Bazin (Annexes 01 et 02)

✓ $D_d = 900 \text{ mm}$

✓ $Q_{ps} = 1,53 \text{ m}^3/\text{s}$

Avec les paramètres hydrauliques :

✓ $rQ = 0,75$

✓ $r_h = 0,638$

VI.4. Dimensionnement de la conduite By-pass :

Cette conduite est appelée à véhiculer un débit de $Q_{pte,p} = 0,137 \text{ m}^3/\text{s}$ sous une pente de 1,5% et elle devrait intervenir lors d'un danger sur la station, et l'eau est dirigée vers la station de relevage vers le milieu récepteur. Comme on doit avoir une grille de même dimension que le dégrilleur

$$Q_{pte,p} = 0,137 \text{ m}^3/\text{s} \quad \text{et} \quad I = 1,5\%$$

❖ D'après l'abaque de Bazin (Annexes 01 et 02)

✓ $D_d = 400 \text{ mm}$

✓ $Q_{ps} = 0,164 \text{ m}^3/\text{s}$

Avec les paramètres hydrauliques :

✓ $rQ = 0,834$

✓ $r_h = 0,684$

VI.5. Relevage

VI.5.1. Dimensionnement du puisard

Le puisard est de forme rectangulaire ;

$$V = Q_{pte,p} * ts / h \dots\dots\dots (VI.4)$$

Avec :

- ✓ $Q_{pte,p}$: Débit total pompé.
- ✓ ts : temps de séjour ($ts=10$ minutes)
- ✓ La hauteur du puisard ne doit pas dépasser 5m, ($2m \leq H \leq 5m$)

A. Volume

$$V = Q_{pte,p} * ts / 4$$

✓ $Q_{pte,p} = 493,67 \text{ m}^3/\text{h}$.

✓ $V = 493,67 * 10 / 60 * 4 = 20,57 \text{ m}^3$ **V=20.57 m³**

B. Surface

$$S = V/H \dots\dots\dots (VI.5)$$

On prend **H= 3m**.

$$\text{D'où } S = \frac{20,57}{3} = 6.86 \text{ m}^2$$

C. Largeur

On fixe la longueur $L=2$ m et on trouve la largeur

$$S_{\text{puisard}} = B * L \dots\dots\dots (VI.6)$$

B : Largeur

L : longueur

$$L = 2 \text{ m et } B = 3.42 \text{ m}$$

VI.5.2. La conduite de refoulement

On a : $Q_{pte,p} = 493,67 \text{ m}^3/\text{h}$.

D'après la formule de BONNIN

$$D_{\text{éco}} = \sqrt[3]{\frac{Q_p}{V}} \quad (\text{m}) \dots\dots\dots (\text{VI.7})$$

$$Q_{pte,p} = 0.137 \text{ m}^3/\text{s} \quad \Rightarrow \quad \mathbf{D_{\text{éco}} = 0,4 \text{ m}}$$

Donc le diamètre normalisé est : **D = 400 mm**

La vitesse d'écoulement est :

$$V = 4 \cdot Q / \pi \cdot D^2 \dots\dots\dots (\text{VI.8})$$

$$\mathbf{V = 1,09 \text{ m / s}}$$

VI.5.3. Calcul de la hauteur manométrique de la pompe :

$$H = H_g + \Sigma h_{p \text{ lin}} + \Sigma h_{p \text{ sin}} + P_{exh} \dots\dots\dots (\text{VI.9})$$

Où H : pertes de charge totale dans la conduite sous pression, m ;

H_g : différence des cotes (partie souterraine et surface), m ;

$\Delta H = \Sigma h_{p \text{ lin}} + \Sigma h_{p \text{ sin}}$: pertes de charge linéaire et singulière = 1,05 $\Sigma h_{p \text{ lin}}$

P_{exh} - pression a l'exhaure $P_{exh} = (1 ; 1,5) \text{ m}$

Les pertes de charge en longueur feront :

Le refoulement se fera avec une conduite de $D = 400\text{mm}$ et d'une longueur de 7 m vers les dégrilleurs.

$$H_g = h_2 - h_1 = 614,58 - 607,71 = \mathbf{6,87 \text{ m}} \dots\dots\dots (\text{VI.10})$$

✓ H_g : Hauteur géométrique

✓ h_1 : cote au niveau de la bache de réception.

✓ h_2 : cote au niveau de l'ouvrage d'entrée (dégrilleur).

