



**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**  
DEPARTEMENT Hydraulique Urbaine

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

### **OPTION : Assainissement**

**THEME :**

**DIMENSIONNEMENT DE LA STATION  
D'EPURATION DE LA VILLE DE TENES W.CHLEF**

**Présenté par :**

**M<sup>r</sup> : MORCELI MUSTAPHA TAHA**

### **DEVANT LES MEMBRES DU JURY**

Nom et Prénom	Grade	Qualité
M <sup>r</sup> DERNOUNI YOUCEF	M.A.A	Président
M <sup>me</sup> KAHLERRAS MALIKA	M.A.A	Examinatrice
M <sup>me</sup> SAIDI HAYET	Ing /Doctorante	Examinatrice
M <sup>me</sup> SALHI CHAHRAZED	M.A.B	Examinatrice
M <sup>me</sup> L.TAFAT	M.A.A	Promotrice

Octobre 2015

# Remerciement

*Je remercie tout d'abord Dieu le tout puissant de m'avoir donné la chance et le courage pour mettre à terme ce travail.*

*Au terme de cette modeste étude, je tiens à exprimer ma profonde gratitude et mes vifs remerciements à M<sup>me</sup> TAFAT .L (ma promotrice) pour ses judicieux conseils ainsi que sa disponibilité tout au long de l'élaboration de ce travail.*

*Je profite de l'occasion pour remercier tous mes enseignants de l'ENSH de la première année jusqu'à la cinquième année, ainsi que toutes les personnes qui m'ont aidé à réaliser ce projet.*

*Mes compliments aux membres du jury qui me feront l'honneur d'examiner mon travail.*

MORCELI MUSTAPHA TAHA

# Dédicace

*Je dédie ce modeste travail en signe de respect et de reconnaissance à  
Ma mère et Mon père pour tous leurs sacrifices et leur soutien  
moral et matériel dont ils ont fait preuve pour que je réussisse.*

*Et également à Mes frères, Mes sœurs, Mes amies En un mot, à  
toute ma famille, mes amis sans exception et à tous ceux qui me sont chers.*

*MORCELI MUSTAPHA TAHA*

## ملخص:

إن إقامة محطة التصفية على مستوى مدينة تنس ضرورة ملحة من أجل حماية الصحة العمومية وحماية شواطئ تنس وتطوير السياحة في المنطقة لأن هذه المياه القذرة تصب مباشرة في البحر. في هذا العمل قمنا بتقدير نسبة المياه غير الصالحة للشرب وتصميم المحطة من خلال دراسة كيفية تدفق المياه. يجب إنشاء محطة مناسبة لطبيعة المياه المستعملة في هذه المدينة على ضوء خصائص كل خيار وبناء على مزاياه وعيوبه.

## Résumé :

La réalisation d'une station d'épuration au niveau de la ville de Ténès est nécessaire afin de protéger la santé publique, ainsi que les plages de Ténès et pour le développement du tourisme car ces eaux chargées déversent directement vers la mer.

En ce présent travail, nous avons opté pour estimer les rejets de la ville, et dimensionner les différents ouvrages de la station et terminer par étude détaillée du profil hydraulique.

Le dimensionnement de ses différents ouvrages de traitement a été effectué à base des résultats économiques.

## Abstract:

The realization of the purification station at the level of the city of Tenes is necessary in order to protect the public health, as well as the protecting beach of Tenes and for the development of tourism because this wastewater pours directly toward the sea.

In this work, we have opt calculated the percent age of useless water, and the dimension station through studying the profil hydraulic.

The dimensionality of its different works of treatment has been done to basis of the economic results.

## SOMMAIRE

### Introduction générale

### Chapitre I : Présentation de la ville de Ténès.

I INTRODUCTION :	1
I.1 SITUATION GEOGRAPHIQUE ET ADMINISTRATIVE :	1
I.2 DONNEES NATURELLES DU SITE:	2
I.2.1 Analyse géologique :	2
I.2.2 Sismicité :	2
I.2.3 Géographie :	3
I.2.4 Climatologie :	3
I.2.4.1 Température :	3
I.2.4.2 Les vents:	3
I.2.4.3 L'évaporation :	4
I.2.4.4 Humidité :	4
I.2.4.5 Pluviométrie :	4
I.3DONNEES DEMOGRAPHIQUES :	5
I.3.1 Evolution de la population .....	6
I.4 SITUATION SOCIO-ECONOMIQUE .....	6
I.4.1 Les potentialités de la ville de Ténès: .....	6
I.4.1.1 Potentialités halieutiques: .....	6
I.4.1.2 Potentialités touristiques :.....	6
I.4.1.3 Potentialités culturelles et historiques : .....	7
I.4.2 La situation sanitaire : .....	7
I.4.3 L'enseignement : .....	8
I.4.4 Les locaux et les commerces :.....	8
I.4.5 Les activités industrielles : .....	8
I.4.6 Les activités agricoles : .....	9
I.5 RESSOURCES HYDRIQUES ET ASSAINISSEMENT :	9
I.5.1 Ressources hydriques : .....	9
I.5.2 Réseau d'assainissement : .....	10
I.6 ANALYSE DES EFFETS SUR L'ENVIRONNEMENT :	11
I.6.1 Choix du site d'implantation de la station d'épuration : .....	11
I.6.2 Evaluation du système épuratoire sur l'environnement : .....	12

I.6.3 Impacts liés à la construction du système :	13
I.6.3.1 Sur la santé publique :	13
I.6.3.2 Sur le milieu naturel :	13
I.6.3.3 Sur l'air :	13
I.6.3.4 Sur la faune et la flore :	13
I.6.3.5 Sur les activités socio-économiques :	13
I.6.3.6 Sur le sol :	13
I.6.3.7 A cause des déchets issus des travaux de réalisation :	14
I.6.3.8 A cause du bruit :	14
I.7 Conclusion :	14

## **Chapitre II : Procédés de traitement des eaux usées**

II. 1 Introduction :	16
II. 2 Caractéristiques des eaux usées :	16
II.2.1 Origine des eaux usées :	16
II.2.1.1 Les eaux usées domestiques :	16
II.2.1.2 Les eaux usées industrielles :	16
II.2.1.3. Les eaux de ruissellement :	17
II.2.2 Origine de la pollution dans les eaux usées :	17
II.2.2.1 La pollution organique :	17
II.2.2.2 La pollution microbiologique :	17
II.2.2.3.La pollution minérale :	17
II.2.3. Les principaux paramètres de la pollution :	17
II.2.3.1. Paramètres physiques :	17
II.2.3.2. Les paramètres chimiques :	19
II.2.3.2.1. La demande biochimique en oxygène (D.B.O5) :	19
II.2.3.2.2. La demande chimique en oxygène (D.C.O) :	19
II.2.3.3. Les paramètres complémentaires :	20
II.2.3.4. Paramètres biologiques:	21
II.2.4. Les normes des eaux résiduaires :	21
II.3.Les différents procédés d'épuration :	22
II.3.1. Prétraitements :	22
II.3.1.1. Le dégrillage :	23
II.3.1.2. Le dessablage :	23
II.3.1.3. Le déshuilage - dégraissage :	24

