

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

**Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**

**Université Kasdi Merbah Ouargla**



**FACULTÉ DES SCIENCES APPLIQUÉES**

**Département de : Génie Civil et Hydraulique**

C:.....  
R:.....

**Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de**

**Master, Filière: Hydraulique**

**Spécialité : Ressources Hydriques**

**Thème**

**Dimensionnement Des Ouvrages d'une Nouvelle Station  
d'Épuration Biologique Des Eaux Usées Domestiques De  
La Base De Vie de Gassi Touil**

**Présenté par :**

❖ **HACINI Houssam Eddine**

Soumis au jury composé de :

M<sup>r</sup> BOUAMRANE Ali    MCA

UKM Ouargla

Président

M<sup>me</sup> BELMAABDI Amel    MAA

UKM Ouargla

Examineur

M<sup>r</sup> SAGGAI Sofiane    Pr

UKM Ouargla

Encadreur

*Année Universitaire: 2021 / 2022*

# *REMERCIEMENT*

Avant tout nous remercions Allah de nous avoir donné le courage et la sagesse pour pouvoir mener à terme ce modeste travail.

J'adresse mon vif remerciement à mon encadreur Mr. SAGGAI .S pour ses conseils et ses aides. Pour sa gentillesse et ses orientations efficaces.

J'exprime mes vifs remerciements aux membres de jury qui m'ont fait l'honneur de juger ce travail :

Je tiens à remercier vivement :

- ✓ M<sup>lle</sup> H.BENMIRA ingénieur hydraulique, pour tous ses conseils et son aide ;
- ✓ M<sup>re</sup> A.HAFSAOUI, chef service entretien division infrastructures DP-GTL;
- ✓ M<sup>re</sup> B.LOUCEF, ingénieur d'état en Hydraulique pour sa générosité et son aide ;

Adressons également notre profonde gratitude à tous les professeurs de l'université KASDI MERBAH OUARGLA en particulier ceux du département HYDRAULIQUE. Enfin, je remercie toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à l'élaboration de ce mémoire.

## *DÉDICACES*

*À travers ce modeste travail, je rends un grand hommage, en signe de respect et de reconnaissance à :*

- ✓ Mes très chers parents, qui ont cru en moi et pour tous les sacrifices et le soutien moral qu'ils m'ont apporté durant mes études, que Dieu les protège ;*
- ✓ Ma très chère femme pour tout son aide et son soutien ;*
- ✓ Mes enfants Mohamed el Hacem et takwa*
- ✓ Mes très chers frères et sœur qui ont toujours été là pour m'encourager;*
- ✓ Mes meilleurs amis : Youcef; Hocine, Bachir, Ali, AbdelWahab, Seif Eddine, Mohamed et la liste est longue ;*
- ✓ À tous mes collègues de travail;*
- ✓ En un mot, à toute ma famille et mes amis qui ont contribué de près ou de loin à ma réussite.*

*HACINI Houssam Eddine*

*حسيني حسام الدين*

## ملخص

عملنا الحالي يقتضي دراسة لإنجاز منشآت محطة تطهير المياه المستعملة لقاعدة الحياة للمديرية الجهوية لقاسي الطويل وهذا بهدف المحافظة على الوسط الطبيعي وحماية الصحة العمومية وأيضا لأجل إعادة استعمال هذه المياه في سقي الأراضي الفلاحية ومن اجل هذا اقترحنا خيار بيولوجي لإنشاء محطة مناسبة

## Résumé

Notre présent travail consiste à dimensionner les différents ouvrages d'une nouvelle station d'épuration des eaux usées domestiques de la base de vie de la direction régionale de Gassi Touil et cela dans le but de préserver le milieu naturel et protéger la santé publique en premier lieu et en deuxième lieu en vue de réutiliser ces eaux épurées en irrigation, pour cela nous avons choisi un procédé biologique par boue activées à faible charge.

## Summary

Our present work consist in studying of a wastewater treatment plant outside of life base at Gassi Touil, in the way to preserve the naturel environment and protect the public health, in the first place and in the second place in right to reuse these treated wastewater in irrigation, by this we Proposed variant: load weak

## SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION GENERALE .....</b>	<b>1</b>
<b>I PRESENTATION DE LA REGION .....</b>	<b>3</b>
I.1 Situation géographique du site .....	3
I.2 Climat .....	3
I.2.1. Température	4
I.2.2. Précipitation	4
I.2.3. Vents	4
I.2.4. Hygrométrie : Très faible	4
I.2.5. Gelée : Rare.	4
I.3 Présentation de l'activité hydraulique .....	4
I.4 Les conditions de terrain .....	5
I.5 Le réseau d'assainissement.....	6
I.5.1. Description du réseau d'assainissement.....	6
I.5.2. Diagnostic de l'ancienne STEP .....	6
I.5.3. Description et caractéristiques des ouvrages et équipements	6
I.5.4. Fonctionnement de l'ensemble.....	7
I.5.5. Etat actuel des ouvrages de la station .....	8
<b>II POLLUTION ET EPURATION DES EAUX RESIDUAIRES.....</b>	<b>9</b>
II.1 Pollution des eaux .....	9
II.2 Les différents types de pollution.....	9
II.2.1. SBV La pollution chimique	9
II.2.2. La pollution organique	10
II.2.3. La pollution thermique	10
II.2.4. La pollution microbienne	10
II.3 Les paramètres de pollution.....	11
II.3.1. Les paramètres physiques	11
II.3.1.2 L'odeur	11
II.3.2. Les paramètres chimiques	12
II.3.3. Les nutriments	14
II.3.4. Paramètres microbiologiques	14
II.4 Evaluation de la pollution	14
II.4.1. Les débits	14

---

II.5.2.	Les pollutions	14
II.5.3.	Les réseaux	15
II.5.4.	La prise des échantillons	15
II.5.5.	Conservation des échantillons	15
II.5	Les procédés d'épuration	15
II.5.1	Le relevage	15
II.5.2.	Les prétraitements	16
II.5.3.	Le dégrillage	16
II.5.4.	Le dessablage	16
II.5.5.	Le dégraissage-déshuilage	16
II.5.6.	Les traitements primaires	16
II.5.7.	Les traitements biologiques	16
II.5.8.	Les traitements secondaires	17
II.5.9.	Le traitement tertiaire	17
II.6	Epuration biologique par les boues activées	18
II.6.1.	Définition	18
II.6.2.	Principe	18
II.6.3.	Charge d'une installation	20
II.6.4.	Avantage	21
II.6.5.	Inconvénients	21
<b>III</b>	<b>Calcul des débits et des charges polluantes</b>	<b>23</b>
III.1.	Calcul des débits	23
III.1.1.	Débit journalier	23
III.1.2.	Débit moyen horaire	23
III.1.3.	Débit de pointe	23
III.1.4.	Le débit diurne	24
III.2.	Calcul des charges polluantes	24
III.2.1.	Les charges polluantes journalières sont :	25
III.3.	Normes de Rejet	25
<b>IV</b>	<b>DIMENSIONNEMENT DE LA STATION</b>	<b>27</b>
VI.1.	-LES PRETRAITEMENTS	27
VI.1.1	DEGRILLAGE TAMISAGE	27
VI.1.2	DESSABLAGE DESHUILAGE :	32
VI.1.3	OUVRAGE DE TRAITEMENT PRIMAIRE	37

---

VI.2.	LES TRAITEMENTS SECONDAIRES	39
VI.2.1	INTRODUCTION	39
VI.2.2	BASSIN D'AERATION :	41
VI.2.3	DECANTEUR SECONDAIRE (CLARIFICATEUR)	50
IV.3	LA DESINFECTION	52
IV.3.1.	INTRDUCTION	52
IV.3.2.	DOSE DE CHLORE À INJECTER	52
IV.3.3.	DIMENSIONNEMENT DU BASSIN DE DESINFECTION	53
IV.4	TRAITEMENT ET ELIMINATION DES BOUES	54
	INTRODUCTION	54
IV.4.1.	EPAISSISSEMENT DES BOUES :	54
IV.4.2.	Conclusion	55
IV.5	VALORISATION DES EAUX EPUREES ET DES BOUES RESIDUAIRES	58
IV.5.1.	EAUX EPUREES	58
IV.5.1.	BOUES RESIDUAIRES	58
IV.6	CONCLUSION	60
	<b>V CALCUL HYDRAULIQUE</b>	<b>61</b>
V.1	INTRODUCTION	61
V.2	PROFIL HYDRAULIQUE :	61
V.2. 1.	Côtes moyenne du terrain naturel de la zone d'implantation des ouvrages	61
V.2.2.	Calcul des pertes de charges, diamètres et des longueurs des conduites reliant les ouvrages de la station d'épuration :	61
V.2.3.	Calcul des longueurs des conduites reliant les ouvrages :	62
V.2.4.	Calcul des diamètres des conduites reliant les ouvrages ainsi que les pertes decharges :	62
V.2.5.	Calcul des cotes piézométriques et cotes de radier des différents ouvrages :	63
V.3	La station de relevage	65
V.3.1.	Calcul de la hauteur manométrique de la pompe :	65
V.3.2.	Poste de recirculation et d'extraction des boues.	66
V.3.3.	Choix de la pompe :	66
V.4	CONCLUSION	66
	<b>VI Gestion et entretien de la station</b>	<b>67</b>
VI.1	Mesures et contrôles effectués au niveau de la station d'épuration	67
VI.2	Contrôle de fonctionnement	68

---

VI.2.1. Contrôle journalier	68
VI.2.2. Contrôles périodiques	69
VI.3 Entretien des ouvrages	69
VI.3.1. Le dégrilleur	69
VI.3.2. Dessableur-déshuileur	69
VI.3.3. Bassin d'aération	70
VI.3.4. Clarification	70
VI.3.5. Désinfection des eaux épurées	70
VI.3.6. Lits de séchage	70
VI.3.7. Epaisseur	71
<b>VII ASPECT ECONOMIQUE</b>	<b>72</b>
VII.1. INTRODUCTION	72
VII.2 LE COUT TOTAL DE LA STATION D'EPURATION	72
VII.2.1. Le coût de terrassement	72
VII.2.2. Estimation du coût de béton armé	73
VII.2.3. Le coût total de génie civil	74
VII.2.4. Le coût des VRD	74
VII.2.5. Coût des installations hydromécaniques et équipements électromécaniques et électriques	74
VII.2.6. Coût total des investissements de la station:	74
VII.2.7. Coût de d'exploitation	74
VII.2.8. Le coût de renouvellement des matériels électromécaniques	76
VII.2.9. Les frais financiers	76
VII.2.10. Le coût de fonctionnement total .....	76
VII.3 CALCUL DU PRIX DU M <sup>3</sup> D'EAU EPUREE	76
VII.4 CONCLUSION	77
<b>Conclusion générale</b>	<b>78</b>



## LISTE DES TABLEAUX

### I PRESENTATION DE LA REGION

Tableau I.1 : Situation des Puits d'eau Mio – Pliocène de la base de vie de la région de Gassi Touil .....	5
--	---

### II POLLUTION ET EPURATION DES EAUX RESIDUAIRES

Tableau II.1 : germes pathogènes rencontrés dans les eaux usées .....	11
Tableau II.2 : le mode de traitement en fonction du rapport (DCO/DBO).....	13

### III Calcul des débits et des charges polluantes

Tableau III.1 : Résultats d'analyses des eaux usées de la base de vie de GTL.....	24
Le tableau III. 2 :Caractérise l'estimation des débits et des charges polluantes nécessaires au dimensionnement.....	25
Tableau III. 3 : Normes de rejet selon le décret journal officiel de la république Algérienne N°26 / 23 avril 2006.....	26

### IV DIMENSIONNEMENT DE LA STATION

Tableau VI.1 Tableau récapitulatif (dégrillage) .....	30
Tableau IV.2 Tableau récapitulatif (dessablage déshuilage).....	34
Tableau IV.3 : Les facteurs de distribution et de turbulence des bulles d'huiles.....	36
Tableau IV.4 : Dimensions et performances de décanteur primaire .....	38
Tableau IV.5 Valeur des coefficients a' et b' en fonction de la charge massique .....	44
TableauIV.6 : Valeurs de $\alpha$ et $\beta$ pour différents types de traitement par boues activées.....	45
TableauIV.7: Saturation de l'eau en oxygène et coefficient $\gamma$ de diffusion en fonction de la température.....	45
TableauIV.8 : Valeurs du rapport $p/p_0$ pour différentes altitudes .....	46
Tableau IV.9 Tableau récapitulatif (Traitement secondaire).....	51
Tableau IV.10 Tableau récapitulatif (la désinfection) .....	53
Tableau IV.11 Tableau récapitulatif (traitement des boues).....	57

### V CALCUL HYDRAULIQUE

Tableau V.1 Cotes terrains naturels des zones d'implantation des ouvrages .....	61
Tableau V.2 : Longueurs des conduites entre les ouvrages de la Station .....	62

### VII ASPECT ECONOMIQUE

Tableau VII.1 Tableau récapitulatif des résultats(Volume des terres et coût).....	73
Tableau VII.2 Tableau récapitulatif des résultats(Volume du béton armé et coût) .....	74
Tableau VII.3 Bilan d'énergie électrique .....	75

## **LISTE DES FIGURES**

### **I PRESENTATION DE LA REGION**

Figure I.1 : Localisation de la région Gassi Touil .....	3
--	---

### **II POLLUTION ET EPURATION DES EAUX RESIDUAIRES**

Figure II.1: schéma de fonctionnement d'une station à boues activées.....	19
---	----

Figure II.2 : Traitement à boue activée à faible charge .....	20
---	----

### **IV DIMENSIONNEMENT DE LA STATION**

Figure IV.1 Evaluation de la DBO et des MVS dans un bassin. ....	39
--	----

**INTRODUCTION  
GENERALE**

## **INTRODUCTION GENERALE**

Les eaux résiduaires, avant rejet vers l'environnement doivent subir des traitements adaptés aux charges polluantes qu'ils transportent.

Un procédé d'épuration est l'ensemble de diverses opérations unitaires qui se déroulent selon une chronologie bien déterminée à même de restituer à l'environnement ou à la réutilisation une eau de qualité souhaitée. Les différentes réactions dépendront du type de polluant à éliminer, et elles peuvent être physiques, chimiques ou biochimiques.

Dimensionner un système d'épuration des eaux résiduaires revient à dimensionner des différents réacteurs qui constituent la chaîne d'épuration, en tenant compte à chaque étape des transformations que l'eau subit (pH, température, conductivité, matière en suspension, nitrification ou dénitrification, consommation en oxygène ...etc.).

Le choix d'une filière d'épuration dépend de la composition physico chimique et biochimique de l'eau à traiter, de la destination de cette eau, de l'environnement immédiat de la station (espaces disponibles, urbanisation, agriculture, industries, ...etc.).

Dans notre cas , le diagnostic qui a été effectué au niveau de l'ancienne station d'épuration des eaux usées domestique de la base de vie de GTL a montré un manque important du traitement de ces eaux à cause de la défaillance des équipements électromécaniques et les mauvais états des ouvrages de génie civil (fissuration du béton ,dégradation du bâtiment de contrôle) et le rendement épuratoire de cette station est devenu minime ,c'est ce qui nous a incité à penser à la conception d'une nouvelle station d'épuration dans la base de vie afin de préserver la santé publique ,milieu naturel et protéger les ressources en eaux souterraines .Pour le dimensionnement de cette station, en se basant sur plusieurs paramètres, Technique, économique, environnemental,...etc ; Pour ce faire, nous avons structuré notre travail comme suit :

- ***Le premier chapitre*** nous avons présenté les données du site d'étude et l'état actuel de l'ancienne station d'épuration.
- ***Le deuxième chapitre*** "Procédés de traitement des eaux usées" : est consacré pour une étude bibliographique sur les différents procédés de traitement des eaux usées.
- ***Le troisième chapitre*** nous nous sommes intéressés par l'origine de la pollution

de ces eaux et rappel sur les procédés de traitement.

➤ Dans *le quatrième chapitre* " Dimensionnement de la station" nous avons effectuée dimensionnement des différents ouvrages de la station d'épuration.

➤ *Le cinquième chapitre* "Calcul hydraulique" : regroupe tous les calculs hydrauliques concernant la station.

➤ *Le sixième chapitre* " Gestion et exploitation de la station" : est une synthèse sur la gestion et l'exploitation de la station avec des recommandations afin de garantir une meilleure rentabilité technique et économique de la STEP.

➤ Et *le septième chapitre* " Aspect économique" : présente le côté financier du projet.

En fin une conclusion générale est présentée.

# CHAPITRE I

## PRESENTATION DE LA REGION

## CHAPITRE I PRESENTATION DE LA REGION

### I.1 Situation géographique du site

La direction régionale de GASSI TOUIL est l'une des dix directions régionales qui constituent actuellement la division production de l'activité amont du groupe SONATRACH.

Elle dispose de différentes installations de base permettant d'assurer la production, le stockage et l'expédition d'hydrocarbures dont principalement :

- Deux centres de production
- Des champs pétroliers
- D'un périmètre agricole

La zone de la présente étude est située à environ 150 km au Sud-est de Hassi Messaoud et à 1000 km d'Alger, sur la route nationale RN 3 reliant Ouargla à In Amenas. Il s'étend sur une superficie d'environ 170 KM de long et 105 KM de large, son altitude moyenne est de 200 m environ, le paysage est constitué de plateaux de sable avec des cordons de dunes.



Figure I.1 : Localisation de la région Gassi Touil

### I.2 Climat

La zone d'étude est soumise à un climat continental de type désertique conditionné par une température élevée en été et une pluviométrie très faible de l'ordre de millimètres par an (pluies irrégulières).

Les données climatiques concernant le site sont données comme suit :

### **I.2.1. Température**

La température maximale est 50°C en été ainsi que la température minimale est de -05°C en hiver.

### **I.2.2. Précipitation**

Pluviométrie faible en hiver et nulle pendant le reste de l'année de l'ordre de (2 à 4mm par an).

### **I.2.3. Vents**

Vents de sable très fréquents surtout en printemps et automne, Vents dominants : Sud Est, Nord-Ouest.

### **I.2.4. Hygrométrie : Très faible**

### **I.2.5. Gelée : Rare.**

## **I.3 Présentation de l'activité hydraulique**

Les eaux souterraines représentent la principale ressource hydrique de la base de vie. Les eaux de base de vie de Gassi Touil sont exploitées à partir de la nappe phréatique du miopliocène, les eaux proviennent de l'accumulation des eaux de pluies en cette nappe sur plusieurs années, soutirées par l'intermédiaire des forages d'eau (10) puits sur base dont le niveau statique est environ 40 à 50 m.