L'expression de perte de charge linéaire s'écrit :

$$\Delta H = 8\lambda \frac{LQ^2}{\pi^2 gD^5} \dots\dots\dots (VI.11)$$

λ : coefficient de perte de charge

Q : débit pompé qui est de **0.137 m³/s.**

L : longueur de la conduite qui est de **7 m.**

D : diamètre de la conduite **400 mm.**

Donc :

$$\lambda = (1,14 - 0,86 \ln \frac{\epsilon}{D})^2 \dots\dots\dots (VI.12)$$

$$\lambda = 0,025$$

$$\Delta H = \left(\frac{8 \cdot 0,025 \cdot 7 \cdot 0,137^2}{10 \cdot 9,81 \cdot 0,4^5} \right) = 0,0262 \text{ m} \quad \Rightarrow \quad \Delta H = \mathbf{0,0262 \text{ m}}$$

$$\text{HMT} = 6,87 + 0,0262 + 1,5 = \mathbf{8,4 \text{ m}} \quad \Rightarrow \quad \text{HMT} = \mathbf{8,4 \text{ m}}$$

VI.5.4. Choix de la pompe

On utilise des pompes d'assainissement pour le relevage des eaux usées du puisard vers l'ouvrage d'entrée. Donc pour choisir le type de pompe on utilise le catalogue **KSB (logiciel KSB).**

Tableau VI.1 : caractéristiques de la pompe choisi

| Var | N | Q _{cal} = Q _f /n (m ³ /h) | HMT (m) | Pompe choisie | η (%) | Nombre de tours (tr/min) | D ₂ (mm) | P _{abs} (Kw) | (NPSH) _r (m) |
|-----|---|--|------------|----------------------------------|----------|--------------------------------|------------------------|--------------------------|----------------------------|
| 1 | 1 | 493,2 | 8.43 | Amarex KRT250- 401/206XG-S | 70.2 | 960 | 250 | 16.1 | 2.86 |

Le nombre de pompe est de 2, (1+1) une qui fonctionne et une autre de secoure identiques.

VI.6.Profil hydraulique

Le profil hydraulique consiste à calculer les différents niveaux d'eau le long de la chaîne de traitement, qui nous renseignent sur la position de la ligne de charge.

Les Cotes moyennes du terrain naturel des zones d'implantation des ouvrages sont représentées sur le tableau ci –dessous :

Tableau VI.2: Cotes moyennes du terrain naturel d'implantation des différents ouvrages de la station.

| Désignation des ouvrages | Cotes du terrain naturel (m) |
|--------------------------|------------------------------|
| Dégrilleur | 614.17 |
| Déssableur-déshuileur | 613.5 |
| Bassin d'aération | 614.56 |
| Décanteur secondaire | 614 |
| Bassin de désinfection | 613,29 |

VI.6.1. Calcul des pertes de charges, diamètres et des longueurs des conduites reliant les ouvrages de la station d'épuration :

Pour calculer les pertes de charge dans les conduites on utilisera la formule de Darcy définie par :

$$\Delta H = 8\lambda \frac{LQ^2}{\pi^2 gD^5}$$

Pour cela on doit connaître les paramètres suivants :

- Les longueurs des conduites (qui peuvent être déduites du schéma d'implantation donc peuvent être calculées).
- Les diamètres des conduites.
- Le débit qui est connu.
- La nature du matériau : on utilisera le béton.

VI.6.1.1. Calcul des longueurs des conduites reliant les ouvrages :

Pour tous nos calculs on utilisera les longueurs équivalentes pour tenir compte des pertes de charges singulières.

$$L_{eq} = 1,15 * L_{réelle} \dots \dots \dots (VI.13)$$

Toutes les canalisations seront dimensionnées de façon qu'on leur impose une pente de 1,5% pour permettre un bon écoulement de l'eau et assurer l'autocurage avec une vitesse minimale de 0,6 m/s et éviter l'abrasion pour les vitesses supérieures à 5 m/s.