II.3.1.4. Le tamisage : .....	24
II.3.2.Traitement primaire :.....	24
II.3.3.Traitement secondaire:.....	25
II.3.3.1 Principe : .....	25
II.3.3.2 Technique d'épuration biologique : .....	25
II.3.3.2.1 Procédés extensifs : .....	25
II.3.3.2.2 Procèdes intensifs : .....	28
Conclusion : .....	33
II.3.4. Décantation secondaire : .....	33
II.3.5. Traitement tertiaire (désinfection) : .....	34
II.3.6. Traitement des boues : .....	34
II.4. Conclusion : .....	35

### **Chapitre III : Enquête de pollution**

III.A.ANALYSE DES EAUX:.....	36
III.A.1.INTRODUCTION : .....	36
III.A.2.PRELEVEMENT ET ECHANTILLONAGE : .....	36
III.A.3.RESULTATS ANALYTIQUES ET INTERPRETATIONS: .....	37
III.A.3.1. DEFINITION DES PARAMETRES ANALYSES : .....	37
III.A.3.2. NORMES DE REJETS : .....	37
III.A.3.3.Interprétation des résultats : .....	38
III.B.CALCUL DES DEBITS ET DES CHARGES POLLUANTES : .....	41
III.B.1. INTRODUCTION : .....	41
III.B.2. CALCUL DES DEBITS : .....	41
a-Calcul des besoins en eau : .....	41
b- Calcul des débits des eaux usées : .....	42
c- Débit moyen horaire : .....	42
d- le débit de pointe : .....	42
e-Le débit diurne : .....	42
f- Détermination du nombre équivalent habitants : .....	43
III.B.3. Calcul de la charge polluante : .....	43
Conclusion : .....	44

### **Chapitre IV : Dimensionnement de la station d'épuration**

IV.1. Introduction :	45
IV.2. Choix du procédé d'épuration :	45
IV.3. Choix du site :	45
IV.4. LES PRETRAITEMENTS :	45
IV.4.1. Dégrilleur :	46
IV.4.2. Déssableur - dégraisseur:	50
IV.4.2.1 Calcul du Déssableur - dégraisseur:	50
IV.4.2.2 Base de dimensionnement du déssableur:	50
IV.4.2.3. Calcul des quantités des matières éliminées par le déssableur :	53
IV.5.Traitement primaire:	54
IV.5.1.Les différents types de décanteurs :	55
IV.5.2. Dimensionnement du décanteur primaire :	55
IV.6.Traitement secondaire :	59
IV.6.1.Choix de la variante :	59
IV.6.1.A. Étude de la variante à moyenne charge :	60
A. Horizon 2030:	60
IV.6.1.A.1. Bassin d'aération:	60
IV.6.1.A.2. Dimensionnement du bassin d'aération :	60
IV.6.1.A.3. Calcul des besoins en oxygène:	62
IV.6.1.A.4. Les différents systèmes d'aération :	64
IV.6.1.A.5. Détermination les caractéristiques de l'aération:	64
IV.6.1.A.6. Bilan des boues :	65
IV.6.1.A.7. Décanteur secondaire (clarificateur) :	67
IV.6.1.A.8. Dimensionnement du décanteur secondaire (clarificateur) :	68
Horizon 2040:	69
IV.6.1.B. Étude de la variante à faible charge :	71
A. Horizon 2030 :	71
IV.6.1.B.1. Dimensionnement du bassin d'aération :	71
IV.6.1.B.2.Besoin en oxygène :	72
IV.6.1.B.3. Calcule de l'aérateur de surface à installer:	74
IV.6.1.B.4. Bilan de boues :	74
IV.6.1.B.5.Dimensionnement du décanteur secondaire (clarificateur) :	77
B. Horizon 2040:	78
Conclusion :	80
IV.7. La désinfection :	80

IV.7.1.Introduction :	81
IV.7.2.Dose du chlore à injecter :	81
IV.7.2.1.Horizon 2030 :	81
IV.7.2.1.1.La dose journalière :	81
IV.7.2.1.2.Calcul de la quantité du javel pouvant remplacer la quantité du chlore:	81
IV.7.2.1.3.La quantité d’hypochlorite nécessaire :	81
IV.7.2.1.4.La quantité annuelle d’hypochlorite :	81
IV.7.2.2.Horizon 2040 :	82
IV.7.2.2.1.La dose journalière :	82
IV.7.2.2.2.La quantité d’hypochlorite nécessaire :	82
IV.7.2.2.3.La quantité annuelle d’hypochlorite :	82
IV.8. Traitement des boues :	83
IV.8.1.Introduction :	83
IV.8.2. Stabilisation des boues :	84
IV.8.3. Epaissement des boues :	85
IV.8.3.1. Epaissement par décantation :	85
IV.8.3.2. Epaissement par flottation :	86
IV.8.4. Déshydratation des boues :	86
IV.8.4.1.Déshydratation sur lits de séchage :	86
IV.8.4.2.Déshydratation mécanique :	86
IV.8.4.3. Déshydratation naturelle (séchage thermique) :	87
IV.8.5. Choix de la filière de traitement de boues :	87
IV.8.6. Le dimensionnement (variante à moyenne charge) :	87
IV.8.6.A. Calcul pour l’horizon 2030 :	87
IV.8.6.A.1. Dimensionnement de l’épaisseur :	87
IV.8.6.A.2.Dimensionnement du digesteur :	89
IV.8.6.A.3.Dimensionnement du lit de séchage :	91
IV.8.6.B. Calcul pour Horizon 2040 :	92
IV.8.6.B.1.Dimensionnement de l’épaisseur :	92
IV.8.6.B.2.Dimensionnement du digesteur :	93
IV.8.6.B.3. Dimensionnement du lit de séchage :	95
IV.8.7. Le dimensionnement (variante à faible charge) :	97
IV.9.conclusion	99

## Chapitre V : Calcul hydraulique

V.1. Introduction .....	100
V.2. Déversoir d'orage : .....	100
V.2.1. Introduction.....	100
V.2.2. Données de base : .....	100
V.2.3. Détermination du débit déversée vers l'exutoire naturel : .....	101
V.2.4. Calcul du diamètre du collecteur principal .....	101
V.2.5. Calcul des niveaux d'eau dans le collecteur principal .....	102
V.2.5. Calcul de la longueur du déversoir .....	103
V.3.Profil hydraulique :.....	103
V.3.1.Côtes du terrain naturel des ouvrages .....	103
V.3.2.Calcul des pertes de charges, diamètres et des longueurs des conduites reliant les ouvrages de la station d'épuration .....	104
V.3.2.1.Calcul des longueurs des conduites reliant les ouvrages .....	104
V.3.2.2.Calcul des diamètres des conduites reliant les ouvrages ainsi que les pertes de charges .....	105
V.3.2.3.Calculs des cotes piézométriques et cotes de radier des différents ouvrages .....	106
V.4.Dimensionnement de la conduite de fuite .....	108
V.5.Dimensionnement de la conduite By-pass .....	109
CONCLUSION: .....	109