Au niveau du la zone d'étude, on dénombre l'existence de dix (10) forages répartis comme Suit



**Tableau I.1** : Situation des Puits d'eau Mio – Pliocène de la base de vie de la région de Gassi Touil

champs	Puits	Niveau (m)		Débit (m <sup>3</sup> /h)	Année de Forage	Zs (m)	Prof (m)	Observations
		Statique	Dynamique					
Base de vie Gassi Touil	HT 1	47,5	52,00	30	1959	202	165	Alimente la Base résidentielle
	HT 4	48,00	48,99	30	1979	202	180	Alimente la Base résidentielle
	GTM2	47,50	48,30	-	1969	201	176	Alimente la Base résidentielle (en arrêt)
	GTM3	48,30	50,50	30	1986	201	177	Alimente la Base résidentielle
	GTM5	47,60	49,40	30	1997	202	180	Alimente la Base résidentielle
	GTM7	49,10	51,00	30	2004	202	181	Alimente la Base résidentielle
	GTM8	47,70	49,30	30	2004	202	182	Alimente la Base résidentielle
	GTM13	48,00	49,22	30	2006	202	180	Alimente la Base résidentielle
	GTM14	48,40	49,85	30	2006	202	180	Alimente la Base résidentielle
	GTM18	48,40	49,85	30	2018	202	200	Alimente la Base résidentielle

#### I.4 Les conditions de terrain

L'étude de projet à réaliser, est situé à l'intérieur de la base de vie de la Direction Régionale de Gassi-Touil, le terrain est plat et ne présente aucune topographiques particulières.

Le site se trouve dans la zone sismique **zéro (0)**, de très faible sismicité d'après le classement parasismique algérien RPA 99 en vigueur. La nappe phréatique est assez profonde dans cette région.

- Le sol est constitué globalement de couches de sable grossier graveleux avec un taux de fine variant entre 1 et 8%.

- Les dépôts de sableux présentent un taux de sulfates qui varie entre 0.37 et 0.56%, dénotant un sol de classe A1 (faiblement agressif), conformément à la norme NFP18- 011.
- Les sels : il s'agit des chlorures de sodium exprimé sous forme NaCl, se présentent en très faible pourcentage variant entre 0.007 et 0.211%.
- Profondeur d'ancrage : Les fondations seront posées sur le dépôt de gros sable brunâtre et seront ancrées à partir de 1.00 m de profondeur.

## **I.5 Le réseau d'assainissement**

La reconnaissance et la vérification des ouvrages du réseau d'assainissement existant sont utiles pour trois raisons :

- se rendre compte de l'état de ces ouvrages afin de s'assurer de leur bon fonctionnement.
- on peut ainsi juger quels types d'ouvrages et quels types de constructions se sont avérés

Particulièrement avantageux et lesquels sont sujet à des critiques et des améliorations.

### **I.5.1. Description du réseau d'assainissement**

La base de vie de la région de Gassi Touil est dotée d'un réseau d'assainissement de type unitaire, par une canalisation de diamètre 200, enterrée à une profondeur de 2.82m.

### **I.5.2. Diagnostic de l'ancienne STEP**

La station d'épuration des eaux usées de la base de vie de la région de Gassi Touil a été réalisée en décembre 1991, elle est du type boues activées.

- ✓ Type de réseau : réseau d'assainissement unitaire
- ✓ Nature des eaux brutes : domestique
- ✓ Débit moyen journalier : 100m<sup>3</sup> /j
- ✓ Débit de pointe : 12.6m<sup>3</sup> /h
- ✓ La demande biologique en oxygène (DBO5) :40kg/j
- ✓ La matière en suspension (MES) : 100kj/j

### **I.5.3. Description et caractéristiques des ouvrages et équipements**

La station comprend :

- Partie eaux usées
- Partie boue

**A. Partie eaux usées**

**1. Poste de relevage** avec un panier de dégrillage grossier avec un écartement entre les barreaux est de 30mm pour l'arrêt des déchets trop volumineux.

**2. Un bassin d'aération** réalisé en acier est de forme circulaire de 7 mètres de diamètres et une hauteur d'eau prévue est de 3 mètres, ce qui donne un volume de 115.5 m<sup>3</sup>. Il est équipé d'un aérateur submersible TSURIMI de type TRN55 d'une puissance installée est de 5.5kw et un débit d'air de 80m<sup>3</sup>/h .Il est équipé aussi d'un dessableur-déshuileur à fond en pente pour éliminer les sables et les huiles.

**3. Un bassin de clarification (décanteur secondaire)** est de forme circulaire de 4.5 mètres de diamètre.

**4. Un bassin de chloration** de forme circulaire d'un 2 mètres de diamètre et de 3.3 m<sup>3</sup> de volume utile.

**B. Partie boues**

**1. Poste de pompage des boues en excès et recirculation**, la pompe est localisée sur le radier du décanteur, elle est de type submersible FLYGT CP 3085 636.La pompe est utilisée pour la recirculation des boues vers le bassin d'aération et l'envoi des boues en excès vers les lits de séchage.

**2. Les deux lits de séchage :** Les boues en excès sont dirigées vers les lits de séchage.

**I.5.4. Fonctionnement de l'ensemble**

L'eau brute arrive par une canalisation diamètre 200mm enterrée à une profondeur de 2,82m (cote séparant le niveau du sol).Elle est débarrassée de ses gros déchets lors de son passage au travers du panier de dégrillage de dimensions 250\*300\*400mm (30mm d'écartement), installée à l'entrée de la cuve de pompe. Le pompage s'effectue au moyen de deux pompes submersibles, dont l'une fonctionne en secours. La pompe en fonctionnement s'enclenche dès que le niveau dans la fosse de relevage atteint la cote 195.80m (niveau max) ; elle s'arrête dès que le niveau baisse jusqu'à la cote 195.30 (niveau min). Une troisième poire de niveau installée à la cote 195.20 assure la sécurité de la pompe.

L'eau est refoulée vers le bassin d'aération par une conduite de diamètre 80mm en bec de signe à la cote 205,40 dans un dessableur-deshuileur métallique à fond pentu à l'arrivée des eaux brutes et fixé à la paroi en acier. Du fond du cône part une tuyauterie du diamètre 100mm munie d'une vanne à membrane de diamètre 100 vers un bac à sables, près du bassin d'aération.

Le cône est également muni d'une paroi siphonoïde pour piéger les huiles qui sont enlevées manuellement par écumage.

C'est dans le bassin d'aération, qui constitue en fait le cœur de la station, que les eaux subissent l'essentiel du traitement, les matières organiques sont oxydées par les micro-organismes (forment la biomasse) et minéralisées à 90%.

L'aération est assurée par un aérateur submersible. La teneur en oxygène dissous doit demeurer entre 1 et 1,5 mg/l. Le niveau d'eau dans le bassin est à 204,50. Les eaux aérées se déversent dans une goulotte d'extrémité munie d'un déversoir droit en inox permettant de régler le niveau de la conduite de diamètre 100mm les acheminent vers le centre du décanteur ou les eaux subissent une décantation et se trouvent débarrassées de leurs matières en suspension et récupérer les boues, dont une partie est renvoyée dans le bassin d'aération, les boues en excès étant pompée vers les lits de séchage. Après chloration, les eaux sont envoyées à l'égout par une conduite de diamètre 100mm. L'eau traitée pourra réutilisée si elle contient au moins 0,2 mg/l de chlore résiduel libre.

#### **I.5.5. Etat actuel des ouvrages de la station**

La taille de la station existante est sous-dimensionnée par rapport à l'effectif actuel de la base de vie. Cette contrainte majeure a entraîné un dysfonctionnement biologique du procédé d'épuration dont les caractéristiques de la qualité des effluents rejetés sortant de la station relèvent souvent de l'absence de traitement. Ces équipements sont en question tel que le bassin d'aération, de décantation et de chloration et autres sont très dégradés (acier) à cause du phénomène de la corrosion.

## **CHAPITRE II**

# **POLLUTION ET EPURATION DES EAUX RESIDUAIRES**

## CHAPITRE II POLLUTION ET EPURATION DES EAUX RESIDUAIRES

### II.1 Pollution des eaux

La pollution des eaux peut être définie comme l'ensemble des éléments physico-chimiques et biochimiques dont une eau se charge après utilisation et lui conférant un caractère nuisible pour l'environnement ou lui modifiant ses caractéristiques la rendant inutilisable.

L'appréciation du niveau de pollution des eaux obéit à des normes qui sont plus ou moins sévères selon le pays considéré, et surtout selon la destination finale de ces eaux.

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

#### ✓ 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 leur forte teneur en matières organiques, en sels minéraux (Azote, phosphore), en détergents et en germes fécaux.

#### ✓ 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.

#### ✓ Eaux de buanderie

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

#### ✓ Les eaux de ruissellement :

Ce sont essentiellement les eaux de pluie et de lavage des chaussées.

### II.2 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.2.1. SBV La pollution chimique

La pollution chimique de l'eau est due essentiellement aux déversements des polluants organiques et des sels, des 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.2.2. La pollution organique**

Ces matières organiques qui se présentent 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.2.3. La pollution thermique**

Ce type de pollution est causé par les rejets d'eaux chaudes provenant des systèmes de refroidissement des centrales thermiques. 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.2.4. 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 :

**Tableau II.1 : germes pathogènes rencontrés dans les eaux usées**

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

### II.3 Les paramètres de pollution

#### II.3.1. Les paramètres physiques

##### II.3.1.1 La température

Il est indispensable de connaître la température exacte de l'eau, car c'est un facteur important dans la vie d'une cour d'eau. Un changement de température affecte les diverses propriétés de l'eau. La température joue un rôle dans la solubilité 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.3.1.2 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.3.1.3 La couleur

La couleur de l'eau d'égout d'origine domestique est normalement grisâtre ; une couleur



noire indique une décomposition partielle.

#### **II.3.1.4 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).

##### ✓ **Matières minérales**

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

##### ✓ **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.

### **II.3.2. Les paramètres chimiques**

#### **II.3.2.1 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 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 milligrammes par litre.

### II.3.2.3 La demande biochimique en oxygène (DBO5)

La demande biologique 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.3.2.4 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 ( $HgSO_4$ ). 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)

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.3.3. 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.3.4. Paramètres microbiologiques**

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

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 Evaluation de la pollution**

L'évaluation de la pollution passe par l'analyse d'échantillon représentatifs de l'eau à traiter.

La représentativité des échantillons est un paramètre essentiel qui ne doit pas être négligé et dont dépendra le bon fonctionnement du procédé.

Les facteurs à prendre en considération sont :

### **II.4.1. Les débits**

On distinguera plusieurs débits :

- Le débit moyen horaire ou journalier
- Le débit de pointe et sa durée

Cette notion de débit servira à un dimensionnement efficace et économique.

### **II.5.2. Les pollutions**

L'élément polluant peut être déversé régulièrement cycliquement, dans ces cas, il est

impératif de connaître les différents cycles de déversement, afin de pouvoir réguler le flux de pollution à l'entrée de la station.

### **II.5.3. Les réseaux**

L'évacuation des eaux vers la station se fait par l'intermédiaire de réseaux d'évacuation qui peuvent être uniques ou séparés.

### **II.5.4. La prise des échantillons**

La prise des échantillons doit se faire selon une procédure bien déterminée afin de ne pas altérer celui-ci, ce qui aboutira à des échantillons non représentatifs et faussant les données de base du dimensionnement.

Ainsi pour bien évaluer les MES (matières en suspension) dans une eau calme, il est nécessaire d'homogénéiser la prise, auquel cas le taux mesure est faux.

La prise de l'eau superficielle ou de l'eau profonde ne donneront pas les mêmes valeurs et influenceront sur l'appréciation des dimensions des séparateurs physiques (décanteurs et dessableurs).

Il en est de même pour l'évaluation des matières organiques ou une eau stagnante est souvent sujette à des développements de microorganismes anaérobies dont le produit des métabolismes conduit à des variations parfois importantes de la composition chimique de l'eau.

### **II.5.5. Conservation des échantillons**

C'est un élément très important du fait de la dégradation des substances organiques, et la modification des taux de pollution durant le transport et stockage.

## **II.5 Les procédés d'épuration**

L'épuration biologique est, et restera sans doute encore longtemps, le mode de traitement le plus utilisé pour assurer l'élimination de la pollution organique biodégradable des effluents urbains, car est de loin le plus économique en exploitation.

### **II.5.1 Le relevage**

Le transport des eaux usées dans les collecteurs se fait généralement par gravité, sous l'effet de leurs poids. Une station de relèvement permet d'acheminer les eaux dans la station d'épuration lorsque ces dernières arrivent à un niveau plus bas que les installations de dépollution. Cette opération de relèvement des eaux s'effectue grâce à des pompes submersibles ou à vis d'Archimède.

### **II.5.2. Les prétraitements**

Les dispositifs de prétraitement sont présents dans toutes les stations d'épuration quels que soient les procédés mis en œuvre à l'aval.

Ils ont pour but d'éliminer les éléments solides ou particulaires les plus grossiers, susceptibles de gêner les traitements ultérieurs ou d'endommager les équipements : déchets volumineux (Dégrillage), sables (dessablage) et corps gras (dégraissage-déshuilage).

#### **II.5.3. Le dégrillage**

Il consiste à faire passer les eaux usées au travers d'une grille dont les barreaux, plus ou moins espacés, retiennent les éléments les plus grossiers. Après nettoyage des grilles par des moyens mécaniques, manuels ou automatiques, les déchets sont évacués avec les ordures ménagères.

#### **II.5.4. Le dessablage**

Réalisé par décantation, le dessablage vise à éliminer les sables et les graviers. L'écoulement de l'eau à une vitesse réduite dans un bassin appelé « dessableur » entraîne leur dépôt au fond de l'ouvrage. Ces particules sont ensuite aspirées par une pompe. Les sables récupérés sont essorés, puis lavés avant d'être envoyés en décharge, soit réutilisés, selon la qualité de lavage.

#### **II.5.5. Le dégraissage-déshuilage**

Les opérations de dégraissage-déshuilage consistent à séparer de l'effluent brut, les huiles et les graisses par flottation. Ces derniers étant de densité légèrement inférieure à celle de l'eau. L'injection des micro bulles d'air permet d'accélérer la flottation des graisses.

Souvent ces opérations sont combinées dans un même ouvrage où la réduction de vitesse dépose les sables et laisse flotter les graisses ; enlève ainsi de l'eau les éléments grossiers et les sables de dimension supérieur à 200 microns ainsi que 80 à 90% des graisses et matières flottantes (soit 30 à 40% des graisses totales).

#### **II.5.6. Les traitements primaires**

Après les prétraitements, il reste dans l'eau une charge polluante dissoute et des matières en suspension. Les traitements primaires ne portent que sur les matières décantables (décantation primaire). Ils reposent essentiellement sur le principe de la séparation des constituants solides de la phase liquide par le processus de décantation et de sédimentation.

#### **II.5.7. Les traitements biologiques**

Les traitements biologiques reproduisent, artificiellement ou non, les phénomènes

d'autoépurations existants dans la nature. L'autoépuration regroupe l'ensemble des processus par les quels un milieu aquatique parvient à retrouver sa qualité d'origine après une pollution.

L'épuration biologique des eaux usées biodégradables s'effectue par voie aérobie ou anaérobie. Du fait du caractère exothermique ou métabolisme aérobie, le processus est plus rapide et complet, avec, comme avec contrepartie la production d'une masse cellulaire plus importante.

### ➤ **Le processus d'épuration biologique :**

Le traitement s'effectue dans des réacteurs où l'on met en contact des micro-organismes épurateurs et l'eau à épurer. Quel que soit le réacteur, il est alimenté d'une manière continue ou semi continue, les micro-organismes sont nourris par les matières organiques et transforment les polluants par le processus suivant :

- Par adsorption ou absorption des matières polluantes sur le floc bactérien ;
- Par conversion des matières cellulaires : croissance des micros animaux associés ;
- Par oxydation en CO<sub>2</sub> et H<sub>2</sub>O qui produit l'énergie nécessaire au fonctionnement et à la production de nouveaux matériaux cellulaires.

Le bilan global de la métabolisation de la matière organique est le suivant :

Eau + pollution organique + micro-organismes + oxygène

Micro-organismes en excès + CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O

### **II.5.8. Les traitements secondaires**

Les traitements secondaires recouvrent les techniques d'élimination des matières polluantes solubles (carbone, azote et phosphore). Dans la majorité des cas, l'élimination des pollutions carbonées et azotées s'appuie sur des procédés de nature biologique. Les procédés membranaires combinent quant à eux des procédés biologiques et physiques.

### **II.5.9. Le traitement tertiaire**

En général, les techniques d'épuration, même les plus sévères, laissent passer dans l'eau épurée des matières organiques difficilement biodégradables et échappent à la meilleure décantation. Ainsi même après un traitement secondaire l'eau véhicule presque toujours des micro-organismes et des micropolluants. Si une éventuelle réutilisation de cette eau est envisagée, il convient par conséquent d'utiliser des procédés d'élimination de cette pollution résiduelle. On parlera donc de correction chimique ce qui permettra de donner à l'eau une qualité meilleure pour sa réutilisation.

La principale méthode utilisée est la désinfection par le chlore, qui doit être appliquée avec des doses très fortes et des temps de contact longs. Mais il convient de signaler suite à

cette opération, des toxiques pour la vie aquatique peuvent être formés, il faut donc procéder à une opération de déchloration avant le rejet.

A côté de la désinfection par le chlore, d'autres procédés existent également mais qui restent pratiquement inutilisables dans les domaines de l'épuration des eaux usées. Ceci peut conduire à une eau de qualité. On peut citer par exemple l'échange ionique et l'adsorption sur du charbon actif.

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

## **II.6 Épuration biologique par les boues activées**

### **II.6.1. Définition**

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

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

### **II.6.2. Principe**

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

De plus, il peut (dans la mesure où il est conçu pour cela) transformer l'azote organique et ammoniacal en nitrates (nitrification). Ce procédé consiste à alimenter un bassin brassé et aéré (un bassin d'aération) avec l'eau à épurer (effluent préalablement prétraiter et décanté). L'aération peut être assurée en surface par des turbines, ou par le fond par des procédés de rampe de distribution de bulles d'air. Une culture bactérienne, dispersée sous forme des flocons (boues activées) se développe et forme avec l'eau usée une liqueur mixte. Après un temps de contact suffisant, permettant la fixation et l'assimilation de la matière organique, cette liqueur mixte est envoyée dans un clarificateur (ou décanteur secondaire) où s'effectue la séparation de l'eau épurée et des boues. Les boues décantées sont réintroduites en partie dans le bassin d'aération (recirculation des boues) pour maintenir un équilibre constant entre la quantité de pollution à traiter et la masse de bactéries épuratrice. Les boues sont évacuées du système vers le traitement des boues (extraction des boues en excès).