Les longueurs sont représentées sur le tableau suivant :

Tableau VI.3 : Longueurs réelles des conduites entre les ouvrages de la STEP.

| Ouvrages | L réelle (m) | Léq |
|--|--------------|-------|
| Dégrilleur -Déssableur-déshuileur | 7 | 8,05 |
| Déssableur-déshuileur - Bassin d'aération | 13 | 14,95 |
| Bassin d'aération - Décanteur II | 24 | 27,6 |
| Décanteur II - Bassin de désinfection | 21.2 | 24,38 |

VI.6.1.2.Calcul des diamètres des conduites reliant les ouvrages ainsi que les pertes de charges :

➤ **Conduite dégrilleur- déssableur :**

$Q_{pte, p} = 0,137 \text{ m}^3/\text{s}$ et d'après l'abaque de Bazin (01) on aura : **D = 400 mm**

$$Leq = 8,05 \text{ m} \quad \lambda = (1,14 - 0,86 \ln \frac{\epsilon}{D})^{-2}$$

Puisque le béton à une rugosité de 1 mm donc :

$$\lambda = 0,025$$

$$\Delta H = 8.0,025 \frac{8,05.0,137^2}{3,14^2 \cdot 10.0,4^5} = 0,029m$$

➤ **Conduite déssableur- bassin d'aération :**

$Q_{pte,p} = 0,494 \text{ m}^3/\text{s}$ et d'après l'abaque de Bazin (01) on aura : **D = 400 mm**

$$Leq = 14,95 \text{ m} \quad \lambda = 0,025$$

$$\Delta H = 8.0,025 \frac{14,95.0,137^2}{3,14^2 \cdot 10.0,4^5} = 0,056m$$

➤ **Conduite bassin d'aération – decanteur II :**

$Q_{pte,p} = 0,137 \text{ m}^3/\text{s}$ et d'après l'abaque de Bazin (01) on aura : **D = 400 mm**

$$Leq = 27,6 \text{ m} \quad \lambda = (1,14 - 0,86 \ln \frac{\epsilon}{D})^{-2}$$

Puisque le béton à une rugosité de 1 mm donc :

$$\lambda = 0,025$$

$$\Delta H = 8.0,025 \frac{27,6.0,137^2}{3,14^2 \cdot 10.0,4^5} = 0,10m$$

➤ **Décanteur II - Bassin de désinfection :**

$Q_{pte,p} = 0,137 \text{ m}^3/\text{s}$ et d'après l'abaque de Bazin (01) on aura : **D = 400 mm**

$$Leq = 24,38 \text{ m} \quad \lambda = 0,025$$

$$\Delta H = 8.0,025 \frac{24,38.0,137^2}{3,14^2 \cdot 10.0,4^5} = 0,092m$$

VI.6.1.3. Calcul des cotes piézométriques et cotes de radier des différents ouvrages :

On calcule les cotes piézométriques d'après l'équation de Bernoulli donnée par :

$$P_1/W + V_1^2/2g + Z_1 = P_2/W + V_2^2/2g + Z_2 + H_{1-2}$$

P_1/W et P_2/W : énergies de pression dans les sections (1) et (2).

$V_1^2/2g$ et $V_2^2/2g$: énergies cinétiques en (1) et (2).

Z_1 et Z_2 : cotes des points (1) et (2).

H_{1-2} : pertes de charges dans le tronçon (1-2).

La variation de vitesse est très faible, donc les énergies cinétiques peuvent être éliminées il vient :

$$P_1/W + Z_1 = P_2/W + Z_2 + H_{1-2}$$

Posons: $P_1/W = H_1$ et $P_2/W = H_2$ donc :

$$H_1 + Z_1 = H_2 + Z_2 + H_{1-2}$$

$C_{p1} = H_1 + Z_1$ cote piézométrique au point (1).

$C_{p2} = H_2 + Z_2$ cote piézométrique au point (2).

$$C_{p2} = C_{p1} + H_{1-2}$$

➤ **Cote piézométrique du dégrilleur :**

On a $Z_d =$ cote terrain du radier = 614,17m

et la hauteur d'eau dans le dégrilleur est de $H_d = 0,5$ m

$$\text{D'où } C_{pd} = Z_d + H_d = 614,17 + 0,5 \quad \mathbf{C_{pd} = 614,67m}$$

➤ **Cote piézométrique du dessableur-déshuileur :**

La hauteur d'eau dans le dessableur-déshuileur est de $H_{d-d} = 2$ m

$$H_d + Z_d = H_{d-d} + Z_{d-d} + H_{d-d-d}$$

$$Z_{d-d} = H_d + Z_d - H_{d-d} - \Delta H$$

$$Z_{d-d} = 0,5 + 614,17 - 2 - 0,029 \quad Z_{d-d} = 612,64 \text{ m}$$

$$C_{p \text{ d-d}} = Z_{d-d} + H_{d-d} = 612,64 + 2 \quad \mathbf{C_{p \text{ d-d}} = 614,64m}$$