## **Chapitre VI : Etude économique**

VI.1.INTRODUCTION : .....	110
VI.2.Coût de la variante: traitement par boues activées à moyenne charge :.....	110
VI.2.1 Coût d'investissement :.....	110
a-Coût de terrassement :.....	110
b-Coût du béton armé : .....	111
c-Coût total du génie civil :.....	112
d-Coût des voiries et réseaux divers (VRD): .....	113
e-Coût des installations hydromécaniques:.....	113
VI.2.2:Coût de fonctionnement: .....	113
a-Frais de la main d'œuvre :.....	113
b-Coût de l'énergie électrique: .....	113
c-Coût des réactifs chimiques : .....	113
d-Coût de renouvellement du matériel électromécanique : .....	113

e-Coût total de fonctionnement :.....	114
VI.2.3.Calcul du prix du m <sup>3</sup> d'eau à traiter: .....	114
VI.2.4.Coût annuel de la station : .....	114
VI.2.5.Calcul du prix du m <sup>3</sup> d'eau épurée : .....	114
VI.3 : Coût de la variante: Traitement par boues activées à faible charge :.....	114
VI.3.1. Coût d'investissement : .....	114
a- Coût de terrassement :.....	114
b- Coût total du béton armé: .....	115
c- Coût total du génie civil :.....	115
d- Coût des voiries et réseau divers VRD:.....	115
e- Coût des installations hydromécaniques et équipement : .....	115
f- Coût total des investissements de la station : .....	115
VI.3.2 Coût de fonctionnement : .....	115
a-Coût de la main d'œuvre: .....	115
b-Coût de l'énergie électrique : .....	116
c-Coût des réactifs chimiques : .....	116
e-Coût des renouvellements du matériel électro-mécanique:.....	116
f-Coût du fonctionnement total :.....	116
VI.3.3.Calcul du prix du m <sup>3</sup> d'eau à traiter : .....	116
VI.3.4.Coût annuel de la station d'épuration : .....	116
VI.3.5.Calcul du prix du m <sup>3</sup> d'eau épurée : .....	116
VI.4. CONCLUSION : .....	117

## **Chapitre VII : Gestion et exploitation de la station**

VII.1. Introduction : .....	118
VII.2. Mesures et contrôles effectués au niveau de la station d'épuration :.....	118
VII.3. Contrôle de fonctionnement: .....	119
VII.3.1. Contrôle journalier :.....	120
VII.3.2. Contrôles périodiques : .....	120
VII.4. Entretien des ouvrages :.....	212
VII.4.1. Le dégrilleur :.....	121
VII.4.2. Déssableur-déshuileur :.....	121
VII.4.3. Bassin d'aération :.....	122
VII.4.4. Clarification : .....	122
VII.4.5. Désinfection des eaux épurées :.....	122

VII.4.6. Lits de séchage :.....	122
VII.4.7. Epaisseur :.....	123

**Conclusion générale**

## LISTE DES TABLEAUX

### Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

Tableau I-1: Les caractéristiques géographiques de la station. ....	3
Tableau I-2: Températures moyennes annuelles. ....	3
Tableau I-3: Vents moyens annuels. ....	4
Tableau I-4: Distribution mensuelles moyennes de l'évaporation. ....	4
Tableau I-5: Variation annuelle de l'humidité. ....	4
Tableau I-6: Répartition moyenne mensuelle de la pluviométrie. ....	5
Tableau I-7: Evolution de la population future. ....	6
Tableau I-8: Equipements sanitaires. ....	7
Tableau I-9: Education. ....	8
Tableau I-10: les différents équipements. ....	8
Tableau I-11: Inventaire des forages et production en eau potable de la ville de TENES. ....	9
Tableau I-12: La distribution d'eau potable par agglomération. ....	10

### Chapitre II : Procédés de traitement des eaux usées

Tableau II-1: Les normes de rejet des eaux usées. ....	22
Tableau II-2: Caractéristiques des lagunes. [9] ....	27
Tableau II-3: Classement des lits bactériens. ....	28
Tableau II-4: Les avantages et les inconvénients des différents procédés d'épuration. ....	32

### Chapitre III : Enquête de pollution

Tableau III-1: Normes de rejets industriels. ....	37
Tableau III-2: rapport DCO/DBO. ....	40
Tableau III-3: Calcul de débit domestique. ....	41
Tableau 4: Calcul de débit d'équipement. ....	42
Tableau III-5: Récapitulatif des débits calculés. ....	43

### Chapitre IV : Dimensionnement de la station d'épuration

Tableau IV-1: Résultats du dimensionnement des grilles. ....	49
Tableau IV-2: Dimensions du déssableur-déshuileur. ....	53
Tableau IV-3: Les valeurs de la vitesse limite en fonction de $Q_{moy}$ . ....	55
Tableau IV-4: récapitulatif des résultats des calculs du décanteur. ....	59
Tableau IV-5: Charge massique en fonction de $a'$ . [2] ....	63
Tableau IV-6: Les résultats de l'horizon 2040 à moyenne charge. ....	69
Tableau IV-7: Les résultats de l'horizon 2040 à faible charge. ....	79
Tableau IV-8: Tableau récapitulatif (la désinfection). ....	83
Tableau IV-9: Tableau récapitulatif des résultats à moyenne charge. ....	96
Tableau IV-10: Calcul des ouvrages de traitement à faible charge. ....	98

### Chapitre V : Calcul hydraulique

Tableau V-1: Cotes moyenne du terrain naturel de la zone d'implantation des différents ouvrages de la station .....	104
Tableau V-2: Longueurs des conduites entre les ouvrages de la Step .....	105
Tableau V-3: Récapitulatif des résultats .....	108

### **Chapitre VI : Etude économique**

Tableau VI-1: Coût de terrassement.....	111
Tableau VI-2: Coût du béton armé.....	112
Tableau VI-3: Coût de terrassement.....	114
Tableau VI-4: Coût du béton armé.....	115
Tableau VI-5: Tableau récapitulatif .....	116

## LISTE DES FIGURES

### **Chapitre I : Présentation de la zone d'étude**

Figure I-1: Vue en air de la ville de TENES .....	2
Figure I-2: Répartition des pluies mensuelles - station de Ténès- .....	5
Figure I-3: Site d'implantation de la STEP (DOMAINE FERAH- EAC .....	11

### **Chapitre II : Procédés de traitement des eaux usées**

Figure II-1: lagunage naturel.....	27
Figure II-2: Lit bactérien .....	28
Figure II-3: disque biologique .....	29
Figure II-4: schéma de fonctionnement d'une station à boues activées.....	31
Figure II-5: Traitement à boue activée à faible charge .....	33

### **Chapitre IV : Dimensionnement de la station d'épuration**

Figure 1: SITE D'IMPLANTATION DE LA STEP .....	46
--	----

## LISTE DES PLANCHES

**Planche N° 1.** PLAN DE MASSE DE LA STATION D'EPURATION DE LA VILLE DE TENES

**Planche N° 2.** PROFIL EN LONG DE LA STATION D'EPURATION

**Planche N° 3.** OUVRAGE DE LA STATION

**Planche N° 4.** TRAITEMENT TERTIAIRE

## **Introduction générale :**

Partout sur la planète, le développement des activités humaines, domestiques ou industrielles, est tributaire de la ressource en eau. La diversité des usages induit une série d'impacts variés sur la qualité de l'eau.