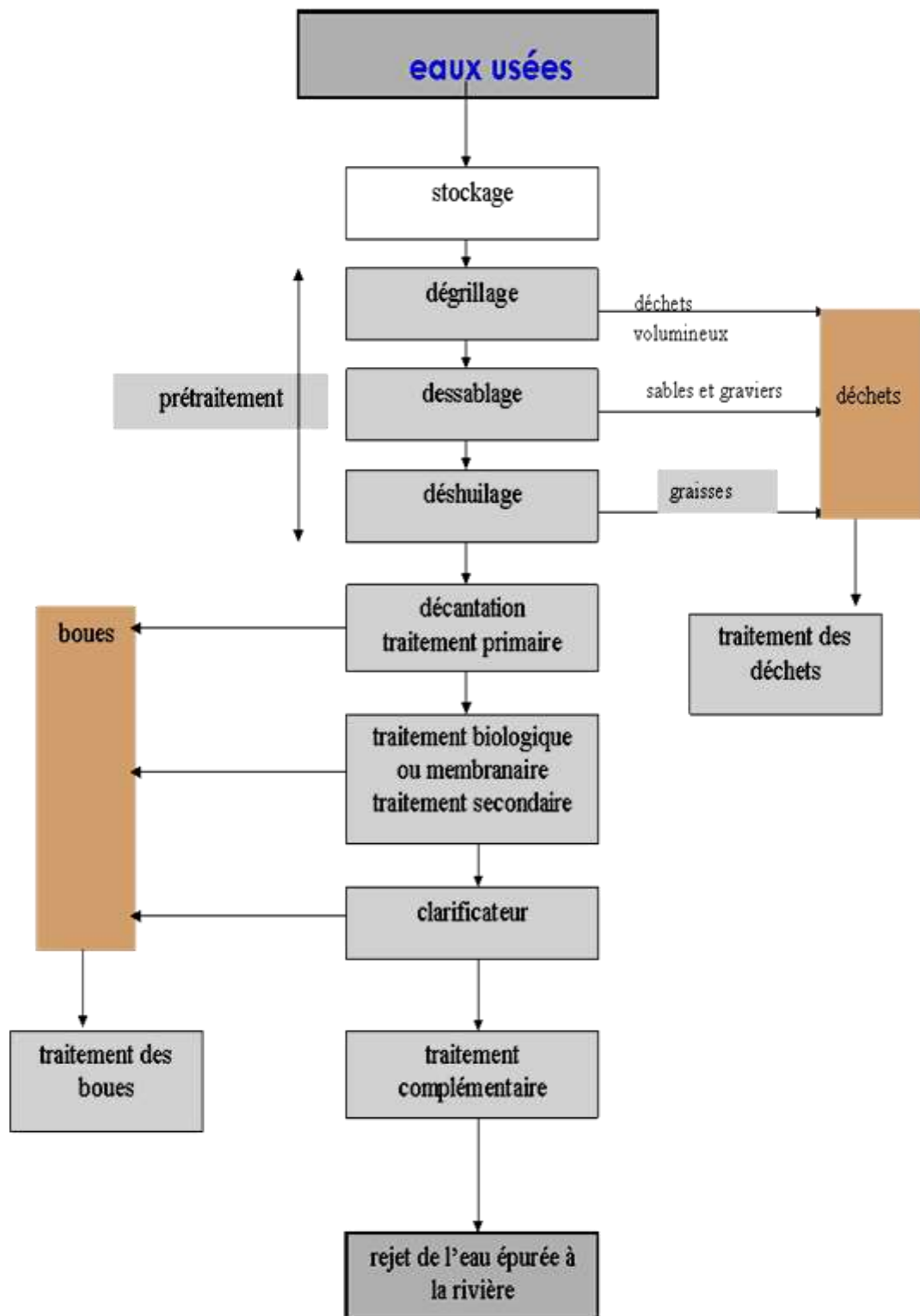


Figure II.1: schéma de fonctionnement d'une station à boues activées



**II.6.3. Charge d'une installation**

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

$C_m = \text{DBO5 (entrée (kg/j))} / \text{kg MVS dans l'aérateur.}$

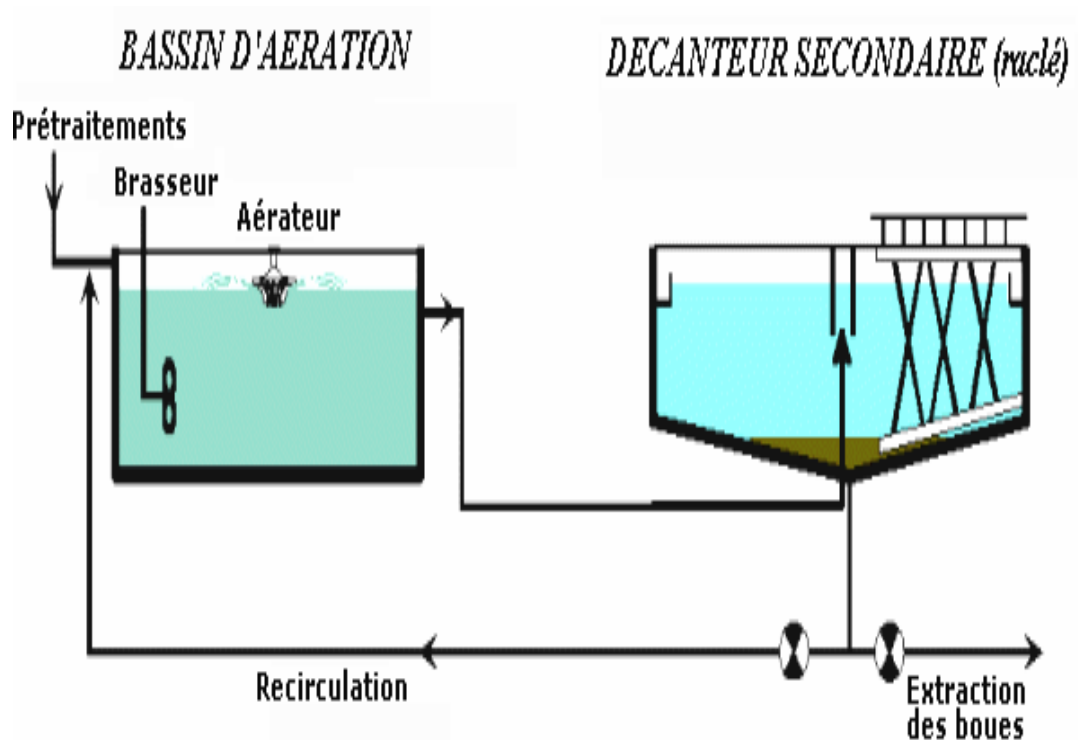
On distingue les systèmes :

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

Ces limites sont évidemment approximatives et variable avec les auteurs.

La charge volumique est intéressante pour le dimensionnement rapide des bassins d'aération,

elle n'a aucune signification biologique.



**Figure II.2 :** Traitement à boue activée à faible charge

**II.6.4.    Avantage**

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 micros-organismes épurateurs.

**II.6.5.    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.

# **Chapitre III**

## **Calcul des débits et des charges polluantes**

### III Calcul des débits et des charges polluantes

#### III.1. Calcul des débits

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

Débit journalier ( $Q_j$ ) ( $m^3/j$ )

Débit moyen horaire ( $Q_m$ ) ( $m^3/h$ ) Débit de pointe ( $Q_p$ )

Débit diurne ( $Q_d$ )

##### III.1.1. Débit journalier

Le débit total journalier est définie par :

$$Q_j = D \cdot N \cdot R \quad (\text{III.1})$$

Avec :

D: dotation (L/hab/J)

N: Nombre d'habitant à l'horizon considéré

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

$N = 2000$  habitant à l'horizon.

$Q_j = 320 \text{ m}^3/j$
---------------------------

$$Q_j = 2000 \cdot 200 \cdot 10^{-3} \cdot 0.8$$

##### III.1.2. Débit moyen horaire

Le débit moyen horaire est donné par la relation :

$$Q_m = \frac{Q_j}{24} \quad (\text{III.2})$$

$Q_m = 13.33 \text{ m}^3/h$
-----------------------------

$Q_m = 3.70 \text{ L/s}$
--------------------------

$$Q_m = 320/24$$

##### III.1.3. Débit de pointe

Par définition le débit de pointe est défini par la relation :

$$Q_p = C_p \cdot Q_m \quad (\text{III.3})$$

$$\text{Avec } \begin{cases} C_p = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{Q_m}} & \text{Si } Q_m \geq 2,8 \text{ L/s} \\ C_p = 3 & \text{Si } Q_m < 2,8 \text{ L/s} \end{cases} \quad \text{(III.4)}$$

Dans notre cas le  $C_p = 2,80$  d'où le calcul du débit de pointe :

$$Q_p = 2,80 * 3,70 = 10.36 \text{ L/s} = 37.30 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_p = 37.30 \text{ m}^3/\text{h}$$

### III.1.4. Le débit diurne

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

$$Q_d = \frac{Q_j}{16 \text{ heures}} \quad \text{(III.4)}$$

$$Q_d = \frac{320}{16 \text{ heures}} = 20 \text{ m}^3/\text{h}$$

D'où :

$$Q_d = 20 \text{ m}^3/\text{h}$$

### III.2. Calcul des charges polluantes

Après une campagne d'analyses des eaux usées de la base de vie de GTL effectuées au niveau de laboratoire Gassi-Touil, nous avons obtenus les résultats suivants :

**Tableau III.1** : Résultats d'analyses des eaux usées de la base de vie de GTL

Date de Prélèvement	Heur	PH	Temp (°C)	Conductivité (ms/cm)	Matières en suspension (mg/l)		DBO5 (mg/l)	DCO (mg/l)	
31/05/2016	08:30	7.07	24,5	24,5	m1=0,1276 g	m=0,0655 g	MES=818,75	500	112
					m2=0,1931 g	V=80 ml			
01/06/2016	08:30	7,73	26,3	3,78	m1=0,1280 g	m=0,0238 g	MES=119	90	94
					m2=0,1518 g	V=200 ml			
02/06/2016	08:30	6,52	26,1	3,95	m1=0,1297 g	M=0,0117 g	MES=46,8	140	102
					m2=0,1414 g	V=250 ml			
03/06/2016	08:30	7,36	25,2	3,91	m1=0,1288 g	m=0,0173 g	MES=144,17	110	106
					m2=0,1461 g	V= 120 ml			
04/06/2016	08:30	7,4	28,1	4,05	m1=0,1302 g	m=0,1399 g	MES=559,6	110	96
					m2=0,2701 g	V=250 ml			
05/06/2016	08:30	7,32	26	3,93	m1=0,1300 g	m=0,0083 g	MES=33,2	40	114
					m2=0,1383 g	V=250 ml			
06/06/2016	08:30	7,23	23,4	3,63	m1=0,1295 m2=0,1400	m=0,0105 V=250 ml	MES=42	160	90

Soit les dotations des charges polluantes d'un rejet domestique de la base de vie :

$$DBO_5 = 164,28 \text{ mg/l}$$

DCO= 102 mg/l

MES= 251,93 mg/l

### III.2.1. Les charges polluantes journalières sont :

MES (kg/j)=  $Q_j(\text{m}^3/\text{j}) * [\text{MES mg/l}] * 10^{-3} = 251,93 * 320 * 10^{-3} = 80.62 \text{ (kg/j)}$  (III.5)

DBO5 (kg/j)=  $Q_j(\text{m}^3/\text{j}) * [\text{DBO5 mg/l}] * 10^{-3} = 164,28 * 320 * 10^{-3} = 52.57 \text{ (kg/j)}$  .... (III.6)

**Le tableau III. 2 :**Caractérise l'estimation des débits et des charges polluantes nécessaires au dimensionnement

Données de base	Unité	Valeur
<b>Population</b>	hab	<b>2000</b>
<b>Débit journalier</b>	m <sup>3</sup> /j	<b>320</b>
<b>Débit moyen horaire</b>	m <sup>3</sup> /h	<b>13.33</b>
<b>Débits de pointe en temps sec</b>	m <sup>3</sup> /h	<b>37.30</b>
<b>Débit diurne</b>	m <sup>3</sup> /h	<b>20</b>
<b>Charge en DBO5</b>	kg/j	<b>52.57</b>
<b>Charge en MES</b>	<b>kg/j</b>	<b>80.62</b>

### III.3. Normes de Rejet

Le résultat souhaité d'un système d'épuration quelconque est la restitution d'une eau ne présentant pas de danger pour l'environnement.

Cet objectif est atteint lorsque les eaux rejetées répondent aux normes fixées par les différentes réglementations.

Les règlements en matière de rejet dépendent beaucoup de la sensibilité du site de rejet, et de la destination finale des eaux.

Nous donnons, la réglementation en vigueur en Algérie, en ce qui concerne ces rejets d'eaux suivant le Décret 2003

**Tableau III. 3 :** Normes de rejet selon le décret journal officiel de la république Algérienne N°26 / 23 avril 2006.

Paramètres	Unité	Norme de rejet max
<b>Température</b>	°C	<b>&lt;30</b>
<b>Ph</b>		<b>6.5-8.5</b>
<b>DBO5</b>	mg/l	<b>&lt;35</b>
<b>MES</b>	mg/l	<b>&lt;30</b>
<b>DCO</b>	mg/l	<b>&lt;120</b>
<b>Azote Kejdahl</b>	mg/l	<b>30</b>
<b>Phosphates</b>	mg/l	<b>10</b>
<b>Fer</b>	mg/l	<b>3</b>
<b>Huiles et graisses</b>	mg/l	<b>20</b>
<b>Détergents</b>	<b>mg/l</b>	<b>2</b>

# CHAPITRE IV

## DIMENSIONNEMENT DE LA STATION



## CHAPITRE IV DIMENSIONNEMENT DE LA STATION

### VI.1. -LES PRETRAITEMENTS

Les prétraitements sont constitués par une série d'opérations physiques ou mécaniques qui ont pour but d'éliminer la fraction la plus grossière. Des particules entraînées et de retirer de l'effluent des matières susceptibles de gêner les traitements ultérieurs.

Les principales opérations de prétraitements sont :

Le dégrillage tamisage.

Le dessablage.

Le déshuilage.

#### VI.1.1 DEGRILLAGE TAMISAGE

##### VI.1.1.A Dégrillage

Le dégrillage permet :

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

Des éparer et d'évacuer facilement les matières volumineuses charriées par l'eau brute, qui pourraient nuire à l'efficacité des traitements suivants ou compliquer l'exécution.

En fonction de l'écartement des barreaux on peut distinguer :

Le dégrillage fin : écartement de 3 à 10 mm.

Le dégrillage moyen : écartement de 10 à 25 mm.

Le dégrillage grossier : écartement de 50 à 100 mm.

Il existe plusieurs types de grilles

##### ➤ Grilles manuelles :

Composées de barreaux inclinés de 60° à 80° sur l'horizontale. Les refus sont éliminés à l'aide de râtaux. On utilise ces grilles généralement pour les stations moyennes.

La surface de ces grilles doit être calculée largement pour en éviter la nécessité d'intervention trop fréquente pour le nettoyage.

➤ **Grilles mécaniques :**

Elles sont des tinées aux stations importantes, ou pour les eaux brutes très chargées en matières grossières.

La manœuvre automatique de la grille permet éviter le colmatage rapide des canalisations.

On distingue :

- **Grilles courbées :**

Ce type de grille a l'avantage de présenter une grande surface utile, le nettoyage est assuré par un ou deux peignes montés à l'extrémité de bras et tournant autour d'un axe horizontal.

- **Grilles droites :**

Le champ de grilles réalisé en barreaux de section rectangulaire ou trapézoïdale (réduisant le risque de coincement des matières solides), généralement incliné de 60° à 80°.

#### **VI.1.1.B TAMISAGE**

Le tamisage peut être considéré comme un dégrillage poussé qui consiste en une filtration sur toile mettant en œuvre des mailles de différentes dimensions.

Il existe une macro tamisage (maille supérieure à 0.3mm) et un micro tamisage (mailles inférieures à 100µm).

#### **VI.1.1.C CALCUL DES DEGRILLEURS**

Il existe deux méthodes permettant de calculer les paramètres de la grille.

- **Méthode de KIRSCHMER**

La largeur de la grille est donnée par l'expression

$$L_g = \frac{S \times \sin \alpha}{h_{max}(1-\beta) \times K} \quad (\text{IV.1})$$

Où:

L: largeur de la grille (m).

$\alpha$ : Angle d'inclinaison de la grille avec l'horizon.

$h_{max}$ : hauteur maximum d'eau admissible sur une grille(m).

$\beta$ : Fraction de surface occupée par les barreaux.

S : surface de passage de l'effluent (S=  $Q_p/V$ ).

V: vitesse d'écoulement (m/s).

K: Coefficient de colmatage dépendant de la qualité de l'eau et du système de reprise des résidus.

Généralement :

$$\left\{ \begin{array}{l} 0.1 < C < 0.3 \text{ pour une grille manuelle.} \\ 0.4 < C < 0.5 \text{ pour une grille automatique.} \end{array} \right.$$

Donc: 
$$L_g = \frac{Q_p \times \sin \alpha}{V \times h_{\max} \times \beta \times K} \quad (\text{IV.2})$$

**a) Grille grossière**

$\alpha=60^\circ$ .

$Q_p=0.01\text{m}^3/\text{s}$

$V=0.8 \text{ m/s}$ .

$h_{\max}=1 \text{ m}$ .

$K=0.3$ (grille manuelle).

$\beta=e/e+d=9/9+30=0.23$

$$L_g = \frac{0.01 \times \sin 60}{0.8 \times 1 \times 0.23 \times 0.3} = 0.156 \text{ m}$$

**b) Grille fine**

$\alpha=60^\circ$ .

$Q_p=0.01\text{m}^3/\text{s}$

$V=0.8 \text{ m/s}$ .  $h_{\max}=1\text{m}$ .

$K=0.3$ (grille manuelle).

$\beta=0.5/1.5=0.33$

$$L_g = \frac{0.01 \times \sin 60}{0.8 \times 1 \times 0.33 \times 0.3} = 0.109 \text{ m}$$

• **Méthode de KITTELBERGER**

Elle est exprimée par la formule suivante:

$$L = \frac{d+e}{e} \times \frac{1}{1-n} \times \frac{Q_p}{V \times h_{max}} \text{ (IV.3)}$$

Où:

$Q_p$ : débit de pointe (m<sup>3</sup>/s)

$V$  : vitesse d'écoulement (m/s)

$H_{max}$ : hauteur d'eau max(m)

$n$  : pourcentage d'encrassement

$d$ : largeur d'un barreau (m).