➤ **Cote piézométrique du bassin d'aération :**

La hauteur d'eau dans le décanteur primaire est de $H_{BA} = 4$ m

$$H_{d-d} + Z_{d-d} = H_{BA} + Z_{BA} + H_{d-d-BA}$$

$$Z_{BA} = H_{d-d} + Z_{d-d} - H_{dI} - \Delta H$$

$$Z_{BA} = 2 + 614,64 - 4 - 0,056 \quad Z_{BA} = 610,585 \text{ m}$$

$$C_{p \text{ BA}} = Z_{BA} + H_{BA} = 610,585 + 4 \quad \mathbf{C_{p \text{ BA}} = 614,585m}$$

➤ **Cote piézométrique du décanteur secondaire :**

La hauteur d'eau dans le décanteur secondaire est de $H_{dII} = 4$ m

$$H_{BA} + Z_{BA} = H_{dII} + Z_{dII} + H_{BA-dII}$$

$$Z_{dII} = H_{BA} + Z_{BA} - H_{dII} - \Delta H$$

$$Z_{dII} = 4 + 610,585 - 4 - 0,10 \quad Z_{dII} = 610,485 \text{ m}$$

$$C_{p \text{ dII}} = Z_{dII} + H_{dII} = 610,485 + 4 \quad \mathbf{C_{p \text{ dII}} = 614,485m}$$

➤ **Cote piézométrique du bassin de désinfection :**

La hauteur d'eau dans le bassin de désinfection est de $H_{Bd} = 4$ m

$$H_{dII} + Z_{dII} = H_{Bd} + Z_{Bd} + H_{dII-Bd}$$

$$Z_{Bd} = H_{dII} + Z_{dII} - H_{Bd} - \Delta H$$

$$Z_{Bd} = 4 + 610,485 - 4 - 0,092$$

$$Z_{Bd} = 610,393 \text{ m}$$

$$C_p \text{ Bd} = Z_{Bd} + H_{Bd} = 610,393 + 4$$

$$C_p \text{ Bd} = 614,393 \text{ m}$$

❖ **Récapitulatif des résultats :**

Tableau VI.4 : Récapitulatif des résultats

| Désignations | Cote terrain(m) | Cote radier (m) | Plan d'eau (m) | ΔH (m) | Cote piézométrique(m) |
|------------------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------------|
| dégrilleur | 614,17 | 617,49 | 0,5 | 0,029 | 614,67 |
| déssab-déshuileur | 613,5 | 612,64 | 2 | | 614,64 |
| bassin d'aération | 614,56 | 610,585 | 4 | 0,056 | 614,585 |
| décanteur II | 614 | 610,485 | 4 | 0,1 | 614,485 |
| bassin de désinfection | 613,29 | 610,393 | 4 | 0,092 | 614,393 |

• **Conclusion :**

Dans ce chapitre nous avons dimensionner les ouvrages qui assure le bon fonctionnement de la station du point de vue hydraulique.

Dans le chapitre suivant on va entamer la gestion et l'exploitation de notre station.

VII.1. Introduction :

Le bon fonctionnement et la durée de vie de d'une station d'épuration dépendent fortement de l'entretien de ses ouvrages. Il faut veiller donc au maintien au parfait état de propreté de l'ensemble de la station en nettoyant les rigoles, caniveaux, murs, etc...

VII.2. Mesures et contrôles effectués au niveau de la station d'épuration :

L'exploitant doit effectuer un certain nombre de mesures et contrôles entrant dans le cadre de l'exploitation et la gestion de la station, dont les principaux sont :

- ✓ Mesure de débit
- ✓ Mesure de pH et de la température

La mesure de pH doit être faite à l'entrée de la station, afin de prendre toutes les dispositions nécessaires pour le déroulement des traitements sensibles à ce paramètre.

Pour maintenir la température optimale du bon fonctionnement de certains ouvrages de traitement (dégraisseur, bassin d'aération), la mesure de la température est très recommandée.

- Mesure de la demande chimique en oxygène (DCO)
- Mesure de la demande biologique en oxygène (DBO₅)
- Mesure de la quantité d'oxygène dissous
- Recherche des substances toxiques
- Mesure concernant les boues :

Pour obtenir un réglage adéquat de la station d'épuration, on doit jouer essentiellement sur :

- ✓ Le taux de recirculation des boues
- ✓ Le taux d'aération
- ✓ Le taux des boues en excès

Pour régler ces paramètres on aura besoin de savoir :

- La teneur en oxygène dans le bassin d'aération
- Le pourcentage de boues dans le bassin d'aération
- La teneur des MVS dans le bassin d'aération

En fonction des résultats de ces mesures, on fait varier le débit de recirculation, la durée d'aération et le débit de boues en excès jusqu'à savoir une valeur optimale de 4g MVS/l
Si :

- ❖ MVS > 4g/l on augmente le temps de recirculation et la durée d'aération
- ❖ MVS < 4g/l on diminue le temps de recirculation et la durée d'aération

Temps de marche journalier des principales machines tournantes (pompes, aérateurs, filtres ou centrifugeuses...).