Quand on parle d'épuration des eaux usées urbaines, il n'est pourtant pas question de les rendre pures, mais plutôt d'en retirer le plus de déchets dont on l'a chargée pour les évacuer.

De ce fait notre étude s'articule principalement vers la collecte et l'acheminement des effluents de l'ensemble des rejets principaux et anarchiques se déversant directement dans les oueds ; la mer et milieux naturels sans aucun moyen d'épuration, vers un seule et unique point commun en l'occurrence la station d'épuration implantée à environ 8 Km à l'ouest du chef-lieu de la ville de Ténès, sur la route menant vers Mostaganem. Avant qu'elles soient déversées dans le milieu récepteur (la Mer).

Le contenu comprendra différentes parties. Nous allons faire recherche bibliographique portant sur les différentes techniques d'épuration existantes en narrant en évidence leurs efficacités.

Puis, Nous allons faire une analyse assez poussée de la présentation de la ville de Ténès.

On consacrera une estimation des rejets des eaux usées de la ville de Ténès par temps sec et par temps de pluie.

Ensuite, on fera une étude du dimensionnement de la station d'épuration pour deux horizons 2030 et 2040.

En terminant par une étude détaillée du profil hydraulique relatif à cette station.



# *Chapitre I*

*PRESENTATION*

*DE LA ZONE*

*D'ETUDE*

## I INTRODUCTION :

Avant toute élaboration d'un projet il est indispensable de faire une étude préliminaire qui se base sur la collecte des données et la synthèse des enquêtes effectuées sur le terrain dans le cadre de la mission de reconnaissance, et des renseignements recueillis auprès des services techniques tels que la subdivision de l'Hydraulique, L'APC, la DAIRA de TENES et DPAT, Direction de la santé de la Wilaya de Chlef. Les documents de base étudiés sont les suivants :

- Document de l'O.N.M (Bulletin mensuel d'informations climatologiques).
- Les données climatiques ANRH Alger.
- Renseignements recueillis au niveau de la Subdivision de l'Hydraulique.
- Collecte des données de base au niveau de l'APC de TENES
  - Monographie de la ville.
  - Annuaire statistique de la Wilaya.

### I.1 SITUATION GEOGRAPHIQUE ET ADMINISTRATIVE :

La Commune de Ténès se situe dans la wilaya de Chlef qui est une portion du tell, baignée par la méditerranée sur 120 km de côte. Elle est distante de 200 km d'Alger et de 161 km de Mostaganem. Distante de 53 km du chef-lieu de la wilaya et D'une superficie de 500,54 km<sup>2</sup>, Ténès est située à mi-chemin entre Alger et Oran (RN 11). Elle est limitée au nord par la mer méditerranée, au sud par la Commune de Sidi Akkacha, à l'Est par la Commune de Oued Goussine et à l'ouest par la Commune de Sidi Abderrahmane.

Le territoire de la Commune de Ténès est subdivisé en 13 fractions qui sont : 1-Kennancha. 2-Djaadaine. 3-Ouled Taieb. 4-El Bridja. 5-Traghnia. 6-Tizi. 7-Rouaichia. 8- Tifiles. 9-Sidi Merouane. 10-Derboul. 11- Mfathia. 12-Yousi. 13-Oued Larbi.

Le seul port dans la wilaya est celui de Ténès. Il est situé à 53 km du chef-lieu de wilaya. Ce port est desservi par la route nationale Alger - Mostaganem et celle de Ténès - Chlef - Tissemsilt. Ces routes qui sont très accessibles, se subdivisent rapidement pour pénétrer tout le territoire.

#### LIMITES ADMINISTRATIVES DE LA WILAYA

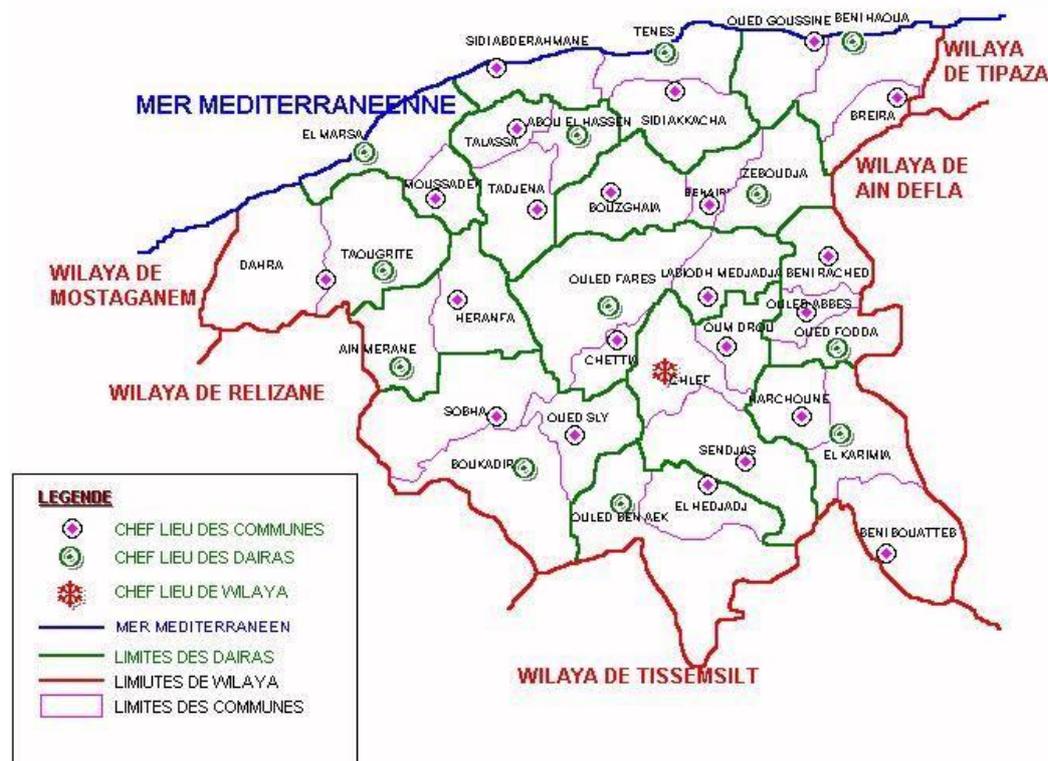


Figure I-1: Situation administrative de la wilaya de Chlef

## I.2 DONNEES NATURELLES DU SITE:

### I.2.1 Analyse géologique :

Le sol de la commune de TENES se caractérise par les textures suivantes :

- Sable argileux : plus ou moins rubéfiés, l'épaisseur de cette couche est très variable.
- Faciès argileux : est entrecoupé par une formation éruptive.
- Faciès calcaire ou calcaire-gresseux : avec ou sans galets, typiquement mollassique.
- Alluvions actuelles : formant les terrasses inférieures des oueds et aussi répandues par étalement des vallées composées de limon argileux et sableux avec ou sans cailloutis, l'épaisseur de cette formation varie entre 10 et 30 m.