$e$ : espacement entre les barreaux(m).

#### IV Grille grossière

$0.04 \leq e \leq 0.05$  Nous prenons  $e=0.05\text{m}$  et  $d=0.008\text{m}$   $Q_p = 0.01\text{m}^3/\text{s}$  ;  $V=0.8\text{m/s}$  ;  
 $h_{max}=1\text{(m)}$ ;  $n=50\%$

Donc 
$$L = \frac{0.05+0.008}{0.05} \times \frac{1}{1-0.5} \times \frac{0.01}{0.8 \times 1} = 0.029 \text{ m}$$

#### V Grille fine

$0.02 \leq e \leq 0.03$  Nous prenons  $e = 0.02\text{m}$  et  $d=0.005\text{m}$   $Q_p=0.01\text{m}^3/\text{s}$  ;  $V=0.8\text{m/s}$  ;  $h_{max}=1\text{m}$  ;  
 $n=50\%$

Donc 
$$L = \frac{0.02+0.005}{0.02} \times \frac{1}{1-0.5} \times \frac{0.01}{0.8 \times 1} = 0.031$$

**Tableau VI.1** Tableau récapitulatif (dégrillage)

	Type de grille	Largeur de la grille(m)
<b>KIRSCHMER</b>	Grossière	<b>0.156</b>
	fine	<b>0.109</b>
<b>R</b>	Grossière	<b>0.029</b>
	fine	<b>0.031</b>

**Remarque :**

La largeur de la grille calculée par la méthode de KITTELBERGER implique une disposition des barreaux plus serrée par rapport à la méthode de KIRSCHMER, ce qui permet de stopper le maximum de gros objets.

**VI.1.1.D CALCUL DES PERTES DE CHARGES**

La perte de charge dans un dégrilleur est donnée par la relation de KIRSCHMER :

Où :

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

**$\Delta H$  : Perte de Charge.**

$\beta_0$  : Coefficient de forme.

d: Largeur maximale

e : Espacement entre les barreaux.

V: Vitesse d'écoulement.

$\alpha$ : Angle d'inclinaison par rapport à l'horizon.

**Pertes de charge au niveau de la grille grossière :**

Nous prenons :

$\beta=2.42$  (section rectangulaire des barreaux)

d=0.008m

e=0.05 m

V=0.8 m/s

$\alpha=60^\circ$

$$\text{Donc : } \Delta H = 2.42 \times \left(\frac{0.008}{0.05}\right)^{\frac{4}{3}} \times \frac{0.8^2}{9.81} \times \sin 60 = 0.012 \text{ m}$$

**Pertes de charge au niveau de la grille fine :**

d =0.005 m ;

e=0.02 m

$$\text{Donc : } \Delta H = 2.42 \times \left(\frac{0.005}{0.02}\right)^{\frac{4}{3}} \times \frac{0.8^2}{9.81} \times \sin 60 = 0.022 \text{ m}$$

**VI.1.1.E CONCLUSION**

Nous optons dans la phase de dégrillage une grille grossière inclinée de  $60^\circ$  (plus que la grille est moins inclinée par rapport à l'horizontal, plus que la somme des deux forces : hydrostatique et force des dépôts solides devient plus faible).

## VI.1.2 DESSABLAGE DESHUILAGE :

### VI.1.1.A DESSABLAGE

Les dessableurs doivent permettre de retenir les graviers, le sable et les matières minérales de dimensions  $>0.2\text{mm}$ , en laissant passer les matières organiques en suspension.

Le choix d'un type de dessableur dépendra de la concentration en sable des eaux et de l'importance de la station ainsi que son coût.

Il existe plusieurs dessableurs :

#### ➤ Dessableur à couloirs :

Ce sont des canaux à section élargie et rectangulaire, dans lesquels la vitesse de passage est inférieure à  $0.3\text{ (m/s)}$  de façon à éviter le réentraînement des particules par le courant de l'eau.

#### ➤ Dessableurs aérés :

On insuffle dans ce dessableur de l'air qui provoque un mouvement de rotation et entraînement qui assure :

Une décantation des grains de sable.

Un rafraîchissement des eaux par l'oxygène. Le débit d'air injecté varie de 1 à 1.5 ( $\text{m}^3\text{d'air/ m}^3\text{d'eau}$ )

#### ➤ Dessableurs carrés :

Ce sont des dessableurs carrés à fonds plat où l'eau est admise sur toute la largeur du bassin, les sables sont recueillis par raclage.

### VI.1.1.B DESHUILAGE ET DEGRAISSAGE

C'est une opération destinée à réduire les graisses et huiles, ils sont émulsionnés par simple sédimentation physique en surface.

Dans le traitement biologique, les huiles et graisses présentent de multiples inconvénients tels que : une mauvaise diffusion de l'oxygène dans le floc bactérien, le bouchage des pompes et canalisation et une acidification du milieu dans le digesteur anaérobie.

#### ➤ Dégraisseur et des sableur séparés

Cette disposition est recommandée lorsque les eaux brutes sont chargées en graisses et huiles de façon inhabituelle.

#### ➤ Dessableur dégraisseur combiné

Le débit d'air nécessaire est différent pour chaque fonction, ce qui conduit à une efficacité moyenne globale

Le dégraisseur et l'évaluation des graisses s'effectuent dans une zone tranquillisée, les boues décantables glissent sur les parois inclinées de l'ouvrage et ils sont ramenés dans la zone d'aération.

#### VI.1.1.C CONCLUSION

Le bassin de dessablage déshuilage proposé est du type aéré longitudinal parce que l'injection de l'air assure une turbulence constante ce qui évite le dépôt des matières organiques.

#### VI.1.1.D DIMENSIONNEMENT DU DESSABLEUR- DESHUILEUR

Les dessableurs aérés sont conçus d'une forme rectangulaire allongée et une section trapézoïdale d'une configuration compliquée.

##### ➤ Critères de dimensionnement pour le dessableur

Temps de séjour minimal :  $t_s=5 \text{ min}$

Charge hydraulique maximale :  $C_{hyd}=50 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$

Vitesse horizontale maximale :  $V_h=0,3 \text{ m/s}$

##### ➤ Dimensionnement :

Leur dimension est fonction du débit soutiré, de la vitesse de chute dans l'eau des particules. ( $V_{verticales}$ ) et de la vitesse de traversée du bassin ( $V_{horizontale}$ ). Dans la mesure du possible, étant donné leur éloignement par rapport à la centrale, les dessableurs seront autonettoyants.

##### 1. Le volume :

Le volume de dessableur est calculé à partir de débit et de temps de séjour.

##### 2. Le temps de séjour :

Le dessableur aéré est calculé pour un temps de séjour de 3 à 5 minutes

On prend un temps de séjour  $t_s=5 \text{ minutes}$ .

On a le débit  $Q_{pte}= 0,01 \text{ m}^3/\text{s}$

Donc: Le volume  $V= Q_{pte}.t_s=0.01 \times 5 \times 60 \Rightarrow V=3 \text{ m}^3$

##### 3. Diamètre du dessableur :

Le diamètre de dessableur est donné par :

$$D = \sqrt{4 \times \frac{V}{\pi h}} \quad (\text{IV.17})$$

$h=2m$

$v=3m^3$

**D=1, 382m**

**4. Le volume d’air à insuffler dans le dessableur :**

La quantité d’air à insuffler varie de 1 à  $1,7m^3$  d’air/ $m^3$ d’eau.

$$q_{air} = Q_p \times V$$

Tel que :  $V$  est le volume d’air à injecter ( $m^3/m^3$ )  $V=1.25m^3/m^3$

Donc :  $q_{air} = 1.25 \times 0.01 = 0.0125 m^3/s$

$$q_{air} = 0.0125 m^3/s = 45 m^3/h$$

**Tableau IV.2** Tableau récapitulatif (dessablage déshuilage)

<i>Désignation</i>	<i>Unité</i>	<i>2015</i>
<b><i>Dessableur déshuileur</i></b>		<b>1</b>
<b><i>Q<sub>p</sub></i></b>	<b>m<sup>3</sup>/s</b>	<b>0.01</b>
<b><i>Vitesse d’écoulement</i></b>	<b>m/s</b>	<b>0.3</b>
<b><i>Vitesse de chute</i></b>	<b>m/s</b>	<b>0.02</b>
<b><i>Volume</i></b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>3</b>
<b><i>Diamètre</i></b>	<b>m</b>	<b>1.382</b>
<b><i>Hauteur</i></b>	<b>m</b>	<b>2</b>
<b><i>Temps de séjour</i></b>	<b>min</b>	<b>5</b>
<b><i>Débit d’air</i></b>	<b>m<sup>3</sup>/s</b>	<b>0.0125</b>

**5. Quantité des matières éliminées par le dessableur :**

Les MES contiennent **20%** de MM (matières minérales) et **80%** de MVS (matières volatiles en suspension), c'est-à-dire :  $MES = 80\% MVS + 20\% MM$

Donc : -MVS=0,8.  $N_0=0,8 \times 80.62 \square MVS=64.50Kg/j$

-MM=0,2.  $N_0=0,2 \times 80.62 \square MM=16.12Kg/j$



Le dèssableur permet d'éliminer **80%** des matières minérales totales :

$$MM_e = MM \times 0,8 = 16.12 \times 0,80 \quad \mathbf{MM_e = 12.90 Kg/j}$$

De plus les matières minérales à la sortie de dèssableur :

$$-MM_s = MM - MM_e = 16.12 - 12.90 \quad \mathbf{MM_s = 3.22 Kg/j}$$

Enfin les MES à la sortie de dèssableur :

$$-MES_s = MVS + MM_s = 64.50 + 3.22 \quad \mathbf{MES_s = 67.72 Kg/j}$$

#### **VI.1.1.E Déshuileur**

Le déshuilage est une opération de traitement qui permet de séparer les matières flottantes des eaux usées.

On veut traiter des eaux huileuses en provenance du complexe restauration, des garages mécaniques et les ateliers division EP.

Qp: le débit de pointe = 37,30 m<sup>3</sup>/h

Diamètre des bulles : 150 microns

Concentration moyenne : 15 ppm

- g = 9.81 m/s<sup>2</sup>

Masse volumique : Eau = 1000 kg/m<sup>3</sup> Huile = 890 kg/m<sup>3</sup>

Viscosité de l'eau = 0.001 pascal/s

Le régime hydraulique est laminaire et la vitesse ascensionnelle est donnée par la loi de Stokes :

$$\mathbf{U_{mg} = \frac{g(\rho_c - \rho_D) \times d^2}{18\mu} \quad \text{(III.19)}}$$

g: accélération de la pesanteur: 9.81 m/s<sup>2</sup>.

$\rho_c$ : masse volumique de l'eau 1000 kg/m<sup>3</sup>.

$\rho_D$ : masse volumique des gouttes d'huile: 890 kg/m<sup>3</sup>.

$\mu$ : viscosité de l'eau.

La norme API fixe le rapport hauteur/largeur h/l qui est compris entre 0.3 et 0.5.

La surface géométrique du plan d'eau  $S=L*I$  (IV.20)

La surface réelle compte tenu de la turbulence

$$S'=S*F \quad (IV.21)$$

$$F=F_d*F_t \quad (IV.22)$$

$F_d$ : facteur de distribution des bulles

$F_t$ : facteur de turbulence

Le tableau IV.3 qui suit permet de calculer ces 2 facteurs :

**Tableau IV.3** : Les facteurs de distribution et de turbulence des bulles d'huiles

$V_h/U_{mg}$	3	6	10	15	20
$F_t$	1.07	1.14	1.27	1.37	<b>1.45</b>
$F_d$	<b>1.17</b>	<b>1.37</b>	<b>1.52</b>	<b>1.64</b>	<b>1.74</b>

$V_h$  : vitesse horizontale  $U_{mg}$ : vitesse ascensionnelle

La surface du déshuileur est donnée par la relation :  $S=F*Q/U_{mg}$  (IV.23)

La section du déshuileur est  $\Omega=I*H=Q/V_h$  (IV.24)

**1. Calcul de  $U_{mg}$**

$$U_{mg} = \frac{9,81((1-0,89) \times 1000) \times 0,15^2}{18 \times 0,001} = 1348 \times 10^{-6} \text{ m/s} = 0,0014 \text{ m/s}$$

**2. Rapport  $V_h/U_{mg}$**

On prendra une vitesse horizontale de 40m/h

$$V/U=40/(3600*0.0014)=7.93 \approx 8$$

**3. Détermination de F (correction de la surface)**

D'après le tableau  $F_t=1.27$

$$F_d=1.52 \quad F=1.27*1.52=1.93$$

**4. Aire du déshuileur : S**

$$S = \frac{F \times Q_p}{U} = \frac{1,93 \times 37,30}{0,0014 \times 3600} = 14,28 \text{ m}^2$$

**5. Section du déshuileur  $\Omega$**

$$\Omega = \frac{37,30}{40} = 0,93 \text{ m}^2$$

**6. Tirant d'eau : H**

On choisira un rapport  $H/l=0.4$

$$\Omega=0.93\text{m}^2\text{l}=1.47\text{m}=2\text{m}$$

$$H=0.4 \text{ l}=0.4*2=0.8\text{m}$$

### 7. Longueur de déshuileur L

$$S=L*\text{l}=14\text{m}^2 \text{ soit}$$

$$L=14/2=7$$

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

### 8. Temps de séjour $t_s$

$$t_s=\text{volume}/\text{débit}=14*0.8/37,30=0.30 \text{ h}$$

$$t_s=18\text{mn}$$

## VI.1.3 OUVRAGE DE TRAITEMENT PRIMAIRE

### VI.2.3.A Critère de conception de décanteur

Les éléments de conception du décanteur sont:

- Le taux de débordement ( $\tau$ ) égale à  $2\text{m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ .
- Le temps de rétention ( $Tr$ ) égale à 1,5h.
- le décanteur primaire élimine 35% de la DBO5 et 95% de la matière minérale.

#### 1. Surface du décanteur

La surface totale de décantation est donnée par la relation:

$$S_{total} = \frac{Q_p}{\tau} \quad (\text{IV.25})$$

Avec:

$$Q_p: \text{débit de pointe}=37,30\text{m}^3/\text{h}$$

$$\tau=2\text{m}^3/\text{h}/\text{m}^2$$

<b>S totale=18,65m<sup>2</sup></b>
------------------------------------

#### 2. Volume du décanteur

$$\text{Le volume total est : } V_{tot}=Q_p*Tr \quad (\text{IV.26})$$

Avec:

Qp: débit de pointe=37,30m<sup>3</sup>/h

$$V_{tot}=55,95m^3$$

Tr: temps de rétention=1,5h.

**3. Diamètre du décanteur**

Le diamètre de décanteur est donc:  $D = \sqrt{4 \times \frac{S}{\pi}}$

$$D=4.68m$$

**4. Calcul des charges polluantes**

Le décanteur primaire élimine 35% de la DBO5 et 95% de matière minérale.

DBO<sub>5</sub>=52.57 kg/j, Les matières minérales restantes =16.12-12.90= 3.22 kg/j.

Charge en DBO5=0,35\*52.57=18.400 kg/j

Charge en MM=0,95\*3.22=3.059kg/j

**Tableau IV.4 : Dimensions et performances de décanteur primaire**

Désignation	Unité	Valeur
<b>Volume</b>	m <sup>3</sup>	<b>55.95</b>
<b>Hauteur</b>	m	<b>3</b>
<b>Diamètre</b>	m	<b>4.68</b>
<b>Temps de rétention</b>	h	<b>1,5</b>
<b><u>Charges à l'entrée</u></b>	Kg/j	
<b>DBO5</b>		<b>52.57</b>
<b>MM</b>		<b>3.22</b>
<b><u>Charge éliminée</u></b>	Kg/j	
<b>DBO5</b>		<b>18.400</b>
<b>MM</b>		<b>3.059</b>
<b><u>Charge à la sortie</u></b>	Kg/j	
<b>DBO5</b>		<b>34.17</b>
<b>MM</b>		<b>0.161</b>

**5. Volume des boues par jour**

La quantité totale des boues produites (BT) dans le décanteur est:

BT=DBO5+MM (éliminé) =18.400+3.059=21.459kg/j

$$MES = \frac{BT}{Q_j} \quad (IV.27)$$

Avec:

Qj: débit journalier égale à 320m<sup>3</sup>/j. BT=21.459 kg/j.

<b>MES=67,059mg/l</b>
-----------------------

## VI.2. LES TRAITEMENTS SECONDAIRES

### VI.2.1 INTRODUCTION

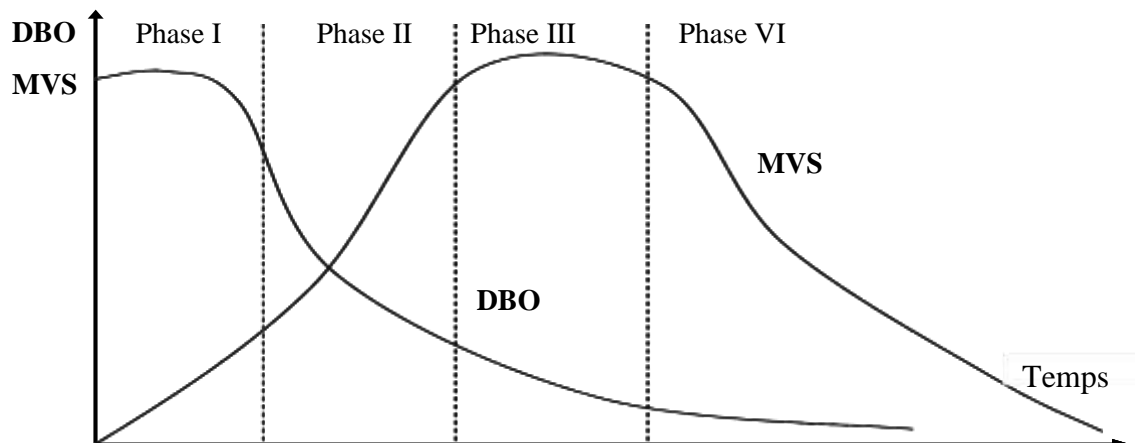
Les procédés biologiques ont enregistré ces dernières années des grands progrès permettant d'atteindre une efficacité remarquable dans l'élimination des matières organiques. Le traitement biologique est très adapté pour les eaux usées urbaines.

#### ➤ PRINCIPE DE L'EPURATION BIOLOGIQUE PAR BOUES ACTIVEES

Le procédé à boues activées se présente sous forme de réacteur biologique aérobie alimenté en continu dans lequel la biomasse est brassée et aérée en même temps que l'eau usée, la biomasse est ensuite séparée dans des décanteurs secondaires.