Chaque contrôle journalier, doit toujours être fait à la même heure pour être représentatif.

VII.3. Contrôle de fonctionnement:

Le bon fonctionnement et la durée de vie d'une station d'épuration dépendent fortement de l'entretien de ses ouvrages. Il faut veiller donc au maintien en parfait état de propreté de l'ensemble de la station en nettoyant les rigoles, caniveaux, murs....etc.

Les ouvrages métalliques doivent être repeints en moyenne tous les cinq ans afin de les protéger contre la corrosion.

Les ouvrages en béton doivent être régulièrement inspecté. Les vérifications doivent porter sur l'étanchéité, la détection des fissures, les ruptures des joints de dilatation.

Il faut lubrifier et graisser régulièrement tous les équipements mécaniques et électromécaniques et veiller à leur fonctionnement.

Pour les équipements immergés, une vidange une fois par ans des ouvrages où ils sont disposés est nécessaire pour leur entretien. Les équipements d'aération doivent être également inspectés régulièrement en nettoyant les orifices de diffusion de l'air.

Ce qui nous mène à exiger une attention distinctive afin d'assurer de façon continue l'épuration conforme des effluents. Elle doit s'exercer à plusieurs niveaux :

VII.3.1. Contrôle journalier :

Ces contrôles peuvent être effectués par l'exploitant, différentes épreuves ou observations permettent d'apprécier la rationalisation de la conduite de la station d'épuration :

- le test de décantation et de turbidité.
- les odeurs.
- les couleurs des boues.
- le manque d'oxygène se fait sentir par une odeur désagréable, et une couleur de boue grise noire.

Afin de permettre des contrôles périodiques plus précis, il est important que l'exploitant tienne un journal de bord sur lequel il consignera les résultats des tests et les observations faites.

VII.3.2. Contrôles périodiques :

Le but essentiel de ces contrôles est d'attribuer aux résultats détenus préalablement des solutions fiables et d'apporter au maître de l'ouvrage les conseils nécessaires à une bonne exploitation en proposant toutes les améliorations ou rectifications qui s'imposent.

Les investigations complémentaires qu'il est souhaitable de mener dans le cadre de ces visites sont :

- une mesure de l'oxygène dans le bassin d'aération.
- une analyse des boues prélevées dans le bassin d'aération après un fonctionnement de 15 à 20 mn des aérateurs, ayant pour objet de déterminer (la décantabilité, la teneur en MES, la teneur en MVS).
- une analyse de l'effluent épuré sur un prélèvement instantané, considérant que la quantité de l'effluent épuré varie généralement très peu dans une journée sur une station d'épuration.
- une visite bilan au moins une fois par an qui consistera à effectuer un diagnostic complet du fonctionnement de la station, en effectuant notamment :
- des analyses sur l'effluent reçu par la station en 24h à partir de prélèvements, visant à déterminer les mêmes paramètres en fonction du débit. [11]

VII.4. Entretien des ouvrages :

VII.4.1. Le dégrilleur :

- Les déchets seront évacués quotidiennement, le nettoyage des parois des grilles se fait par un jet d'eau et l'enlèvement des matières adhérentes putrescibles par les râtaux.
- Noter les quantités de refus journalier.
- vérifier le niveau d'huile et de graisse des chaînes d'entraînement.
- vérifier et assurer quotidiennement le bon fonctionnement électromécanique de l'installation.

VII.4.2. Dessableur-déshuileur :

- Maintenir quotidiennement le poste en état de propreté.
- vérifier et assurer quotidiennement le bon fonctionnement de l'installation.
- vérifier et assurer quotidiennement le bon fonctionnement du pont roulant et des procédés de raclage, suivi du déroulement complet d'un cycle de fonctionnement.

- faire fonctionner 24/24h le pont roulant et l'insufflation d'air.