### I.2.2 Sismicité :

La ville de TENES se trouve dans la zone territoriale où l'activité sismique n'est pas négligeable, car elle se situe au-dessus de la faille tectonique qui sépare le continent Africain du continent Européen. Donc les études de génie civil doivent prendre en considération cette particularité.

### I.2.3 Géographie :

La ville de TENES présente des reliefs montagneux couverts avec une pente élevée, (40 à 60 %) dont les altitudes varient de 200 à 300 m dans le sens EST-OUEST.

**Relief :** Relief montagneux couvert

**Climat :** Méditerranéen

**Massif forestier :** 5010 Ha.

**Surface Agricole Utile :** 1106 Ha.

**Potentialités :** Touristiques - Culturelles et pêches

### I.2.4 Climatologie :

La station météorologique existante, susceptible d'être considérée comme représentative de la région d'étude et possédant des données fiables est celle de la ville TENES. Les caractéristiques géographiques de la station sont présentées comme suite.

**Tableau I-1: Les caractéristiques géographiques de la station.**

Station	Indication	Latitude	Longitude	Altitude
TENES	410	36°30	01°20E	17

Source : O.N.M (office national de météorologie).

- La Ville de TENES se caractérise par un climat Méditerranéen.

#### I.2.4.1 Température :

La température moyenne de l'air est de l'ordre de 16 °C. Les valeurs moyennes minimales et maximales correspondant aux mois de Janvier (8°C) et d'août (27°C).

Le tableau I – 2 nous donne un aperçu sur la variation des températures moyennes durant l'année.

**Tableau I-2: Températures moyennes annuelles.**

mois	Jan	Fev	Mar	avr	Mai	jui	jui	août	sep	oct	nov	dec
Températures °c	8	12.7	12.7	13.9	19.5	22	25.1	27	22	20.2	16.6	14.1

Source: O.N.M.

#### I.2.4.2 Les vents:

Les vents dominants sont généralement modérés et faible ayant respectivement des directions ouest et nord-est.

Pour avoir un aperçu de la grandeur de ces vents, le tableau I – 1 qui récapitule les vents moyens mensuels durant l'année.

**Tableau I-3: Vents moyens annuels.**

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	mai	jui	jui	août	sep	oct	nov	dec
Vitesse (m/s)	5.55	13.88	13	13.5	2.77	3	2.4	2.4	2.2	1.2	2.4	1.9

Source: O.N.M.

- Les vents sont chauds et secs en été, froid en hiver.

#### I.2.4.3 L'évaporation : (mesurée sous abri avec l'évaporomètre Piche en millimètre)

**Tableau I-4: Distribution mensuelles moyennes de l'évaporation**

MOIS	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Annuelle (mm)
Evap (mm)	81	67	88	70	70	61	63	74	71	78	65	78	866,33

Source: O.N.M.

#### I.2.4.4 Humidité :

La variation de l'humidité dans l'air est assez considérable comme l'illustre le tableau I – 4.

**Tableau I-5: Variation annuelle de l'humidité.**

mois	Jan	Fev	Mar	avr	Mai	jui	jui	août	sep	oct	nov	dec
Humidité %	79	79	77	73	70	75	70	70	71	76	62	76

Source: O.N.M.

#### I.2.4.5 Pluviométrie :

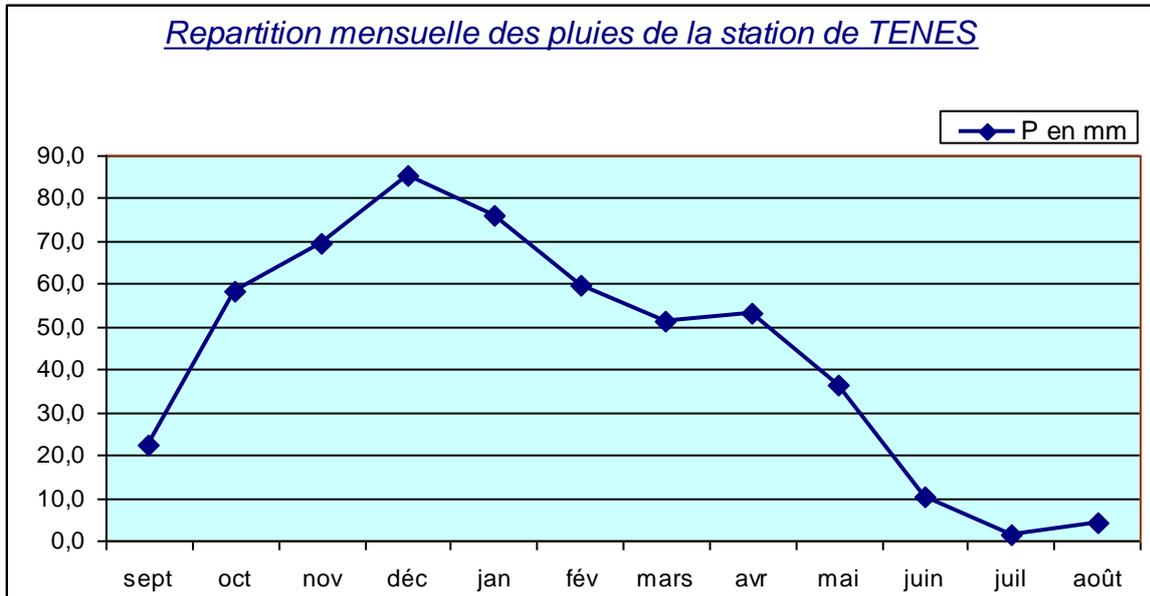
Les données pluviométriques de la station de Ténès ont été recueillies auprès de l'Agence Nationale des Ressources Hydriques (A N R H). Il s'agit d'observations journalières reportées sur des tableaux de cumuls mensuels (T C M). A partir de ces données mensuelles, nous avons reconstitué les valeurs de pluies annuelles.

Les pluies moyennes mensuelles représentées par le tableau suivant montrent clairement les variations saisonnières et leur distribution à l'échelle annuelle. La station de Ténès, fait ressortir deux périodes distinctes, une saison sèche et une autre humide.

**Tableau I-6: Répartition moyenne mensuelle de la pluviométrie**

Mois	sept	oct	nov	déc	jan	fév	mars	avr	mai	juin	juil	août
P en mm	22,5	58,1	69,3	85,3	75,9	59,6	51,3	53,1	36,6	10,4	1,4	4,3
P en %	4,3	11,0	13,1	16,2	14,4	11,3	9,7	10,1	6,9	2,0	0,3	0,8

Source: O.N.M.



**Figure I-2: Répartition des pluies mensuelles - station de Ténès-**

On remarque l'existence d'une saison sèche qui correspond aux mois de juin à août, avec des pluies moyennes mensuelles inférieures à 6 mm et une saison humide qui correspond aux autres mois.

La répartition des pluies mensuelle en % nous montre de façon distincte que les mois les plus arrosés correspondent à novembre, décembre, janvier et février. Ces quatre mois accaparent à eux seuls plus de 50 % des précipitations annuelles. Par contre, les mois d'été sont largement déficitaires avec moins de 2 % du total annuel pour chaque mois.