#### ➤ EVALUATION DE LA MASSE ORGANIQUE EN PRESENCE D'UNE MASSE BACTERIENNE

L'évolution de la masse organique dans un bassin est représentée sur la figure IV.1



**Figure IV.1** Evaluation de la DBO et des MVS dans un bassin.

#### Phase I

Phase de croissance exponentielle des bactéries :

$$dx/ dt= k.x \quad (IV.5)$$

Où:

X: la masse bactérienne présente au temps t. K: taux de croissance en ( $j^{-1}$ )

L'intégrale de cette équation conduit à:

$$X = X_0 e^{kt} \quad (\text{IV.6})$$

$X_0$ : la masse bactérienne présente au temps  $t_0$ .

### Phase II

Phase de croissance ralentie par disponibilité de nourriture, elle s'exprime par :

$$dx/dt = k_l x \quad (\text{IV.7})$$

Où :

L : concentration en DBO<sub>5</sub> L'intégrale de cette équation conduit à:

$$L_f = L_0 e^{-k'xat} \text{ avec : } k' = k / a_m \quad \text{et } a_m = dx/dt$$

Et par développement en série de TAYLOR nous aurons:

$$L_f/L_0 = 1 - K'Xat \quad (\text{IV.8})$$

Où:

$L_f$  : quantité du substrat final (DBO<sub>5</sub>)

$L_0$ : quantité du substrat initial (DBO<sub>5</sub>)

### Phase III

Correspond à une phase stationnaire. Elle signifie qu'à ce moment, les bactéries utilisent les réserves accumulées précédemment.

### Phase IV

Au cours de laquelle le milieu est pauvre en matières organiques et se traduit par la mort de nombreux micro-organismes. L'oxygène apporté est alors utilisé par les bactéries pour leur propre transformation en produits finaux.

#### ➤ ETUDE DE LA VARIANTE À FAIBLE CHARGE

Le principe de traitement choisi est celui d'une épuration biologique par boues activées à faible charge.

Les stations à faible charge sont conçues en vue d'un fonctionnement autonome sans personnel permanent suivant les critères suivants :

Procédé simple (sans décantation primaire) avec bassin d'aération en mélange intégrale, mais sécuritaire au prix d'un large dimensionnement des ouvrages.

Exploitation peu coûteuse en main d'œuvre avec une dépense énergétique raisonnable

Elles peuvent être équipées d'un automate programmable qui assure :

- La gestion de l'oxygénation des boues activées.
- La gestion du recyclage et de l'extraction des boues

### 1. La charge volumique ( $C_v$ ) :

$$C_v = \text{DBO}_5 \text{ entrée/volume du bassin} = L_0/V \quad (\text{IV.10})$$

$$\text{Avec : } 0.3 < C_v < 0.8 (\text{kgDBO}_5/\text{m}^3 \cdot \text{j})$$

Nous prenons pour le calcul suivant :  $C_v = 0.35 (\text{kgDBO}_5/\text{m}^3 \cdot \text{j})$

### 2. La charge massique ( $C_m$ ):

$$C_m = \text{DBO}_5 \text{ entrée/masse des boues} = L_0/X_t \quad (\text{IV.11})$$

$$\text{Avec : } 0.1 < C_m < 0.2 (\text{kgDBO}_5/\text{kgMVS}\text{m}^3 \cdot \text{j})$$

On prendra :  $C_m = 0,1 \text{KgDBO}_5/\text{Kg MVS j}$

## VI.2.2 BASSIN D'AERATION :

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 communes 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.

Ce procédé présente plusieurs avantages:

- Oxydation assez poussée des matières organiques;
- Maintien de la concentration en biomasse par recyclage;

- Procédé très résistant aux variations de températures

### VI.2.3.B DIMENSIONNEMENT DU BASSIN D'AERATION

Débit moyen journalier  $Q_{moyj} = 320 \text{ m}^3/\text{j}$

Débit moyen horaire  $Q_{moyh} = 13.33 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Charge polluante à l'entrée du bassin

$\text{DBO}_5 = L_0 = 52.57 \text{ kg}/\text{j}$

Concentration de l'effluent en  $\text{DBO}_5 (S_0)$

$$S_0 = \frac{L_0}{Q_{moyj}} = \frac{52.57}{320} = 164.281 \text{ g}/\text{l}$$

La charge pollutant à la sortie ( $S_f = 30 \text{ mg}/\text{l}$ )

$L_f = S_f \cdot Q_{moyj} = 30 \times 10^{-3} \times 320 = 9.6 \text{ kgDBO}_5/\text{j}$

La charge polluante éliminée

$L_e = L_0 - L_f = 52.57 - 9.6 = 42.97 \text{ kgDBO}_5/\text{j}$

Le rendement de l'épuration est donc :

$\eta_{\text{ép.}} = (L_0 - L_f) / L_0 = 42.97 / 52.57 = 82\%$

Le bassin d'aération choisi est de type circulaire dont :

#### 1. -Volume du bassin V

$V_b = L_0 / C_v$  on prend  $C_v = 0.35$   $V_b = 52.57 / 0.35 = 150.2 \text{ m}^3$

#### 2. -Hauteur du bassin H

La hauteur du bassin d'aération varie entre 3 à 5 m, nous choisissons donc une hauteur de 4 m.

#### 3. -Surface horizontale $S_h$

$$S_h = \frac{V_b}{H} = \frac{150.2}{4} = 37.55 \text{ m}^2$$

#### 4. -Longueur du bassin

On prend  $l = \sqrt{\frac{S_h}{1.5}} = \sqrt{\frac{37.55}{1.5}} = 5 \text{ m}$

Donc  $L = \frac{S_h}{l} = \frac{37.55}{5} = 7.51 \text{ m}$

#### 5. Temps de séjour dans bassin



- Par débit moyen

$$T_s = \frac{V}{Q_{moy}} = \frac{150.2}{13.33} = 11.27 \text{ heures}$$

- Par débit de pointe

$$T_s = \frac{V}{Q_{moy}} = \frac{150.2}{37.30} = 4.03 \text{ heures}$$

### 6. Masse des boues dans le bassin

$$X_t = L_0 / C_m = 52.57 / 0.1 = 525.7 \text{ kg}$$

### 7. Concentration des boues dans le bassin

$$X_a = X_t / V = 525.7 / 150.2 = 3.5 \text{ kg DBO}_5/\text{m}^3/\text{j}$$

### 8. Besoin en oxygène

La consommation de l'oxygène par la boue activée est la somme de deux termes:

- Le premier correspond à l'oxygène consommé dans le cadre des réactions de catabolisme et anabolisme.
- Le second correspond à la réservation en dogène.

La vitesse de dissolution de l'oxygène dans l'eau dépend de la concentration de la pollution, la géométrie du bassin, la température et le débit.

Donc  $Q(\text{O}_2)$  à fournir pour l'épuration biologique dans le bassin d'aération par jour est :

$$Q(\text{O}_2) = a' L_e + b' X_t \quad (\text{IV.12})$$

Où:

$L_e$  : La charge en DBO éliminée (kg/j)

$X_t$  : Masse totale des boues présentes dans le bassin d'aération.

$Q_{moyj}$  : Débit moyen journalier ( $\text{m}^3/\text{j}$ )

$a'$  : La fraction de pollution transformée 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 de 1 g de pollution.

$b'$  : coefficient cinétique de respiration endogène ( $\text{g}:\text{O}_2/\text{g MVS}/\text{j}$ )

Le tableau suivant donne les valeurs de  $a'$  et  $b'$  suivant la charge massique appliquée :

**Tableau IV.5** Valeur des coefficients a' et b' en fonction de la charge massique

$C_m$	<0.1	0.1	0.15	0.2	0.3	0.4	>0.5
$a'$	0.66	0.65	0.62	0.6	0.56	0.53	0.5
$b'$	0.06		0.075		0.085		0.7à1.2

Les valeurs de b'absentes sont obtenues par interpolation.

$C_m=0.1$  (kgDBO<sub>5</sub>/kgen MVS/m<sup>3</sup>.j)donc:

$a'=0.65$

$b'=0.07$

**9. Quantité d'oxygène journalière**

$$Q(O_2)_j = [0.65 \times 42.97] + (0.07 \times 525.7) = 64.69 \text{ kgO}_2/\text{j}$$

**10. Quantité d'oxygène horaire**

$$Q(O_2)_h = 64.69 / 24 = 2.70 \text{ kgO}_2 / \text{h}$$

**11. Quantité d'oxygène nécessaire pour un m<sup>3</sup> du bassin**

$$Q(O_2) = 64.69 / 150.2 = 0.43 \text{ kgO}_2 / \text{m}^3$$

**12. Capacité d'oxygène**

$$\frac{C_{oe}}{C_o} = \alpha \times \gamma \times \frac{C_{stp} - C_x}{C_{10}} \tag{IV.35}$$

Avec:

- Coe: Capacité d'oxygène effective;
- Co: Capacité d'oxygène nominale avec  $Co = K1.Cs$ ;
- K1: Caractéristique du couple aérateur-bassin égale à  $0,84h^{-1}$ ;
- Cs: Concentration en oxygène à saturation mesurée à l'interface;
- $\alpha$ : Coefficient en fonction de la nature physico-chimique des eaux et du mode d'aération;
- $\gamma = 1,02^{(T-10)}$ : Coefficient de diffusion qui tient compte de la température.
- Cstp: Capacité d'oxygène corrigée à la température et pression de travail.
- C10: concentration de saturation d'une eau en oxygène à 10°C est de 11,26 mg/l.
- Cx: Concentration minimale à maintenir dans le bassin, elle est comprise entre 1,5 et 2 mg/l.

**TableauIV.6 :** Valeurs de  $\alpha$  et  $\beta$  pour différents types de traitement par boues activées

Type de traitement	$\alpha$	$\beta$
Faible charge	0,95	0,97
Moyenne charge	0,9 à 0,95	0,95
Forte de charge	0,8	0,95

**TableauIV.7:** Saturation de l'eau en oxygène et coefficient  $\gamma$  de diffusion en fonction de la température.

Température T(°C)	Concentration en oxygène à Saturation mesurée à l'interface(g/m <sup>3</sup> )	Coefficient de diffusion $\gamma$
5	12,74	0,906
6	12,42	0,924
7	12,11	0,942
8	11,81	0,961
9	11,53	0,980
10	11,26	1,000
11	11,01	1,02
12	10,77	1,04
13	10,53	1,061
14	10,30	1,082
15	10,08	1,104
16	9,86	1,126
17	9,66	1,149
18	9,46	1,173
19	9,27	1,195
20	9,08	1,219
21	8,90	1,244
22	8,73	1,268
23	8,57	1,294
24	8,41	1,320
25	8,26	1,346

**Tableau IV.8** : Valeurs du rapport p/p0 pour différentes altitudes

Altitude(m)	p/p0
<b>0</b>	<b>1</b>
<b>500</b>	<b>0,939</b>
<b>1000</b>	<b>0,882</b>
<b>1500</b>	<b>0,829</b>
<b>2000</b>	<b>0,779</b>

A une température de 20°C,

$$\gamma = 1,02^{(T-10)} = 1,219, C_s = 9,08 \text{ mg/l}, K_1 = 0,84 \text{ h}^{-1} C_0 = 0,84 * 9,08 = 7,63$$

$$C_0 = 7,63 \text{ mgO}_2/\text{lh}$$

Puisque nous travaillons avec une eau de faible charge, nous avons

$$\alpha = 0,95 \quad \beta = 0,97$$

$C_{stp}$ : est la capacité d'oxygène corrigée à la température et à la pression de travail.

$$C_{stp} = C_s \frac{P \times \beta}{P_0} \quad (\text{IV.36})$$

Après une extrapolation des valeurs pour une altitude de 200 m du niveau de la mer (après choix du site de la station d'épuration) le rapport  $P/P_0 = 0,964$ .

La capacité d'oxygène corrigée à la température et pression de travail est la suivante :  $\beta = 0,97$

$$P/P_0 = 0,964 \quad , C_s = 9,08 \text{ mg/l}$$

$$C_{stp} = 8,490 \text{ mg/l}$$

-  $C_x$ : concentration minimale à maintenir dans le bassin, elle est comprise entre 1,5 et 2 mg/l. On prendra une valeur moyenne de cette concentration.  $C_x = 1,75 \text{ mg/l}$ .

-  $C_{10}$  : Concentration de saturation d'une eau en oxygène à 10°C est de 11,26. mg/l

Alors :

$$\alpha = 0,95 \quad \gamma = 1,219 \quad C_0 = 7,63 \text{ mgO}_2/\text{lh} \quad C_{stp} = 8,490 \text{ mg/l} \quad C_{oe}$$

$$C_o = 0,693 \quad C_{oe} = 5,289 \text{ mgO}_2/\text{l.h}$$

**13. Puissance requise pour le brassage**

La puissance nécessaire pour le brassage et le maintien des solides en suspension est donnée par la relation :

$$E_b = S_h \cdot P_a \dots\dots\dots (III.37)$$

Avec:

- Sh: surface horizontale du bassin =37.55m<sup>2</sup>
- Pa: puissance
- **70 ≤ Pa ≤ 80 w/m<sup>2</sup>.**

On prend une valeur moyenne Pa=75w/m<sup>2</sup>.

<b>E<sub>b</sub>=2,82kw</b>
-----------------------------

**14. Bilan des boues**

**a) Calcul de la quantité des boues en excès**

Les boues en excès sont proportionnelles à la quantité de la DBO5 éliminée et dépend de la charge massique dans le bassin d'aération. La quantité des boues en excès est déterminée par la relation suivante :

$$\Delta B = X_{min} + X_{dur} + a_m L_e - b X_a - X_{eff} \dots\dots\dots (IV.38)$$

Avec :

$\Delta B$ : Boues en excès exprimé en kg/j

$X_{min}$ : Boues minérales

$X_{dur}$ : Boues difficilement biodégradables (appelées matières dures),elles représentent 0,3 à 0,35 de MVS en épuration à faible charge, où le temps de séjour dans le bassin d'épuration permet une action prolongée de micro-organismes.

$L_e$ : Charge de la DBO5 éliminée en kg/j

$X_a$  : Boues organiques dans le bassin (MVS) exprimée en

kgam: Augmentation de la biomasse par élimination de la DBO5.

b: diminution de la biomasse parres piration en dogène (Fraction de la masse cellulaire éliminée par jour en respiration en dogène).

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

$a_m=0.65$   $b'=0.065$  voir **tableauIV.10** avec:

$$b = \frac{b'}{1.42}$$

D'où:

$$X_{\min} = 0.3 * 42.97 = 12.89 \text{ kg/j}$$

$$X_{\text{dur}} = 0.5 * 0.7 * 42.97 = 15.04 \text{ kg/j}$$

$$b X_a = 0.046 * 525.7 = 24.18 \text{ kg/j}$$

$$a_m L_c = 0.65 * 42.97 = 27.93 \text{ kg/j}$$

$$X_{\text{eff}} = 0.03 * Q_{\text{moy}} = 0.03 * 320 = 9.6 \text{ kg/j}$$

Alors  $\Delta B = 12.89 + 15.04 + 24.18 - 27.93 - 9.6$

<b><math>\Delta B = 14.58 \text{ kg/j}</math></b>
---

- Concentration de boues en excès:

$$X_m = \frac{1.2}{I_m} \times 10^3 \quad (\text{IV.39}).$$

Avec:

$X_m$ : concentration de boues en excès  $I_m$ : L'indice de Mohlman

Si on suppose que les boues se décantent bien, indice de Mohlman se situe entre 80 et 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 alors:  $I_m = 115$

$$X_m = 10.43 \text{ kg/m}^3$$

#### b) Débit de boues en excès

Le débit de boues en excès est donné par la relation suivante :

$$Q_{\text{excès}} = \frac{\Delta B}{X_m} \quad (\text{IV.40}).$$

$$Q_{\text{excès}} = \frac{14.58}{10.43}$$

<b><math>Q_{\text{excès}} = 1.40 \text{ m}^3/\text{j}</math></b>
--

#### c) Débit spécifique

Le débit spécifique est donné par la relation :

$$q_{sp} = \frac{14.58}{150.2} \quad (\text{IV.41}).$$

V: volume du bassin=150.2m<sup>3</sup>

$q_{sp}=0.097 \text{ kg/m}^3/\text{j}$

**d) Débit des boues recyclées**

Dans le but de maintenir une concentration moyenne constante de boues dans le bassin, le recyclage est effectué à partir du clarificateur ou décanteur secondaire.

L et aux de recyclage peut varier de 15 à 100% de débit de l’effluent produit. Il est donné par l’expression suivante :

$$R = \frac{100 \times [X_a]}{\frac{1200}{I_m} - [X_a]} \quad (\text{IV.42}).$$

Avec :

R : le taux de recyclage

[X<sub>a</sub>]: concentration de boues dans le bassin [X<sub>a</sub>]=3,50 kg/m<sup>3</sup>

$R=50.5\%$

I<sub>m</sub>=115d’où

Le débit des boues recyclées dans le bassin est donné par la relation suivante

$$Q_r = (R \cdot Q_j) / 100 \dots\dots\dots (\text{IV.43})$$

Avec:

R=50.5%

Q<sub>j</sub> = 320 m<sup>3</sup>/j

**Q<sub>r</sub> = 161.6 m<sup>3</sup>/ j**

**e) Age de 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 retirée quotidiennement.

b  $R = \frac{X_a}{\Delta B} \dots\dots\dots (\text{IV.44})$

X<sub>a</sub>=525.7 kg

ΔB=14.58 kg/j

$Ab= 36.06 \text{ jours}$

### VI.2.3 DECANTEUR SECONDAIRE (CLARIFICATEUR)

Après aération, le mélange (eaux + boues activées) appelé également liqueur mixte est envoyé dans le décanteur secondaire où s'effectue la sédimentation des boues et la collecte des eaux épurées.

Une partie des boues décantée sera recyclée vers le bassin d'aération et l'autre (boues en excès) sera acheminée vers les ouvrages de traitement des boues (digesteur ou épaisseur).