VII.4.3. Bassin d'aération :

- Chaque jour contrôler et intervenir pour tous les équipements d'aération fonctionnent convenablement.
- Vérifier et entretenir les procédures automatiques de démarrage et d'arrêt des aérateurs.
- Noter les paramètres de fonctionnement (débit et oxygène).
- Mesurer et noter quotidiennement la charge en DBO entrante, et la concentration des boues dans le bassin.

VII.4.4. Clarification :

- Maintenir le clarificateur en état de propreté.
- Vérifier tous le six mois le bon fonctionnement des dispositifs de pompages des écumes.
- Analyser contractuellement l'eau après clarification (DBO, DCO, MES).
- Vidanger tous les 5 ans les ouvrages pour contrôle et entretien des structures immergées.

VII.4.5. Désinfection des eaux épurées :

- Maintenir le poste en état de propreté.
- Respecter les procédures de mise en marche et d'arrêt des installations fournies par les constructeurs.
- Faire fonctionner régulièrement le circuit de secours de chloration.
- Ne jamais utiliser l'eau dans les circuits véhiculant du chlore.
- Au cours de toute intervention dans les locaux de stockage et dosage, respecter les consignes de sécurité. [11]

VII.4.6. Lits de séchage :

- Préalablement à l'épandage des boues liquides, le lit de sable devra être soigneusement désherbé et ratissé afin de détasser la masse filtrante et la régulariser.
- Les quantités de boues à admettre sur les lits de séchage ne devront pas dépasser une épaisseur de 40cm.
- Après deux à trois utilisations du lit, la couche superficielle est renouvelée par un sable propre.

- Tous les deux ans, il faut changer les lits de séchages (les lits seront refaits complètement, les drains seront colmatés ou brisés).
- Entre deux épandages de boues, le lit pourra être protégé par un film plastique destiné à éviter la prolifération de la végétation et le tassement des matériaux filtrants par les précipitations.

VII.4.7. Epaisseur :

- Maintenir quotidiennement le poste en état de propreté.
- Mesurer quotidiennement la hauteur du voile de boue, le garde boue ne doit pas être inférieur à 2m.
- Contrôler et noter chaque jour le PH des eaux surversées et des boues épaissies.
- Relever les volumes des boues soutirées des épaisseur.
- Vidanger tous les 5 ans les ouvrages pour contrôler les structures immergées.

VII.5. Conclusion :

Gérer et exploiter une STEP reposent essentiellement sur deux (02) critères que l'exploitant doit impérativement respecter et appliquer rigoureusement :

1- L'entretien permanent de l'ensemble des ouvrages de la STEP permet d'exploiter la station dans de très bonnes conditions et contribuer ainsi à ses performances et à l'augmentation de sa durée de vie.

2- L'hygiène et la sécurité dans le travail est un paramètre important car il y va de la santé et même de la vie de l'ensemble du personnel de la station.

Conclusion générale

La conception des stations d'épuration en Algérie, est devenue aujourd'hui une grande nécessité, surtout avec la crise du manque de l'eau potable, c'est pour cela qu'on ne doit plus irriguer avec de l'eau potable mais avec de l'eau épurée.

Au terme de ce travail on a montré que l'implantation de la STEP de YOUB est une nécessité pour protéger le milieu récepteur qui à un caractère socio-économique très important stratégiquement soit à l'échelle local ou national et conserver aussi le milieu naturel qui a un caractère rural et agricole.

Ce projet en question s'inscrit dans le contexte relevé, il vise à concevoir une station d'épuration à boues activées vu que les eaux rejetées sont biodégradables, ce qui nous permet de traiter ces eaux par ce procédé en question, ceci en tenant compte de deux variantes a moyenne charge et faible charge.

La faible charge nous donne un bon rendement d'épuration donc c'est la vraieite choisi car elle traite les différentes pollutions carbonées, azotées et phosphorées.

L'horizon d'étude pour le système d'épuration des eaux usées est arrêté à l'an 2040, nous espérons que notre étude à englober tous les points indispensables pour le dimensionnement de la future station d'épuration de la ville de YOUB, et qui peut servir comme document de sensibilisation des responsables locaux de la région sur les problèmes divers engendrés par la pollution des eaux et on souhaite que ce travail représente vraiment les efforts qu'on a mis à disposition pour l'effectuer.