### **I.3 DONNEES DEMOGRAPHIQUES :**

Sachant que la détermination de la capacité de l'installation épuratoire est fonction du nombre d'habitations susceptibles d'être raccordées au réseau d'assainissement, nous évaluerons ci – dessous la population actuelle ainsi que son évolution dans les années à venir et ce, afin de déterminer la capacité de l'installation épuratoire à prévoir et d'évaluer les éventuels impacts sur l'environnement.

D'après la D.P.A.T (Direction de la Planification et de l'Aménagement du Territoire), l'analyse de la population au dernier recensement (recensement de l'année 2008) était de 39 594 habitants.

La population de la ville connaîtra une tendance dans son évolution future suivant la formule du taux d'accroissement exponentielle:

$$P_n = P_o (1 + \tau / 100)^n$$

Avec :

$P_n$  : Nombre de la population après n années

$P_o$  : Nombre de la population actuelle.

$\tau$  : Taux d'accroissement démographique.

n : Nombre d'années séparant l'année de référence et l'année prise en compte.

#### **I.3.1 Evolution de la population :**

**Tableau I-7: Evolution de la population future**

Horizon	2015	2030	2040
Population	44400	56754	66845

(Taux d'accroissement : 1,65 % - source DPAT de la wilaya de Chlef)

Ténès est classée dans la catégorie des agglomérations urbaines étant donné que plus de 90 % de la population est localisée au chef-lieu de la Commune.

## **I.4 SITUATION SOCIO-ECONOMIQUE :**

### **I.4.1 Les potentialités de la ville de Ténès :**

#### **I.4.1.1 Potentialités halieutiques :**

Le secteur de la pêche est considéré à Ténès comme étant l'une des activités principales ; il comprend la pêche de poisson blanc, de poisson bleu et de différentes variétés.

Une quantité de ce poisson est commercialisée localement ; le reste de cette quantité est commercialisé sur les places et marchés des wilayas limitrophes (Relizane, Ain Defla, Tiaret et Alger).

#### **I.4.1.2 Potentialités touristiques :**

Compte tenu des innombrables potentialités touristiques qu'elle recèle, la ville de Ténès envisage de devenir une citadelle touristique et culturelle de premier ordre en ce sens qu'elle déploie des efforts en vue de renforcer cette ressource économique importante. En effet, une affluence de plus en plus nombreuse de visiteurs et de touristes prend Ténès comme destination pour découvrir la beauté naturelle de ses paysages et vues panoramiques en montagnes et en mer, ses plages sécurisées et propres, ainsi que d'importants vestiges historiques marquant le passage des Phéniciens, des Romains et de l'Islam.

Ce capital extraordinaire nécessite l'engouement et l'engagement d'investisseurs nationaux ou étrangers pour son exploitation efficiente.

La ville de Ténès dispose de six hôtels non classés :

-hôtel Fellague - hôtel des arts - hôtel des fêtes - hôtel El Cadi (ferme) - hôtel Mehalil - hôtel Cartenae EPLF Tissemsilt. Elle dispose également d'un hôtel de classe 01 (3\*\*\*).

#### **I.4.1.3 Potentialités culturelles et historiques :**

Le vieux Ténès avec son vestige archéologique très diversifié représente un musée à ciel ouvert avec les mosquées Sidi Maiza, Lalla Aziza et Sidi Bel Abbés,

Les sites de Bab El Bahr, la marina, le tombeau phénicien, les canons de la route de Sidi Merouane, le parc naturel de Sidi Merouane, la statue de la vierge Marie, la maison du Bey, la forêt El Yaqout, le site archéologique (ex champ de tir de Charer) sont autant de sites et atouts qui confèrent à la ville de Ténès, un cachet touristique indéniable.

Aussi, il est à signaler la réalisation en voie d'achèvement de la façade maritime de Ténès, comprenant : 17 bloc R+5 (pensionnat, cafeterias, restaurants spécialisés, pizzeria, sports nautiques, artisanat).

On note aussi la réalisation d'un théâtre de verdure unique en son genre dans toute la wilaya sous la supervision de la direction de la culture de la wilaya de Chlef.

### **I.4.2 La situation sanitaire :**

La Commune de Ténès dispose de deux hôpitaux, d'une polyclinique et de sept centres de santé.

**-HOPITAL BOURAS AHMED** - 06 générateurs d'hémodialyse  
 - laboratoire  
 - dentiste et médecine

**-HOPITAL ZIGHOUD YUCEF** - bloc opératoire pour chirurgie  
 - maternité  
 - service pédiatrie  
 - service isolement  
 - service médecine  
 - service des urgences  
 - laboratoire  
 - radiologie

- **POLYCLINIQUE TAHIR** : chirurgie, traumatologie, psychologie, diabétologie, ophtalmologie; gynécologie, radiologie, gastro-entérologie, laboratoire

- **CENTRES DE SANTE** : Au nombre de sept (07).

**Tableau I-8: Equipements sanitaires.**

	Nombre	Dotation	Débit (m3/j)
Hôpital	170 Lits	400 L/Lits	68
Polyclinique	60	50 L/Per	3

Source: S.H.

En ce qui concerne les cas de maladies à transmission hydrique, d'après les renseignements recueillis dans la ville de Ténès, aucun cas de typhoïde n'a été signalé dans la ville, sur les 11 cas ont été observés dans la wilaya de Chlef. Les principales épidémies enregistrées dans la ville de Ténès sont :

- Conjonctivite : deux (02) cas signalés en juillet 2004
- Arthralgies : un (01) cas de sexe masculin, âgé 12 ans
- Tuberculose pulmonaire : trente-six (36) cas ont été recensés.

#### **I.4.3 L'enseignement :**

**Tableau I-9: Education.**

Enseignement/ nombre	Nombre	Nombre de classe	Nombre d'élèves	Dotation l/el/j	Débit (m3/j)
<b>Ecoles primaires</b>	19	18	4915	25	122
<b>CEM</b>	05	73	2654	25	66
<b>Lycées</b>	03	61	2219	25	55
<b>CFPA</b>	01	09	165	25	4
<b>Total</b>					<b>247</b>

Source: S.H.

#### **I.4.4 Les locaux et les commerces :**

Dans le domaine du commerce et des services utilisateurs ou consommateurs de l'eau, on enregistre les activités suivantes :

**Tableau I-10: les différents équipements.**

	<b>Nombre</b>	<b>Dotation</b>	<b>Débit M3/j</b>
Café	25	500 l/unité	12,50
Douches /Bains douches	17	1000 l/Unité	17,0
Boulangeries	16	500 l/U	08
Station de service	06	1000 l/U	06
Mosquées	11	1000 L/U	11
Hôtel Non classé	06	800 l/U	4,8
Hôtel classé	01	2000L/U	2
Usine conserverie	01		

Source: S.H.