#### 1. Dimensionnement du clarificateur

En période de pointe, le débit arrivant au clarificateur est de  $2269 \text{ m}^3/\text{h}$ . La surface horizontale  $S$  est égale à :

$$S_h = Q / V_a \dots \dots \dots \text{(IV.18)}$$

Où:

$V_a$  est la vitesse ascensionnelle des particules ( $V_a \leq 2 \text{ m/h}$ ) On prend

$$V_a = 1.5 \text{ m/h}$$

$$\text{Donc: } S_h = 2269 / 1.5 = 1512.67 \text{ (m}^2\text{)}$$

#### 2. La hauteur du décanteur

Nous prenons  $H_d = 2.5 \text{ m}$

#### 3. Le volume du décanteur

$$V_d = S_h \cdot H_d = 1512.67 \times 2.5 = 3781.67 \text{ m}^3$$

#### 4. Diamètre du décanteur

$$D_d = \sqrt{\frac{4 \times V}{H \times \pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 3781.67}{2.5 \times \pi}} = 56.3 \text{ m}$$

#### 5. Temps de séjour en cas de pointe

$$t_s = \frac{V}{Q_p} = \frac{3781.67}{2269} = 1.67 \text{ heure}$$

Les paramètres calculés précédemment sont résumés dans le tableau IV.4



Tableau IV.9 Tableau récapitulatif (Traitement secondaire)

<i>DESIGNATIONS</i>	<i>UNITE</i>	
<b>DONNESDEBASE</b>		
· Débit moyen journalier	m <sup>3</sup> /j	<b>320</b>
· Débit moyen horaire	m <sup>3</sup> /h	<b>13.33</b>
· Débit de pointe	m <sup>3</sup> /h	<b>37.3</b>
· Charge polluante à l'entrée du bassin	Kg/j	<b>52.57</b>
· Concentration de l'effluent en DBO <sub>5</sub>	mg/l	<b>164</b>
· Concentration à la sortie	mg/l	<b>30</b>
· Charge éliminée	kg/j	<b>42.97</b>
· Rendement d'épuration	%	<b>82</b>
<b>DIMENSIONNEMENT DU BASSIN</b>		
· Volume	m <sup>3</sup>	<b>150.2</b>
· Surface	m <sup>2</sup>	<b>37.55</b>
· Hauteur	m	<b>4</b>
· Longueur	m	<b>5</b>
· Largeur	m	<b>7.51</b>
· Masse des boues totales	Kg	<b>525.7</b>
· Concentration des boues	mg/l	<b>3.5</b>
<b>TEMPS DE SEJOUR PAR</b>		
· Débit de pointe	Heure	<b>4.03</b>
· Débit moyen horaire	Heure	<b>11.27</b>
<b>BESOIN EN OXYGENE</b>		<b>2</b>
· Quantité d'oxygène journalière	Kg/j	<b>64.69</b>
· Quantité d'oxygène horaire	Kg/h	<b>2.7</b>
· Quantité d'oxygène par m <sup>3</sup> du bassin	Kg/m <sup>3</sup> /j	<b>0.43</b>
<b>DIMENSIONNEMENT DU CLARIFICATEUR</b>		
· Débit arrivant au clarificateur	m <sup>3</sup> /jm	<b>320</b>
· Surface horizontale	m <sup>2</sup>	<b>24.87</b>
· Hauteur	m	<b>2.5</b>

· <b>Volume total</b>	m <sup>3</sup>	<b>62.18</b>
· <b>Diamètre</b>	m	<b>5.63</b>
· <b>Temps de séjour</b>	heure	<b>1.67</b>
<b>BILAN DES BOUES</b>		
· <b>La masse des boues à extraire pour maintenir le système en équilibre par jour D<sub>x</sub></b>	Kg/j	<b>14.58</b>
· <b>Age des boues</b>	<b>Jour</b>	<b>36.06</b>
· <b>Taux de recirculation</b>	-	<b>50.5%</b>

### IV.3 LA DESINFECTION

#### IV.3.1. INTRDUCTION

La désinfection est l'opération par laquelle on détruit les germes pathogènes grâce à l'action d'agents chimiques ou de tout autre moyen.

De nos jours, la désinfection est généralement réalisée par le chlore ou l'ozone. Le choix entre les deux types de désinfection est habituellement en défaveur de l'ozone, à cause du coût d'investissement et de maintenance. Nous reprochons également au chlore de former des dérivés chlorés hydrocarbonés toxiques ou cancérigènes.

Parmi les nombreux facteurs qui influencent la désinfection, on peut citer :

- La nature des micro-organismes.
- La concentration de l'agent chimique.
- Le temps de contact.
- La température.
- La présence de composés chimiques capables de réagir avec l'agent chimique de désinfection.

Généralement, la meilleure désinfection que l'on rencontre est celle par l'eau de Javel, car ce dernier coûte moins chère.

#### IV.3.2. DOSE DE CHLORE À INJECTER

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

On utilise une dose de 10 mg/l pendant un temps de contact de 30 minutes.

⇒ **La dose journalière**

$$D_j = Q_{\text{moyj}} \times (Cl_2) \text{ avec } Q_{\text{moyj}} = 320 \text{ m}^3/\text{j} \quad D_j = 320 \times 0.01 = 3.2 \text{ kg/j}$$

⇒ **Calcul de la quantité de Javel pouvant remplacer la quantité du chlore**

On prend une solution d'hypochlorite à 40°

1°dechlorométrie → 3.17g deCl<sub>2</sub>/ NaClO

40°dechlorométrie → X

$X = 3.17 \times 40 / 1 = 127 \text{ g de Cl}_2 / \text{NaClO}$

⇒ **La quantité d'hypochlorite nécessaire**

$1 \text{ m}^3(\text{NaClO}) \rightarrow 127 \text{ g de Cl}_2 / \text{Na ClO}_J \quad 3.2$

$Q_j = 3.2 / 127 = 0.0252 \text{ m}^3(\text{NaClO})/j = 10.5 \text{ l/h}$

⇒ **La quantité annuelle d'hypochlorite**

$Q_a = Q_j \times 365 = 91.98 \text{ m}^3(\text{NaClO})/ \text{an}$

### IV.3.3. DIMENSIONNEMENT DU BASSIN DE DESINFECTION

$Q_p = 37.3 \text{ m}^3/\text{h}$   $T_s = 30 \text{ min}$

#### 1. Le volume du bassin

$V_b = Q_p \times T_s = 37.3 \times 30 / 60 = 18.65 \text{ m}^3$

#### 2. La hauteur du bassin

Nous fixons  $H_b = 3 \text{ m}$

#### 3. La surface horizontale

$S_h = V_b / H_b = 18.65 / 3 = 6.22 \text{ m}^2$

#### 4. La largeur

Nous prenons  $b = 2 \text{ m}$

#### 5. La longueur

$L_b = S_h / b = 6.22 / 2 = 3.11 \text{ m}$

**Tableau IV.10** Tableau récapitulatif (la désinfection)

<i>Caractéristiques</i>	
<i>Nombre</i>	<b>01</b>
<i>Volume</i>	<b>18.65 m<sup>3</sup></b>
<i>Surface</i>	<b>6.22 m<sup>2</sup></b>
<i>Hauteur</i>	<b>3 m</b>
<i>Largeur</i>	<b>2 m</b>
<i>Longueur</i>	<b>3.11 m</b>

## IV.4 TRAITEMENT ET ELIMINATION DES BOUES

### INTRODUCTION

La quantité et les caractéristiques des boues produites de la chaîne du traitement, dépendent non seulement des caractéristiques de l'effluent à traiter mais encore du procédé de traitement choisi.

C'est ainsi que les stations par boues activées à faible charge, sont parmi les ouvrages qui produisent un minimum de boues en excès justiciables d'une simple concentration suivie en général d'une déshydratation naturelle sur lit de séchage.

Les problèmes que posent les boues sont essentiellement :

- \* Celui de leur fermentescibilité ;
- \* Celui de leur volume ;
- \* Celui des nuisances qui résultent de la nature même de ces boues .

#### IV.4.1. EPAISSISSEMENT DES BOUES :

C'est le stade le plus simple de la réduction du volume des boues qui s'effectue sans dépense d'énergie notable.

- Il peut permettre une réduction des ouvrages de digestion aérobie et anaérobie.
- Il engendre une amélioration de la production des dispositifs de déshydratation.

##### a) Epaisseur par décantation

Les ouvrages doivent être suffisamment hauts afin de faciliter le tassement de la boue sur elle-même ( $H \geq 3.5$  m pour les boues urbaines).

Le temps de séjour des boues dans l'épaisseur est variable suivant la concentration finale que l'on désire atteindre (2 à 10 jours).

Les vitesses ascensionnelles comprises entre 1 et 1.5 m/h. Ce type d'épaississement peut être conduit par deux catégories d'ouvrages :

- Epaisseur non raclé pour les petites installations.
- Epaisseur mécanique : il est constitué d'une cuve cylindrique à pente de radier de  $10^\circ$  à  $20^\circ$  équipé d'un ensemble mécanique tournant constitué par :
  - Des racleurs de fond ayant pour objet d'assurer le transfert de la boue vers la fosse centrale.

- D'une herse verticale destinée à faciliter le dégagement de l'eau interstitielle et des gaz inclus dans la boue.

### **b) Epaisseur par flottation**

Il consiste à réduire la masse volumique apparente des particules par absorption des fines bulles de gaz de façon à provoquer leur entraînement vers la surface. Les boues concentrées sont récupérées par raclage de la surface du liquide.

Nous optons pour un épaisseur mécanique par décantation car ce dernier est moins cher que l'épaisseur par flottation qui demande des frais d'exploitations élevées.

## **1. DESHYDRATATION DES BOUES A-**

### **A. Déshydratation sur lit de séchage**

Elle s'effectue par double action :

- Filtration de l'eau à travers le sable.
- Evaporation de l'eau en surface dont la remontée est entretenue par capillarité.

### **B. Déshydratation mécanique**

Ce traitement comporte deux stades.

#### **- Premier stade**

Conditionnement des boues pour augmenter par floculation la taille des particules en suspension et augmenter la cohésion du floc.

#### **- Deuxième stade**

Opération de déshydratation

- \* Filtration sous vide
- \* Filtration sous pression.
- \* Centrifugation (séparation du mélange solide-liquide par action de la force centrifuge).

### **C. Déshydratation naturelle (séchage thermique)**

Le séchage s'effectue à l'air libre sur des aires constituantes un massif drainant de 0.25 à 0.4m d'épaisseur. Ce procédé ne peut être applicable qu'à des boues déjà fortement déshydratées.

## **IV.4.2. Conclusion**

La déshydratation sur lits de séchage est plus utilisée du point de vue économique et sa facilité de gestion. Néanmoins, quelques impératifs doivent être respectés, tel que :

- Les sables doivent avoir une granulométrie à peu près homogène ;
- Les eaux de drainage doivent être renvoyées en tête de la station ;
- Les lits sont à recharger périodiquement en sable qui est enlevé en partie avec des boues des séchées ;
- Les lits de séchage doivent être remplis en une seule fois, et il est formellement déconseillé d'admettre de nouvelles boues sur un lit de boues en cours de déshydratation.

## 2. CHOIX DE LA FILIERE DE TRAITEMENT DES BOUES

La filière de traitement des boues choisie pour notre STEP sera comme suit :

- Un épaisseur des boues.
- Une déshydratation sur lit de séchage.

### a) Dimensionnement de l'épaisseur

La boue primaire (La quantité totale des boues produites (BT) dans le décanteur est

$$DX_p = 21.46 \text{ kg/j}$$

$$\text{Boues secondaire } DX_s = 14.58 \text{ Kg/j}$$

Donc la quantité totale journalière des boues sera :

$$DX_{\text{totale}} = DX_t = 21.46 + 14.58 = \mathbf{36.04 \text{ Kg/j}}$$

La concentration de la boue à l'entrée de l'épaisseur :

$$\text{Pour les boues primaires } S_1 = 30 \text{ g/l}$$

$$\text{Pour les boues secondaires } S_2 = 10 \text{ g/l}$$

• Calcul du débit journalier reçu par l'épaisseur

Le débit arrivant du décanteur primaire :

$$Q_1 = DX_p / S_1 = 21.46 / 30 = 0.715 \text{ m}^3/\text{j}$$

• Le débit arrivant du décanteur secondaire :

$$Q_2 = DX_s / S_2 = 14.58 / 10 = 1.458 \text{ m}^3/\text{j}$$

• Le débit total

$$Q_t = Q_1 + Q_2 = \mathbf{2.173 \text{ m}^3/\text{j}}$$

• La concentration du mélange

$$S = DX_t / Q_t = 36.04 / 2.173 = \mathbf{16.59 \text{ Kg/m}^3}$$

• Volume de l'épaisseur  $V_\epsilon$

$$V_\epsilon = Q_t \times T_s = 2.173 \times 2 = 4.346 \text{ m}^3$$

(Nous prenons  $T_s = 2$  jours)

· La hauteur de l'épaississeur  $H_\epsilon$  Nous prenons  $H_\epsilon = 2\text{m}$

· La surface horizontale  $S_h$

$$S_h = V / H = 4.346 / 2 = 2.173 \text{ m}^2$$

· Diamètre de l'épaississeur  $D$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times S_h}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 2.173}{\pi}} = 1.66\text{m}$$

**b) Dimensionnement des lits de séchage**

· Débit sortant de l'épaississeur (entrant dans le lit de séchage)  $Q_1$

$$Q_1 = 2.173 \text{ m}^3/\text{j}$$

· Volume de boues par jour

Le temps de séjour dans le lit de séchage varie entre 8 et 12 jours, nous prenons  $T_s = 8$  jours. Donc le volume des boues sera :

$$V_B = Q_1 \times T_s = 2.173 \times 8 = 17.384 \text{ m}^3$$

· La surface horizontale remplie par la boue  $S_b$

$S_b = V_B / e$  (e est l'épaisseur de la boue dans le lit de séchage, e varie entre 15 et

40cm nous prenons  $e = 0.4 \text{ m}$

$$S_b = 17.384 / 0.4 = 43.46 \text{ m}^2.$$

· Longueur du lit  $L_l = 7 \text{ m}$

· Largeur du lit  $l_l = 6.21 \text{ m}$ .

**Tableau IV.11** Tableau récapitulatif (traitement des boues)

DESIGNATIONS	UNI	
	TE	
<b>EPAISSISSEUR</b>		
· Production journalière de boues en excès	kg/j	<b>36.04</b>
· La concentration des boues à l'entrée	g/l	<b>10</b>
· La concentration des boues à la sortie	g/l	<b>30</b>
· Débit journalier des boues	m <sup>3</sup> /j	<b>2.173</b>
· Temps de séjour dans l'épaississeur	Jour	<b>2</b>
· Volume de l'épaississeur	m <sup>3</sup>	<b>4.346</b>
· La hauteur de l'épaississeur	m	<b>2</b>
· La surface horizontale	m <sup>2</sup>	<b>2.173</b>
· Diamètre de l'épaississeur	m	<b>1.66</b>

<b>LITS DE SECHAGE</b>		
· Débit entrant dans le lit de séchage	m <sup>3</sup> /j	<b>2.173</b>
· Epaisseur de la boue dans le lit de séchage	m	<b>0.4</b>
· Volume de boues par jour	m <sup>3</sup>	<b>17.384</b>
· La surface horizontale remplie par la boue	m <sup>2</sup>	<b>43.46</b>
· Longueur du lit	m	<b>7</b>
· Largeur du lit	m	<b>6.21</b>

## **IV.5 VALORISATION DES EAUX EPUREES ET DES BOUES RESIDUAIRES**

### **IV.5.1. EAUX EPUREES**

Dans le but principal de réutiliser cette eau pour l'irrigation de la base de vie, nous avons inclus dans notre installation prévue un ouvrage de stérilisation. Il va de soi que l'eau usée épurée ne peut être utilisée d'une façon abusive sous la pression de la pénurie d'eau. Il y a lieu donc de prendre en considération les normes établies par l'OMS, ainsi que la réglementation en vigueur appliquée par le ministère de la santé.

La conception de l'effluent traité en matière polluante doit être inférieure aux valeurs suivantes (NORMES OMS):

PH	:6.5 -8
MES	: <30 mg/l
DCO	: <90 mg/l
DBO5	: <30 mg/l
N-NH4	: <40 mg/l
P	: <16 mg/l

### **IV.5.1. BOUES RESIDUAIRES**

L'évacuation des boues résiduares apparaît comme la phase la plus délicate de l'épuration des eaux usées. Il s'agit de se débarrasser de ces résidus par des procédés provoquant le minimum de nuisance tout en limitant les frais de l'opération.

Il existe plusieurs domaines d'utilisation des boues résiduares, tels que l'utilisation agricole, l'utilisation alimentaire, l'injection dans le sol et le rejet en mer.



Pour notre cas, et compte tenu du pouvoir potentiel de fertilisation des boues, il s'avère intéressant pour la "**STEP BASE DE VIE GASSI TOUIL** " de songer à réutiliser ces sous-produits en agriculture en remplacement ou en complément d'autres produits d'amendement ou de fertilisation. Notre choix est essentiellement justifié par le fait que ces boues sont très riches en azote et phosphore, leur utilisation en agriculture d'une manière générale est souvent sans danger pour les cultures.

Le projet de norme AFNOR Pr U44-041 sous la dénomination "boues des ouvrages de traitement des eaux usées urbaines ; Dénomination et spécification" présente la réglementation concernant les caractéristiques des boues en vue d'un usage agricole.

Cette norme précise les termes qu'il est indispensable de connaître tels que:

- Les teneurs en matières sèches, matières organiques, azote total (et azote ammoniacal), phosphore total ( $P_2O_5$ ), calcium total (CaO) exprimés en pourcentage, en masse du produit brut.

- Le rapport C/N, le Ph et la masse nette ;

- Les teneurs en éléments en traces. Celles -ci sont à comparer aux valeurs de référence suivantes :

•	Cadmium.....	20	mg/kg de matière sèche
•	Chrome.....	1000	mg/kg de matière sèche
•	Cuivre.....	1000	mg/kg de matière sèche
•	Mercure .....	10	mg/kg de matière sèche
•	Nickel.....	200	mg/kg de matière sèche
•	Plomb .....	800	mg/kg de matière sèche
•	Sélénium .....	100	mg/kg de matière sèche
•	Zinc.....	3000	mg/kg de matière sèche

De plus la somme:( $C_r+C_u+N_i+Z_n$ ) doit être inférieur à 4000 mg/kg de matière sèche.

- Les caractéristiques microbiologiques ;

- Facultativement les teneurs en : K soluble dans l'eau ( $K_2O$ ),  $M_g(M_gO)$ .

**Remarque :**

Il est recommandé d'effectuer une analyse complète sur les deux résultats d'épuration

(eaux épurées et boues résiduelles) avant utilisation finale.

Lors de la phase d'exécution de ces ouvrages, nous recommandons de prévoir une revanche de sécurité de 0.5 m pour éviter les éventuelles crues des eaux usées.

#### **IV.6 CONCLUSION**

A travers les calculs effectués dans ce chapitre, nous pouvons juger que la superficie du terrain réservé pour la STEP (2 ha) suffit largement tous les ouvrages et leurs accessoires.

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)

# CHAPITRE V

## CALCUL HYDRAULIQUE

## CHAPITRE V CALCUL HYDRAULIQUE

### V.1 INTRODUCTION

Les ouvrages prévus dans la station seront implantés sur le site réservé en tenant compte :

- La forme du site.
- Une réduction de canalisation.
- Une bonne communication entre les ouvrages.
- Assurance d'un écoulement gravitaire des fluides dans la station.