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, comme c'est le cas de la station de Beni-Merad à BLIDA qui est à l'arrêt depuis 1998.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

[14]. **Mme TAFAT**, cours d'épuration 5eme année, ENSH 2013

Ouvrages

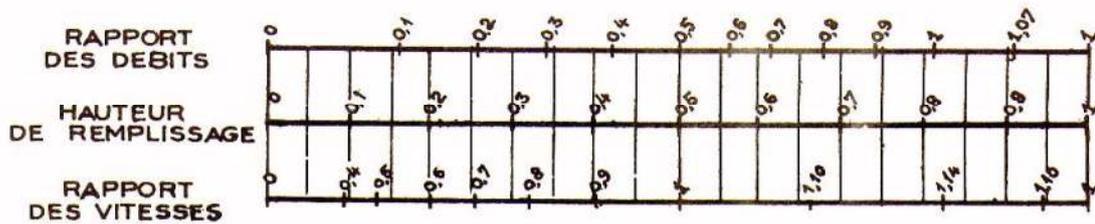
- [1]. **ABDELKADER GAÏD** Épuration biologique des eaux usées urbaines, tome 2 Office de publication universitaire, Alger 1984., 260 p.
- [2]. **Y.GERVAISE, P.BLANFUNE** Qualité de l'eau, environnement AFNOR 1994, 861p
- [3]. **F.Valiron**, Maîtrise de la pollution urbaine, état de l'art Edition technique et documentation, Lavoisier.1992, 564 p.
- [4]. **ALAIN DUPOUY**, Mémento technique de l'eau.Edition technique et documentation, Lavoisier.1989, 1459 p.
- [5]. **Claude Cardot**,Guide technique de l'assainissement.Edition le moniteur. Paris 2006, 726 p.
- [6]. **Dia Prosiom**,Épuration des eaux résiduaires. Edition EYROLLES 1975, 439 p.
- [7]. **JAQUES BERNARD, COLETTE CAERELS, GENEVIERE DIEBLOT**,Le Mémento technique de l'eau.Tome 2. Degrément 1989, 1459 p.
- [8]. http://www.oieau.fr/Re_FEA/module_2d.htm/.
- [9]. **W.W Echenfelder**,Gestion des eaux usées urbaines et industrielles.Technique et documentation (Lavoisier) 1982, 503 p.
- [10]. **M. CARLIER**, Hydraulique générale et appliquée. Edition EYROLLES 1972, 582 p.
- [11]. **P.BECHAC, P.BOUTIN, B.MERCIER, P.NUER**.Traitement des eaux usées. EYROLLES Paris 1984, 281 p.
- [12]. **OLIVIER ALEXANDRE, CATHERINE BOUTIN, PHILIPPE DUCHENE**, Filières d'épuration adaptées aux petites collectivités, FNDAE n°22 Document technique. Camegref, CSTB 1998, 96 p
- [13]. **A.LENCASTRE**, Hydraulique générale. Edition EYROLLES 2002, 633p.

ANNEXE 1

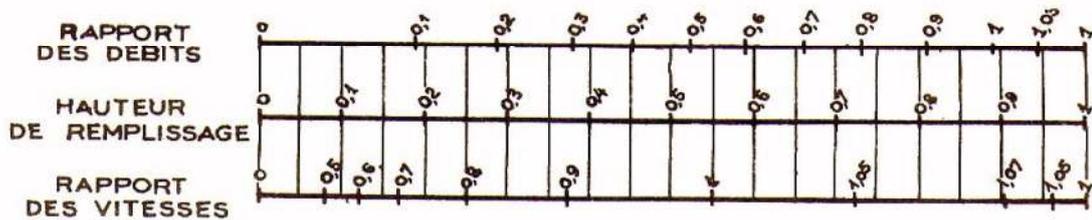
ANNEXE X

VARIATIONS DES DÉBITS ET DES VITESSES EN FONCTION DE LA HAUTEUR DE REMPLISSAGE (d'après la formule de Bazin)