**I.4.5 Les activités industrielles :**

Dans notre mission de collecte des données, nous avons constaté qu'il existe en matières d'activités industrielles, qu'une seule usine de conserverie de poissons appelée SARL Captane, située à l'ouest de la Commune et laquelle conserverie est à l'arrêt depuis décembre 2006, selon les informations recueillies auprès du gardien de cette usine. Nous n'avons pu rencontrer aucun responsable qui soit susceptible de nous fournir de plus amples informations sur le devenir de cette structure.

**I.4.6 Les activités agricoles :**

Les activités agricoles au niveau du territoire de la commune de Ténès se caractérisent par une faiblesse de la diversité puisque la céréaliculture et à un degré nettement moindre, la vigne constituent les seules spéculations agricoles pratiquées dans toute la zone dont la vocation par excellence est le maraîchage. Le manque d'eau en est semble-t-il le facteur limitant. Quoi qu'il en soit selon les services agricoles de la Commune de Ténès, les agriculteurs marquent très peu d'intérêt à la vigne, malgré les facilités et les motivations qui leurs sont accordées à ce sujet. Par contre, l'élevage avicole est quelque peu pratiqué, sinon ce sont des élevages ovins et parfois même bovins, à usage domestique qui sont pratiqués par les fellahs.

**I.5 RESSOURCES HYDRIQUES ET ASSAINISSEMENT :****I.5.1 Ressources hydriques :**

En plus du Barrage de Sidi Yacoub, la ville de Ténès est alimentée par un nombre important de forages, de sources. Le tableau ci-dessous illustre cette situation.

**Tableau I-11: Inventaire des forages et production en eau potable de la ville de TENES.**

Eau superficielle et souterraine				
N°	Origine de la ressource	Débit actuel (l/s)	Volume produit (m3/j)	Volume distribué (m3/j)
1	Forage cabanon	11	594	475
2	Forage Traghnia 2	14	1008	705

3	Forage Tifilas	15	648	454
4	Source Traghnia	8	691	345
5	Barrage S/Yacoub	23	2000	1800
	<b>TOTALE</b>	<b>71</b>	<b>4941</b>	<b>3779</b>

Source: S.H.

NB : Le forage du vieux Ténès est en cours de réalisation.

Le tableau ci-dessous illustre la distribution d'eau potable par agglomération

**Tableau I-12: La distribution d'eau potable par agglomération.**

Population	Nombre d'habitants	Type d'aggl.	Besoin en eau m3/j	Volume distribué m3/j	Fréquence heures	Horaire de distrib.	Taux de satisfaction
Ténès centre (7078 hab)	31908	ACL	1110	700	1/2 3heurs	7h-9h	63.06
Ténès EST (11550 hab)			2310	1300	1/2 3heurs	7h-8h	56.28
Ténès Ouest (13280)			2656	1600	1/2 3heurs	7h-8h 15h-17h	60.24
Vieux Ténès (1528)			306	179	1/2 3heurs	13h-14h	58.50
Reggoune	2801	AS	560	Camion-citerne	/	/	/
Mainis	616	AS	123	100	1/2 3heurs	/	80.00
Zone éparsé	3536	ZE	707	B F	/	/	/
<b>TOTAL</b>	<b>38861</b>		<b>7772</b>	<b>3897</b>			

Source: S.H.

**Distribution d'eau par agglomération.**

**NB ::**

1. Reggoune (Oued Guessab) : réservoir de **500m3/j** ; distribution 8 l/s (mise en service effectuée en juin 2007).
2. Station de dessalement à Mainis : **5 000m3/j** (mise en service effectuée en juin 2007 – ADI pour Ténès les environs de Mainis)
3. Station de dessalement à Mainis : **200 000 m3/j** (pour toute la wilaya : en étude)

## **I.5.2 Réseau d'assainissement :**

Le réseau d'assainissement de l'ensemble de la ville est de type unitaire (eaux usées et eaux pluviales).

Au niveau de l'embouchure de l'oued Allala (déversement des eaux usées), du côté Est de la ville de Ténès, des modifications ont été effectuées par les habitants, afin d'éviter le déversement à proximité de leurs maisons.

Les eaux usées se déversent par le trop-plein de la station de relevage, à l'arrêt au cours de notre visite de reconnaissance.

Du côté ouest de la ville de Ténès, des rejets multiples qui déversent dans la mer ont été observés. Le réseau d'assainissement est en mauvais état. Aucune maintenance, ni gestion du réseau n'ont été envisagées par les services concernés de l'APC, malgré l'existence de cassures en plusieurs endroits du réseau générant ainsi des déversements dans le milieu naturel.

## **I.6 ANALYSE DES EFFETS SUR L'ENVIRONNEMENT :**

L'installation d'une station d'épuration qui est considérée comme une installation classée, a des répercussions sur le milieu. Il s'agira d'analyser ces répercussions, pendant les travaux, avant la mise en marche de la station d'épuration et pendant son fonctionnement.

### **I.6.1 Choix du site d'implantation de la station d'épuration :**

Avant d'entamer l'étude d'un système d'épuration, il est nécessaire de déterminer le lieu d'implantation de la station. La reconnaissance sur terrain effectuée en présence des services techniques de la Subdivision de l'hydraulique de la ville de Ténès et de l'APC, le choix définitif adopté par les différents services concernés est le site dit domaine FERAH EAC N°05 (voir photos ci-dessous), qui se trouve dans la Commune de Ténès, à environ 8 Km à l'ouest du chef-lieu de la ville de Ténès, sur la route menant vers Mostaganem.



**Figure I-3: Site d'implantation de la STEP (DOMAINE FERAH- EAC**

### **I.6.2 Evaluation du système épuratoire sur l'environnement :**

Avant d'entamer dans ce chapitre, l'examen des impacts probables sur l'environnement que pourrait générer l'installation classée qu'est la future station d'épuration à Ténès, il nous semble judicieux de définir la notion d'impact sur l'environnement, étant donné la diversité des interprétations qui pourraient lui être attribuées.

Un impact peut être défini comme étant le résultat d'un effet produit par la gravité ou l'étendue d'un dommage potentiel. Pour qu'il y ait impact, il faut :

- une action
- un milieu
- une sensibilité



Pour définir clairement la nature et l'ampleur qu'une installation risque d'engendrer, il faut connaître :

- a) l'action génératrice : décrite et découpée en action et/ou installation représentant des sources potentielles de nuisances ;

- b) le milieu : comprend le milieu récepteur immédiat et généralement, vecteur des nuisances ainsi que les milieux éloignés qui risquent de subir des conséquences :
  - le milieu vecteur est considéré sous ses aspects physico-chimiques uniquement (milieu biotope).
  - Le milieu atteint est généralement considéré sous ses aspects physico-chimiques et surtout biologiques ou humains (biocénose ou écosystème dans son ensemble).
- c) le niveau de pollution : le niveau de pollution est généralement objectif ; il peut être décrit à la source, dans le milieu vecteur et dans le milieu atteint.
- d) l'impact : la force de l'impact dépend à la fois de la nature et de l'ampleur des niveaux de pollution et de la sensibilité du milieu. L'impact représente les effets sur le milieu (généralement le milieu vivant) qui résulteraient d'un niveau de pollution dépassant le niveau admissible (ou seuil admissible).