### V.2 PROFIL HYDRAULIQUE :

Le profil hydraulique consiste à calculer les différents niveaux d'eau le long de la chaîne de traitement, puis relier ces niveaux par une ligne appelée (ligne piézométrique).

#### V.2. 1. Côtes moyenne du terrain naturel de la zone d'implantation des ouvrages

**Tableau V.1** Cotes terrains naturels des zones d'implantation des ouvrages

<i>Désignation des ouvrages</i>	<i>CTN (m)</i>
<i>Regard de collecte</i>	<i>204.20</i>
<i>Dégrilleur</i>	<i>204.50</i>
<i>Dessableur</i>	<i>204.50</i>
<i>Station de relevage</i>	<i>203.10</i>
<i>Bassin d'aération</i>	<i>204.70</i>
<i>Décanteur secondaire</i>	<i>204.40</i>
<i>Poste des boues</i>	<i>204.90</i>
<i>Bassin de désinfection</i>	<i>204.80</i>
<i>Epaississeur</i>	<i>203.90</i>
<i>Lits de séchage</i>	<i>203.70</i>

**V.2.2. 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 :

$$\Delta H = \lambda \frac{LV^2}{2gD}$$

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 PVC.

### V.2.3. 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.

$$L_{eq} = 1,15 \cdot L_{réelle}$$

Toutes les canalisations seront dimensionnées de façon qu'on leur impose une pente de 1,2% 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.

**Tableau V.2 :** Longueurs des conduites entre les ouvrages de la Station

Ouvrages	L réelle (m)	$L_{eq} = 1,15 \cdot L_{réelle}$ (m)
<b>Dégrilleur -Déssableur</b>	10	<b>11.5</b>
<b>Déssableur - Bassin d'aération</b>	10	<b>11.5</b>
<b>Bassin d'aération- Décanteur II</b>	9	<b>10.35</b>
<b>Décanteur II - Bassin de désinfection</b>	15	<b>17.25</b>

V.2.4. Calcul des diamètres des conduites reliant les ouvrages ainsi que les pertes de charges :

#### a) Conduite dégrilleur- déssableur :

$$Q_{pte} = 0,01 \text{ m}^3/\text{s} \quad \text{on aura : } \mathbf{D = 110 \text{ mm}}$$

$$L_{eq} = 11.5 \text{ m} \quad \lambda = \left(1.14 - 0.86 \ln \frac{\varepsilon}{D}\right)^{-2}$$

Puisque le PVC à une rugosité de 1.5 mm donc :

$$\lambda = 0,043$$

$$\Delta H = 0.043 \times \frac{11.5 \times 0.01^2}{2 \times 9.81 \times \pi^2 \times 0.11^5} = 0.016$$

**b) -Conduite déssableur- bassin d'aération :**

$$Q_{pte} = 0,01 \text{ m}^3/\text{s} \quad \text{on aura : } \mathbf{D = 110 \text{ mm}}$$

$$L_{eq} = 11.5 \text{ m} \quad \lambda = (1.14 - 0.86 \ln \frac{\varepsilon}{D})^{-2}$$

Puisque le PVC à une rugosité de 1.5 mm donc :

$$\lambda = 0,043$$

$$\Delta H = 0.043 \times \frac{11.5 \times 0.01^2}{2 \times 9.81 \times \pi^2 \times 0.110^5} = 0.016$$

**c) Conduite bassin d'aération – décanteur II :**

$$Q_{pte} = 0,01 \text{ m}^3/\text{s} \quad \text{on aura : } \mathbf{D = 110 \text{ mm}}$$

$$L_{eq} = 10.35 \text{ m} \quad \lambda = (1.14 - 0.86 \ln \frac{\varepsilon}{D})^{-2}$$

Puisque le PVC à une rugosité de 1.5 mm donc :

$$\lambda = 0,047$$

$$\Delta H = 0.047 \times \frac{10.35 \times 0.01^2}{2 \times 9.81 \times \pi^2 \times 0.110^5} = 0.014$$

**d) Conduite décanteur II – bassin de désinfection :**

$$Q_{pte} = 0,01 \text{ m}^3/\text{s} \quad \text{on aura : } \mathbf{D = 110 \text{ mm}}$$

$$L_{eq} = 17.25 \text{ m} \quad \lambda = (1.14 - 0.86 \ln \frac{\varepsilon}{D})^{-2}$$

Puisque le PVC à une rugosité de 1.5 mm donc :

$$\lambda = 0,043$$

$$\Delta H = 0.043 \times \frac{17.25 \times 0.01^2}{2 \times 9.81 \times \pi^2 \times 0.110^5} = 0.024$$

### V.2.5. 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 :

$$P_1/W + Z_1 = P_2/W + Z_2 + H_{1-2}$$

$$\text{Posons : } P_1/W = H_1 \text{ et } P_2/W = H_2 \text{ donc : } H_1 + Z_1 = H_2 + Z_2 + H_{1-2}$$

$Cp_1 = H_1 + Z_1$  cote piézométrique au point (1).  $Cp_2 = H_2 + Z_2$  cote piézométrique au point (2).  $Cp_2 = Cp_1 + H_{1-2}$

**a) -Cote piézométrique du dégrilleur :**

On a  $Z_d =$  cote terrain du radier = 204.9m

et la hauteur d'eau dans le dégrilleur est de  $H_d = 1$  m

$$D'où \quad Cp \ d = Z_d + H_d = 204.9 + 1 \quad \quad \quad \mathbf{Cp \ d = 204.9m}$$

**b) -Cote piézométrique du dessableur-déshuileur :**

La hauteur d'eau dans le dessableur-déshuileur est de  $H_{d-d} = 2$  m  $H_{d-d} + Z_{d-d} = H_{d-d} + Z_{d-d} + H_{d-d-d}$

$$Z_{d-d} = H_{d-d} + Z_{d-d} - H_{d-d-d} - \Delta H$$

$$Z_{d-d} = 1 + 204.32 - 2 - 0,016$$

$$Z_{d-d} = 203.3 \text{ m}$$

$$Cp \ d-d = Z_{d-d} + H_{d-d} = 203.3 + 2$$

$$\mathbf{Cp \ d-d = 205.30m}$$

**c) -Cote piézométrique du bassin d'aération :**

La hauteur d'eau dans le bassin d'aération est de

$$H_{BA} = 4 \text{ m } H_{d-d} + Z_{d-d} = H_{BA} + Z_{BA} + H_{dI-BA}$$

$$Z_{BA} = H_{d-d} + Z_{d-d} - H_{BA} - \Delta H$$

$$Z_{BA} = 2 + 202.566 - 4 - 0,016$$

$$Z_{BA} = 200.55 \text{ m}$$

$$Cp \ BA = Z_{BA} + H_{BA} = 200.55 + 4$$

$$\mathbf{Cp \ BA = 204.55m}$$

**d) -Cote piézométrique du décanteur secondaire :**

La hauteur d'eau dans le décanteur secondaire est de

$$H_{dII} = 2.5 \text{ m } H_{BA} + Z_{BA} = H_{dII} + Z_{dII} + H_{BA-dII}$$

$$Z_{dII} = H_{BA} + Z_{BA} - H_{dII} - \Delta H$$

$$Z_{dII} = 2.5 + 201.914 - 2.5 - 0,014$$

$$Z_{dII} = 201.9 \text{ m}$$

$$Cp \ dII = Z_{dII} + H_{dII} = 201.9 + 2.5$$

$$\mathbf{Cp \ dII = 204.40m}$$

**e) Cote piézométrique du bassin de désinfection :**

La hauteur d'eau dans le bassin de désinfection est de

$$H_{Bd} = 3 \text{ m } H_{dII} + Z_{dII} = H_{Bd} + Z_{Bd} + H_{dII-Bd}$$

$$Z_{Bd} = H_{dII} + Z_{dII} - H_{Bd} - \Delta H$$

$$Z_{Bd} = 3 + 200.624 - 3 - 0,024$$

$$Z_{Bd} = 200.6 \text{ m}$$

$$Cp \text{ Bd} = Z_{Bd} + H_{Bd} = 200.6 + 3$$

$$Cp \text{ Bd} = 203.6 \text{ m}$$

**Tableau V.3 : Récapitulatif des résultats :**

Désignations	Cote terrain (m)	Cote radier (m)	Plan d'eau (m)	$\Delta H$ (m)	Cote piézométrique (m)
<b>-dégrilleur</b>	204.50	204.9	1		<b>204.9</b>
<b>-désableur-déshuileur</b>	204.50	203.3	2	0,016	<b>205.30</b>
<b>-bassin d'aération</b>	204.70	200.55	4	0,016	<b>204.55</b>
<b>-décanteur secondaire</b>	204.40	201.9	2.5	0,014	<b>204.40</b>
<b>-bassin de désinfection</b>	<b>204.80</b>	<b>200.6</b>	<b>3</b>	<b>0,024</b>	<b>203.6</b>

### V.3 La station de relevage

L'ouvrage d'entrée du poste de relevage est équipé d'une grille à nettoyage manuel.

Les refus de la grille sont remontés manuellement à l'aide d'un râteau depuis le radier de l'ouvrage d'entrée jusqu'à un conteneur de détrit.

Pour le dimensionnement du bassin d'aspiration on utilise le débit de pointe en temps sec de l'horizon 2030. Donc il faut calculer le volume de bassin :

- Débit de refoulement :  $Q_r = 0.01 \text{ m}^3/\text{s}$
- Temps de séjour des eaux :  $T_s = 30 \text{ minute.}$
- Volume total :  $V_{sr} = Q \times T_s = 0.01 \times 60 \times 30 = 18 \text{ m}^3$
- Cote radier : 192.9 m.
- Profondeur :  $H_{sr} = 3 \text{ m.}$
- Longueur :  $L_{sr} = 3 \text{ m.}$
- Largeur :  $l_{sr} = 2 \text{ m.}$

#### V.3.1. Calcul de la hauteur manométrique de la pompe :

$$H_{mt} = H_g + \Delta H$$

$$H_g : \text{Hauteur géométrique } \Delta H : \text{Perte de charge } H_g = 204.9 - 192.9 = 12 \text{ m}$$

$$\Delta H = \lambda \frac{L \times Q^2}{2g\pi^2 D^5}$$

Q : débit refouler  $\text{m}^3/\text{s}$ .

D : Diamètre de la conduite de refoulement m. L : Longueur de la conduite de refoulement m.

$\lambda$  : Coefficient de perte de charge.



$$\Delta H = \lambda \frac{15 \times 0.01^2}{2 \times 9.81 \times \pi^2 \times 0.11^5} = 0.021$$

La hauteur manométrique est alors :

$$H_{\text{man}} = H_{\text{géom}} + \Delta H \approx 12.021 \text{ m}$$

### V.3.2. Poste de recirculation et d'extraction des boues.

Les boues reprises au centre du décanteur sont transférées gravitairement vers le poste de pompage des boues pour y être recirculées ou épaissies dans l'épaississeur.

Ce poste est équipé donc avec des pompes à boues dont le débit de recirculation des boues est de : 0.04 m<sup>3</sup>/s et le débit envoyé vers l'épaississeur est de : 0.01 m<sup>3</sup>/s.

### V.3.3. Choix de la pompe :

Les pompes qui conviennent alors sont des pompes d'assainissement dont :

Q = 10 l/s et HMT = 12.5 m. d'après logiciel FLYPS on a trouvé les valeurs suivantes :

Nombre de pompes :	3 (2 + 1)
Débit Unitaire :	37.3 m <sup>3</sup> /h
HMT :	12.5 m
Puissance unitaire :	1.5 KW
Rendement :	78 %

## V.4 CONCLUSION

Le calcul hydraulique effectué dans ce chapitre nous a permis de :

1. Déterminer les cotes terrains naturels des différents ouvrages dans la station ;
2. Déterminer les longueurs, les diamètres et les vitesses des conduites reliant ces ouvrages ;
3. Calculer les pertes de charge et les cotes piézométriques dans chaque point.
4. Déterminer les caractéristiques des pompes qui peuvent refouler les débits des fluides le long de leur cheminement dans la station.

En fin, nous recommandons de placer un canal de by-pass à l'amont du l'ouvrage de prétraitement. Ce canal évacue les eaux brutes vers l'exutoire en cas de défaillance sans aucune nuisance sur l'activité biologique des microorganismes dans le bassin d'aération.

# **CHAPITRE VI**

## **Gestion et entretien de la station**

## Chapitre VI Gestion et entretien de la station

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, mûrs, etc...

### VI.1 Mesures et contrôles effectués au niveau de la station d'épuration

L'exploitant doit effectuer un certain nombre de mesures et contrôles entrant dans le cadre de l'exploitation et la gestion de la station, dont les principaux sont :

- ✓ Mesure de débit
- ✓ Mesure de pH et de la température

La mesure de pH doit être faite à l'entrée de la station, afin de prendre toutes les dispositions nécessaires pour le déroulement des traitements sensibles à ce paramètre.

Pour maintenir la température 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 (DBO<sub>5</sub>)
- ✓ 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

## **VI.2 Contrôle de fonctionnement**

Le bon fonctionnement et la durée de vie d'une station d'épuration dépendent fortement de l'entretien de ses ouvrages. Il faut veiller donc au maintien en parfait état de propreté de l'ensemble de la station en nettoyant les rigoles, caniveaux, murs...etc.

Les ouvrages métalliques doivent être repeints en moyenne tous les cinq ans afin de les protéger contre la corrosion.

Les ouvrages en béton doivent être régulièrement inspectés. Les vérifications doivent porter sur l'étanchéité, la détection des fissures, les ruptures des joints de dilatation.

Il faut lubrifier et graisser régulièrement tous les équipements mécaniques et électromécaniques et veiller à leur fonctionnement.

Pour les équipements immergés, une vidange une fois par ans des ouvrages ou 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 :

### **VI.2.1. 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 grisenoire.

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.

### **VI.2.2. 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.

### **VI.3 Entretien des ouvrages**

#### **VI.3.1. Le dégrilleur**

- Les déchets seront évacués quotidiennement, le nettoyage des parois des grilles se fait par un jet d'eau et l'enlèvement des matières adhérentes putrescibles par les râtaux.
- Noter les quantités de refus journalier.
- Vérifier le niveau d'huile et de graisse des chaînes d'entraînement.
- Vérifier et assurer quotidiennement le bon fonctionnement électromécanique de l'installation.

#### **VI.3.2. Déssableur-déshuileur**

- Maintenir quotidiennement le poste en état de propreté.
- Vérifier et assurer quotidiennement le bon fonctionnement de l'installation.
- Vérifier et assurer quotidiennement le bon fonctionnement du pont roulant et des procédés de raclage, suivi du déroulement complet d'un cycle de fonctionnement.

- Faire fonctionner 24/24h le pont roulant et l'insufflation d'air.

### **VI.3.3. Bassin d'aération**

- Chaque jour contrôler et intervenir pour tous les équipements d'aération fonctionnent convenablement.
- Vérifier et entretenir les procédures automatiques de démarrage et d'arrêt des aérateurs.
- Noter les paramètres de fonctionnement (débit et oxygène).
- Mesurer et noter quotidiennement la charge en DBO entrante, et la concentration des boues dans le bassin.

### **VI.3.4. Clarification**

- Maintenir le clarificateur en état de propreté.
- Vérifier tous les six mois le bon fonctionnement des dispositifs de pompes des écumes.
- Analyser contractuellement l'eau après clarification (DBO, DCO, MES).
- Vidanger tous les 5 ans les ouvrages pour contrôle et entretien des structures immergées.

### **VI.3.5. Désinfection des eaux épurées**

- Maintenir le poste en état de propreté.
- Respecter les procédures de mise en marche et d'arrêt des installations fournies par les constructeurs.
- Faire fonctionner régulièrement le circuit de secours de chloration.
- Ne jamais utiliser l'eau dans les circuits véhiculant du chlore.
- Au cours de toute intervention dans les locaux de stockage et dosage, respecter les consignes de sécurité.

### **VI.3.6. Lits de séchage**

- Préalablement à l'épandage des boues liquides, le lit de sable devra être soigneusement désherbé et ratissé afin de détasser la masse filtrante et la régulariser.
- Les quantités de boues à admettre sur les lits de séchage ne devront pas dépasser une épaisseur de 40cm.
- Après deux à trois utilisations du lit, la couche superficielle est renouvelée par un sable propre.

- Tous les deux ans, il faut changer les lits de séchages (les lits seront refais 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.

### **VI.3.7. 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.

# CHAPITRE VII

## ASPECT ECONOMIQUE



## CHAPITRE VII ASPECT ECONOMIQUE

### VII.1. INTRODUCTION

Dans toute étude scientifique, il est nécessaire de dégager une évaluation économique afin de déterminer son impact financier et ainsi pour pouvoir lier la technique avec l'économie.

En règle générale, la mise en place d'une station nécessite la prise en compte de plusieurs dépenses à réaliser, soient :

- L'acquisition du terrain;
- Les aménagements;
- La station d'épuration proprement dite avec tous les ses équipements (canalisation, alimentation en eau et énergie).

Ces paramètres ne peuvent être connus qu'après avoir effectuer l'étude détaillée dugénie civil et l'achat de tous les équipements nécessaires.

### VII.2 LE COUT TOTAL DE LA STATION D'EPURATION

$$C_T = C_{GC} + C_{VRD} + C_{\acute{e}q} \dots \dots \dots \text{(VII.1)}$$

$C_{GC}$  : Le coût de génie civil (DA)  $C_{VRD}$  : Le coût VRD (DA)

$C_{\acute{e}q}$  : Le coût des équipements (DA)

Le coût de génie civil et VRD représente 60% du coût total de la station et le coût des équipements représente 40 % du coût de la station.

#### VII.2.1. Le coût de terrassement

Le prix du m<sup>3</sup> de terrassement sera évalué à 1 500 DA. L'épaisseur de la couche terrassée est de 50 cm.

- Calcul du volume de couche terrassée

$$V_{\text{couche terrassée}} = 0.5 \times S_h \dots \dots \dots \text{(VII.2)}$$

$S_h$  : surface horizontale de l'ouvrage considéré.

- Le coût de terrassement de l'ouvrage

$$C_{\text{ter}} = 1\,500 \times V_{\text{couche terrassée}} \dots \dots \dots \text{(VII.3)}$$

**Tableau VII.1** Tableau récapitulatif des résultats (Volume des terres et coût)

<i>Désignation des ouvrages</i>	<i>Volume (m<sup>3</sup>)</i>	<i>Coût (DA)</i>
<i>Prétraitement</i>	12	18 000
<i>Bassin d'aération</i>	1256	1 884 000
<i>Décanteur secondaire</i>	250	375 000
<i>Bassin de désinfection</i>	90	135 000
<i>Epaississeur</i>	35	52 500
<i>Lits de séchage</i>	127	190 500
<i>Station de relevage</i>	180	270 000
<i>Total</i>		2 925 000

Donc :  $C_{ter} = 2\,925\,000$  DA.