a) Ouvrages circulaires



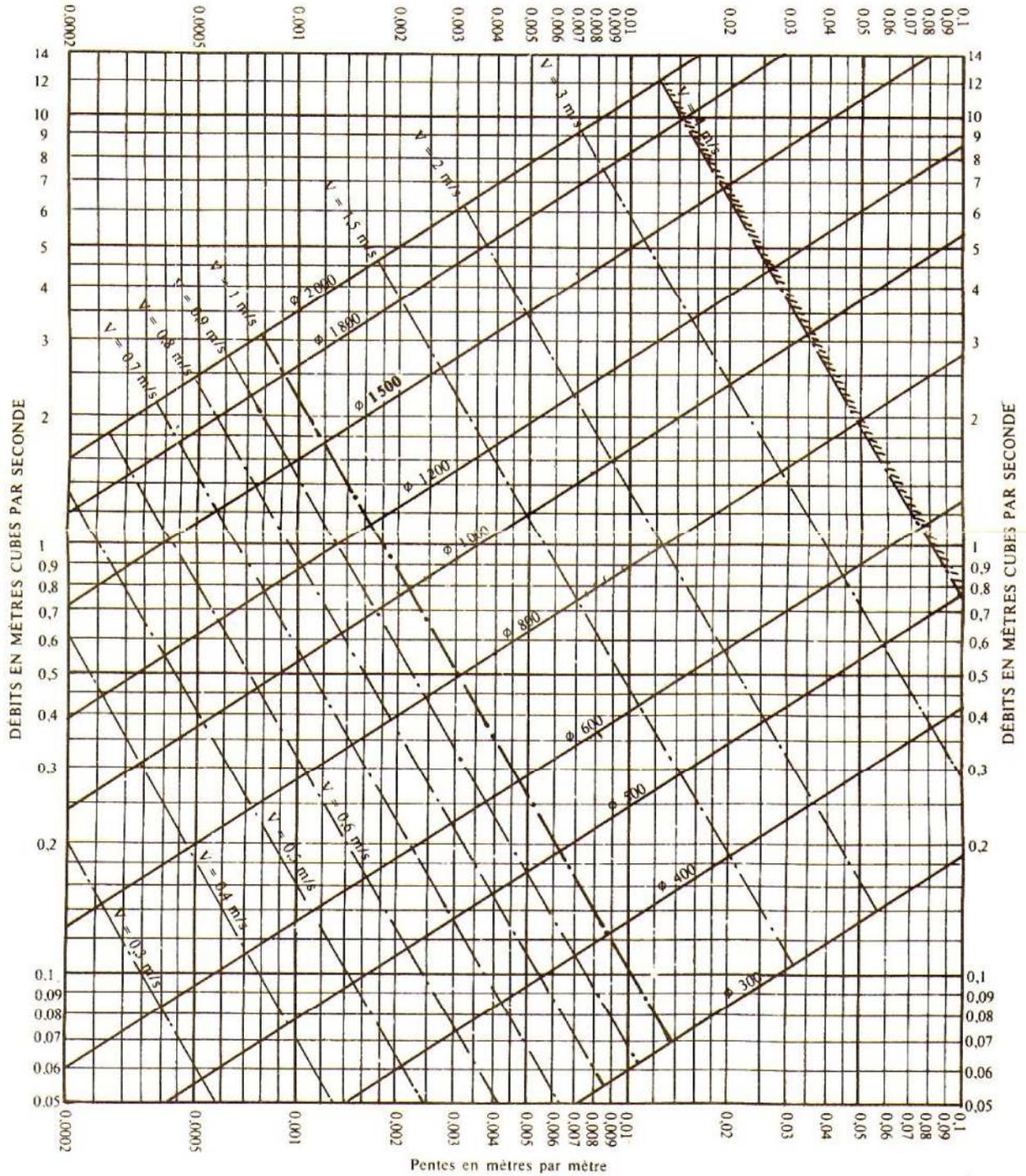
b) Ouvrages ovoïdes normalisés



Exemple - Pour un ouvrage circulaire rempli aux $\frac{3}{10}$, le débit est les $\frac{2}{10}$ du débit à pleine section et la vitesse de l'eau est les $\frac{78}{100}$ de la vitesse correspondant au débit à pleine section

ANNEXE 2

RÉSEAUX PLUVIAUX EN SYSTÈME UNITAIRE OU SÉPARATIF (Canalisations circulaires – Formule de Bazin)



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

DEPARTEMENT GENIE DE L'EAU

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option : Conception Des Systèmes d'Assainissement

THEME:

**DIMENSIONNEMENT DE LA STATION D'EPURATION
PAR BOUES ACTIVEES DE LA VILLE DE YOUB
(W.SAIDA)**

Présenté par :

Mr : MEBKHOUT Amine

DEVANT LES MEMBRES DU JURY

| Nom et prénom | Grade | Qualité |
|-----------------------------|--------------|----------------|
| M ^{me} H.MEDDI | MC.B | Président |
| M ^{me} S.HOULI | MA.A | Examinatrice |
| M ^r A.RASSOUL | MC.B | Examinateur |
| M ^{me} M.KAHLERRAS | MA.A | Examinatrice |
| M ^r I.ZAIBEK | MA.B | Examinateur |
| M ^{me} L.TAFAT | MA.A | Promotrice |

Session Juin - 2013