#### VII.2.2. Estimation du coût de béton armé

Le prix unitaire du m<sup>3</sup> de béton armé est estimé à  $P_u = 75\,000$  DA.

$$C_b = P_u \times V_{tb} \dots \dots \dots \text{(VII.4)}$$

$C_b$  : est le coût du béton.

$V_{tb}$  : est le volume total du béton.

Épaisseur des murs de l'ouvrage  $e_m$  : 0.15 à 0.5 m.

Épaisseur en radiers de l'ouvrage  $e_r$  : 0.3 à 0.4 m.

#### \* Données de base

Épaisseur du mur  $e_m = 0.5$  m. Épaisseur du radier  $e_r = 0.4$  m.

Le volume total du béton pour chaque ouvrage sera la somme des deux volumes :

a. Volume du radier ( $V_r$ ).

b. Volume des murs ( $V_m$ ).

$$V_r = e_r \times S_h \dots \dots \dots \text{(VII.5)}$$

$$V_m = P \times e_m \times H \dots \dots \dots \text{(VII.6)}$$

(P est le périmètre, H est la hauteur) Donc :

$$V_{tb} = V_r + V_m \dots \dots \dots \text{(VII.7)}$$

**Tableau VII.2** Tableau récapitulatif des résultats (Volume du béton armé et coût)

<i>Ouvrages</i>	<i>Volume (m<sup>3</sup>)</i>
<i>Prétraitement</i>	<i>7.8</i>
<i>Bassin d'aération</i>	<i>189</i>
<i>Décanteur secondaire</i>	<i>76</i>
<i>Bassin de désinfection</i>	<i>45</i>
<i>Epaisseur</i>	<i>67</i>
<i>Lits de séchage</i>	<i>154</i>
<i>Station de relevage</i>	<i>36.2</i>
<i>Total</i>	<i>575</i>

Le coût total du béton armé

$$C_{tb} = 575 \times 75\,000 = 43\,125\,000 \text{ DA.}$$

### VII.2.3. Le coût total de génie civil

Le coût total de génie civil est la somme des deux coûts  $C_{tgc} = C_{ter} + C_{tb} = 46\,050\,000$  DA

### VII.2.4. Le coût des VRD

Il est estimé de 15 à 25% du coût de génie civil  $C_{VRD} = 0.25 \times C_{tgc} = 11\,512\,500$  DA

### VII.2.5. Coût des installations hydromécaniques et équipements électromécaniques et électriques

Il est estimé à 40% du  $(C_{tgc} + C_{VRD})$

$$C_{éq} = (C_{tgc} + C_{VRD}) \times 0.4 = 23\,025\,000 \text{ DA}$$

### VII.2.6. Coût total des investissements de la station:

$$C_{ii} = C_{GC} + C_{VRD} + C_{éq} = 80\,587\,500 \text{ DA}$$

### VII.2.7. Coût de d'exploitation

Les frais d'exploitation représentent 10% du coût d'investissement. Elles comprennent :

- Les frais de main d'œuvre
- Coûts de réactifs chimiques
- Consommation en électricité.

#### A- Coût de main d'œuvre

Le coût de main d'œuvre est estimé à 5% du coût d'investissement

$$C_{mo} = 0.05 \times C_{ti} = 4\,029\,375 \text{ DA.}$$

### B- Le coût d'énergie électrique

Pour déterminer le coût d'énergie électrique nous présentons dans le tableau VII.3 le bilan d'énergie de la STEP.

**Tableau VII.3** Bilan d'énergie électrique

Désignation	Consommation en KWh/j
<b>Entrée de la step</b>	
Préleveur d'échantillon	0.6
Station de relevage	54.1
<b>Dégrillage automatique</b>	
Grille mécanisée	0.11
Convoyeur	0.05
Compacteur à vis	0.2
Pompe d'exhaure	0,01
<b>Dessablage/déshuilage</b>	
Pont dessableur	1.32
Suppresseur air lift	1.92
Pompe déplaçable (pour huile)	0,01
Suppresseur d'air	7.8
Pompe submersible pour sables	2.52
Classificateur à sable	1.32
<b>Traitement biologique</b>	
Aérateurs de surface	321.85
<b>Décantation secondaire</b>	
Pont racleur	2.64
Pompes à boues flottantes	0.1
<b>Pompage des boues en recirculation / en excès</b>	
Pompes de recirculation des boues	81.1
Pompes de boues en excès	3.35
<b>Pompage d'eau non potable</b>	

<b>Pompes pour recirculer l'effluent vers les points d'usage d'eau potable</b>	<b>1.35</b>
<b>Chloration</b>	
<b>Palan électrique</b>	<b>0,01</b>
<b>Epaississeur</b>	
<b>Mécanisme raclage</b>	<b>101.32</b>
<b>Pompes à boue épaissie</b>	<b>2.02</b>
<b>Pompes de drainage</b>	<b>1</b>
<b>Total</b>	<b>584.7 KWH/J</b>

Le prix du KW.H (utilisation industrielle) est estimé à 5.7 DA.

$C_{ea} = P_{ue} \times$  consommation annuelle en électricité.

$$C_{ea} = 1\,216\,468.35 \text{ DA}$$

### C- Le coût des réactifs chimiques

La consommation en hypochlorite de sodium est égale à 17 Kg/j. Le prix du Kg d'hypochlorite de sodium est estimé à 50 DA

Donc :

$$C_{rc} = P_{ur} \times \text{consommation annuelle en hypochlorite de sodium. } C_{rc} = 310\,250 \text{ DA}$$

### VII.2.8. Le coût de renouvellement des matériels électromécaniques

Il est estimé à 5 % du coût d'investissementLe coût annuel est donc :

$$C_{rm} = 0.05 \times C_{ti} = 4\,029\,375 \text{ DA.}$$

### VII.2.9. Les frais financiers

Les frais financiers sont estimés de 5 % du coût d'investissement  $C_{ff} = 0.05 \times C_{ti} = 4\,029\,375 \text{ DA.}$

### VII.2.10. Le coût de fonctionnement total

$$C_{ft} = C_{mo} + C_{ea} + C_{rc} + C_{rm} + C_{ff} = 13\,515\,275 \text{ DA}$$

## VII.3 CALCUL DU PRIX DU M<sup>3</sup> D'EAU EPUREE

Le volume total annuel d'eau épurée en l'an est  $V_a = 365 \times 320 = 116\,800 \text{ m}^3/\text{an.}$

Le coût d'amortissement annuel est

$$C_{aa} = C_{ti} / t \dots \dots \dots \text{ (VII.8)}$$

t : est la durée d'amortissement, nous prenons  $t = 30 \text{ an.}$

$$C_{aa} = 80\,587\,500 / 30 = 2\,686\,250 \text{ DA.}$$

Le coût total de la station annuel est donc

$$C_{tst} = C_{aa} + C_{ft} = 16\,201\,515 \text{ DA.}$$

Le coût du m<sup>3</sup> épuré C<sub>e</sub> se calcule alors

$$C_e = C_{tst} / V_{an} \dots\dots\dots \text{ (VII.9)}$$

$$V_a = 138.71 \text{ DA.}$$

#### **VII.4 CONCLUSION**

L'estimation du coût total de la STEP avant ou durant l'exploitation, conduit à une évaluation du mètre cube d'eau épurée plus ou moins proche de la réalité. Cette approche, rentre dans la nécessité d'optimiser sur le plan économique la technique choisie pour l'épuration des eaux usées domestiques de la base de vie Gassi-Touil.

# **Conclusion générale**

## **Conclusion générale**

L'objectif de notre travail a été d'estimer d'une part le débit des eaux usées à évacuer aux années futures dans la base de vie de la région de Gassi Touil, avec identification de la qualité physicochimiques de ces eaux et la charge polluante en termes de matière organique. D'autre part, d'étudier les différents ouvrages de la nouvelle station d'épuration.

Après avoir examiné l'état du lieu et recenser toutes les données sur la région, nous avons étudié la variante à faible charge du système d'épuration biologique par boues activée avec des bassins d'épuration à aération prolongée où le débit moyen journalier des eaux usées sera 320m<sup>3</sup>/j et DBO totale est de 52.57kg/j.

Par le biais de différentes étapes que présente un tel processus qui est la STEP, nous avons pu recenser, calculer, analyser et commenter presque tous les points essentiels fixés initialement dans le plan de travail.

Le travail effectué se résume sur les points suivants :

- ⇒ Collecte des données relatives à la base de vie Gassi Touil.
- ⇒ Estimation des débits des eaux usées.
- ⇒ Analyse des effluents qui s'avèrent biodégradables.
- ⇒ Détermination des charges polluantes.
- ⇒ Choix de filière de traitement.
- ⇒ Dimensionnement de la STEP.

Pour ce dernier point, nous avons utilisé les débits de pointe, ceci pourra répondre aux éventuelles brusques variations des débits dans la station.

Parallèlement à l'aspect technique, nous avons mis l'accent sur un point très important qui est l'aspect économique où nous avons estimé le coût total de fonctionnement de la station et par conséquent la détermination du prix unitaire d'un mètre cube d'eau épurée.

Cette étude nous a confirmé que le procédé d'épuration par boues activées à faible charge, présente de nombreux avantages, tel que:

- ✓ Prix du mètre cube d'eau égal à 138 DA.
- ✓ Exploitation très simple.
- ✓ Rendement satisfaisant (82%).
- ✓ Productions des boues minimales.



Outre l'impact environnemental, la station de la base de vie Gassi Touil pourra être d'une grande utilité agricole dans le cas où les boues séchées présenteront de bons fertilisants profitables aux cultures des terrains de la région.

Au terme de conclusion, nous souhaitons que cette étude apporte une base de données pour la réalisation de la future station d'épuration de la base de vie Gassi Touil, et que ce mémoire ouvre de nouvelles perspectives de recherches pour d'autres stations avec d'autres procédés, et ce modeste travail servira comme un guide consistant pour des futures

## **REFERENCE BIBLIOGRAPHIES**

1. Gaujous D, La pollution des milieux aquatiques. Aide-mémoire. Edition technique et documentation, Lavoisier.1995
2. Dimensionnement des stations d'épuration. Centre de perfectionnement de l'entreprise SH
3. Valiron F, Maîtrise de la pollution urbaine, état de l'art  
Edition technique et documentation, Lavoisier.1992
4. Abdelkader.Gaid, Tome 1  
Epuraton biologique des eaux usées urbaines OPU. Alger. 1984.
5. DEGREMONT Mémento technique de l'eau  
Edition technique et documentation, lavoisier.1989
6. Claude Cardot, Les traitements physico-chimiques et biologiques Guide technique de l'assainissement. Edition de moniteur. Paris 1999.
7. Dia Prosiium. Technique et économie de l'épuration des eaux résiduaires  
Publication de bulletin sein. Normandie. Octobre 71.
8. Jaques Bernard, Colette Caerels, Genevière Dieblot, Alain Dupouy.  
Le Memento technique de l'eau. Tome 2. Degrément.
9. W.W Echenfeldr.  
Gestion des eaux usées urbaines et industrielles. Technique et documentation Paris.
10. M. Carlier Hydraulique générale et appliquée. Edition EYROLLS 1986.
11. Bechac. P, Pierre. Boutin, B. Mercier, P. Nuer. Traitement des eaux usées.  
EYROLLES Paris 1987
12. journal officiel de la république Algérienne N°26 / 23 avril 2006.

## **NOMENCLATURE**

A : Age des boues.	$C_{VRD}$ : Coût de VRD.
$a'$ : Fraction de pollution transformé.	$D_b$ : Diamètre du bassin.
$a_m$ : Coefficient de rendement cellulaire. $a''$ : Coefficient global de transfert.	DBO : Demande biochimique en oxygène.
$b$ : fraction de la masse cellulaire éliminée par jour.	$D_c$ : Diamètre de la conduite.
$b_m$ : Taux de mortalité.	DCO : Demande chimique en oxygène.
$b'$ : Coefficient cinétique de respiration endogène.	$D_d$ : Diamètre de décanteur.
C : Conductivité.	$D_\epsilon$ : Diamètre de l'épaisseur.
$C_{aa}$ : Coût d'amortissement annuel.	$D_x$ : Masse des boues à extraire.
$C_b$ : Coût du béton.	$D_j$ : Dose journalière de chlore.
$C_e$ : Coût du 1 m <sup>3</sup> cube d'eau épurée.	d : Largeur d'un barreau.
$C_{\epsilon q}$ : Coût des équipements.	e : Espacement entre les barreaux.
$C_{ff}$ : Coût financier.	$e_m$ : Epaisseur des murs des ouvrages.
$C_{ft}$ : Le coût de fonctionnement total	$e_r$ : Epaisseur du radier.
$C_{GC}$ : Coût de génie civil.	H : Profondeur du dessableur-déshuileur.
$C_m$ : Charge massique.	$H_b$ : Hauteur du bassin.
$C_{mo}$ : Coût de main d'œuvre.	$H_d$ : Hauteur du décanteur.
COT : Carbone organique total.	$H_\epsilon$ : Hauteur de l'épaisseur.
$C_{tb}$ : Coût total du béton armé	$H_{\text{géo}}$ : Hauteur géométrique.
$C_p$ : Coefficient de pointe.	$h_{\text{max}}$ : Hauteur d'eau admissible sur une grille
$C_{rc}$ : Coût des réactifs chimiques.	HMT: Hauteur manométrique totale.
$C_{rm}$ : Le coût de renouvellement des matériels électromécaniques	$H_{sr}$ : Profondeur de la station de relevage.
$C_s$ : Concentration de saturation.	$I_M$ : Indice de MOHALMAN
$C_T$ : Coût total de la STEP.	$K_a$ : Constante caractérisant le dispositif d'aération.
$C_{ter}$ : Coût de terrassement.	k : Taux de croissance.
$C_{ti}$ : Coût des investissements.	K : Coefficient de colmatage de la grille.
$C^{(t-20)}$ : Vitesse de dégagement à T = 20°C.	L : Largeur du dessableur-déshuileur.
$C_{tst}$ : Le coût total de la station.	$L_b$ : Longueur du bassin.
$C_v$ : Charge volumique.	$L_g$ : Largeur de la grille.
	$L_e$ : Charge polluante éliminé.
	$l_l$ : Largeur du lit.
	$L_f$ : Charge polluant à la sortie.

$L_0$ : Charge polluante à l'entrée.	$\text{pointe.R}$ : Coefficient global de réduction.
$l$ : Largeur du dessableur-déshuileur.	$R_c$ : Taux de recirculation des boues.
$L_{sr}$ : Longueur de la station de relevage.	$S$ : Surface de passage de l'effluent.
$l_{sr}$ : largeur de la station de relevage.	$S_h$ : Surface horizontale.
MES : Matière en suspension.	$S_u$ : Surface unitaire du lit de séchage.
MM : Matières minérales.	$S_0$ : Concentration en DBO <sub>5</sub> à l'entrée du bassin d'aération.
MM <sub>e</sub> : Matières minérales éliminées.	$S_1$ : La concentration des boues à l'entrée de l'épaississeur.
MM <sub>r</sub> : Matières minérales restantes.	$S_2$ : La concentration des boues à la sortie de l'épaississeur
MVS : Matières volatiles en suspension.	$S_f$ : La concentration en DBO <sub>5</sub> à la sortie du bassin d'aération.
$N_{\text{éq/hab}}$ : Nombre d'équivalent habitant.	$T$ : Température.
$N_{aé}$ : Nombre d'aérateurs.	$T_c$ : Taux de retour à l'égout.
$N_0$ : Quantité totale d'oxygène transférée. $N_s$ : Oxygène transféré dans le liquide.	$T_d$ : Période diurne.
$N_{lit}$ : Nombre des lits.	$T_R$ : Taux de raccordement au réseau.
$n$ : Pourcentage d'encrassement.	$T_s$ : Temps de séjour.
$P_a$ : Puissance absolue.	$t$ : Durée d'amortissement.
$P_u$ : Prix unitaire du m <sup>3</sup> de béton armé.	$V$ : Vitesse de l'écoulement.
$P_{ue}$ : Prix unitaire d'énergie électrique.	$V_a$ : Vitesse ascensionnelle des particules.
$P_{ur}$ : Prix unitaire du réactif chimique.	$V_{an}$ : Le volume total annuel d'eau épurée.
$Q$ : Débit d'air.	$V_B$ : Volume des boues.
$Q_a$ : Quantité annuelle d'hypochlorite.	$V_b$ : Volume du bassin.
$Q_é$ : Débit entrant dans l'épaississeur.	$V_c$ : Vitesse de chute.
$Q_j$ : Débit d'hypochlorite nécessaire.	$V_{ct}$ : Volume de la couche terrassée.
$Q_{moyj}$ : Débit moyen journalier.	$V_d$ : Volume du décanteur.
$Q_{moyh}$ : Débit moyen horaire.	$V_e$ : Vitesse du passage des particules.
$Q_p$ : Débit de pointe.	$V_é$ : Volume de l'épaississeur.
$Q_r$ : Débit de refoulement.	$V_r$ : Volume du radier.
$Q_{(O_2)}$ : Quantité d'oxygène nécessaire dans le bassin.	$V_{sr}$ : Volume de la station de relevage.
$Q_{(O_2)h}$ : Quantité d'oxygène horaire.	$V_{tb}$ : Volume total du béton.
$Q_{(O_2)j}$ : Quantité d'oxygène journalière.	$W_a$ : Puissance de brassage.
$Q_i$ : Débit entrant dans le lit de séchage.	
$Q_{(O_2)p}$ : Quantité d'oxygène en cas de	

$W_{ab}$  : Puissance absolue.

$W_m$  : Puissance de brassage et de maintien des solides en suspension.

$X$  : Masse bactérienne.

$X_a$  : Concentration des boues dans le bassin.

$X_{dur}$  : Quantité des matières sèches non dégradables.

$X_{eff}$  : Fuite de MES avec l'effluent.

$X_{min}$  : Quantité des matières minérales éliminées.

$X_r$  : Concentration des boues recyclées.

$X_t$  : Masse des boues dans le bassin.

$\alpha$  : Angle d'inclinaison de la grille.

$\beta$  : Fraction de surface occupée par les barreaux.

$\beta_0$  : Coefficient de forme.

$\eta_{ép}$  : Rendement de l'épuration.

$\lambda$  : Coefficient de perte de charge.

$\Delta H$  : Perte de charge