### **I.6.3 Impacts liés à la construction du système :**

#### **I.6.3.1 Sur la santé publique :**

Lors de la phase de construction de la station d'épuration de Ténès, à part les nuisances causées temporairement par le bruit et les poussières, il n'y aura pas d'impact potentiel sur la santé publique.

#### **I.6.3.2 Sur le milieu naturel :**

Le site étant dénué de toute attractivité paysagère, ne subit aucun impact apparent durant la phase 'construction'. En effet, le chantier, à travers ses installations fixes et ses engins de transport auront sans aucun doute un impact 'passif et temporaire' sur le milieu naturel, mais sans grande incidence sur l'équilibre écologique. Le produit des excavations sera déposé momentanément sur le site et pourra éventuellement servir de remblai lors de la mise en place des ouvrages de génie civil. L'excédent sera régulé aux abords de la clôture de la Station d'épuration.

#### **I.6.3.3 Sur l'air :**

Lors de la phase de construction et comme tout chantier à l'air libre, des émissions de poussières très localisées dues aux fouilles et excavations en exécution lors de la réalisation du génie civil des ouvrages pourraient être enregistrées. En raison de la faiblesse de son impact, cette gêne temporaire est considérée comme négligeable.

#### **I.6.3.4 Sur la faune et la flore :**

Il est vrai qu'un chantier de l'ampleur de celui de la future station d'épuration de Ténès en vue du traitement des eaux usées urbaines, perturbera sans aucun doute la quiétude des ressources biologiques. Cependant, et en l'absence d'études qui nous prouverons le contraire,

la zone d'implantation de la future station d'épuration n'étant pas riche en ressource floristique ou faunistique, supportera sans difficultés l'impact du chantier.

Il n'a pas été noté de présence d'espèces faunistiques ou floristiques rares ou menacées ; l'impact susceptible d'altérer l'équilibre écologique de la zone étant négligeable.

#### **I.6.3.5 Sur les activités socio-économiques :**

L'on peut signaler que le site choisi pour l'implantation de la station d'épuration de Ténès, il n'y a pas d'occupation irrationnelle du sol, ni de rétrécissement notable de surface agricole utile (S.A.U). Le chantier n'aura aucune incidence sur l'agriculture environnante.

#### **I.6.3.6 Sur le sol :**

Compte tenu de la nature géologique du terrain en place, le sol ne subira pas d'impact dû aux activités liées au chantier, et l'étude d'exécution de ce projet, veillera à prendre en considération l'étanchéité des surfaces en vue de protéger éventuellement la nappe phréatique.

#### **I.6.3.7 A cause des déchets issus des travaux de réalisation :**

Pendant la phase de construction, les travaux entamés génèreront des déchets solides et liquides qui peuvent se résumer aux huiles de vidange et de graissage ainsi que des déchets domestiques. Pour cela, les règles élémentaires de gestion d'un chantier obligent à l'application de la réglementation en matière d'environnement. A ce titre, les huiles de vidange et de graissage des engins de génie civil et autres déchets liés à la maintenance des équipements utilisés devront être stockées et récupérées selon un planning approprié, et orientées vers les structures de récupération (NAFTAL). Quant aux déchets solides domestiques, ils devront être orientés vers les lieux de décharge habituelle.

#### **I.6.3.8 A cause du bruit :**

Il est vrais que durant la phase de construction de l'ouvrage d'épuration des eaux usées, certains équipements produisent des niveaux de bruit élevés durant l'exécution du chantier, et occasionneront de ce fait une certaine gêne qui sera temporaire.

### **I.7 Conclusion :**

Au terme de ce chapitre, nous concluons que :

- La ville de Ténès est caractérisée par un climat méditerranéen dont la moyenne mensuelle des températures minimales est observée au mois de janvier (8° c), et la moyenne mensuelle des températures maximales est observée au mois d'Août (27°).

Les vents dominants sont généralement modérés et faible ayant respectivement des directions ouest et nord-est avec un pourcentage de 13.88 %,

La vitesse moyenne maximale du vent est 13.88km/h enregistrée au mois de février et la vitesse moyenne minimale du vent est 2.1km/h enregistré au mois d'octobre.

- Précipitation moyenne annuelle pour cette station est de 527.8mm et l'évaporation moyenne annuelle et de 866.33mm ;
- La dotation est de 150 l/hab/j pour une population en 2015 égale à 44400 et à long terme estimé à 66845 hab en 2040 ;
- la ville de Ténès est alimentée en eau potable à partir de barrage de Sidi Yacoub, 3 forages et une source avec un débit de 4941 m<sup>3</sup> /j.
- le réseau d'assainissement existant est de type unitaire couvrant la totalité de l'agglomération urbaine, avec un taux de raccordement de l'ordre de 98 % ;
- le site choisi pour l'implantation de la future station d'épuration est celui proposé par les services techniques de la Subdivision de l'hydraulique de la ville de Ténès et de l'APC et qui se trouve dans la partie Ouest de la ville de Ténès, à environ 8 Km sur la route menant vers Mostaganem.



*Chapitre II*  
*Procédures*  
*d'épuration*  
*des eaux usées*

## II. 1 Introduction :

Les eaux usées quelle que soit leur origine, sont généralement chargées en éléments indésirables, qui selon leur quantité et selon leur composition, représentant un danger réel pour les milieux récepteurs ou à leurs utilisateurs. Toutefois, avant de concevoir tout procédé d'épuration, il est impératif de caractériser l'effluent à traiter, quantitativement et qualitativement.

## II. 2 Caractéristiques des eaux usées :

### II.2.1 Origine des eaux usées :

Les eaux usées proviennent principalement de trois sources : **[15]**

- 1- Les eaux usées domestiques.
- 2- Les eaux usées industrielles.
- 3- Les eaux de ruissellement.

#### II.2.1.1 Les eaux usées domestiques :

Ces eaux sont constituées par :

- 1- Eaux ménagères.
- 2- Eaux de vannes (les eaux de W-C).
- 3- Eaux de lavage.

En général, ces eaux sont chargées en matières organiques, graisses et de produit d'entretiens ménagers.

#### II.2.1.2 Les eaux usées industrielles :

Ces eaux proviennent des différentes usines de fabrication ou de transformation. La qualité de ces eaux varie suivant le type d'industrie, elles contiennent des matières organiques, minérales, des produits fermentescibles et peuvent être chargées en matières toxiques difficilement biodégradables qui nécessitent un traitement spécifique. c'ad il est nécessaire de faire un prétraitement au niveau des usines avant d'évacuer ces eaux dans le réseau.

#### II.2.1.3. Les eaux de ruissellement :

Il s'agit de l'eau de pluie, des toits, des cours, des rues de drainage etc..., Elles véhiculent les huiles et les graisses déversées par certains services publics (stations de lavage, services mécaniques) ainsi que les sables, les argiles et les micros polluants.

## II.2.2 Origine de la pollution dans les eaux usées :

La pollution des eaux usées se manifeste sous forme minérale, organique et microbiologiques.

[8]

### II.2.2.1 La pollution organique :

La pollution organique des eaux urbaines se compose principalement de protides, de glucides et de lipides ainsi que des détergents utilisés par les ménages et cuisines.

### II.2.2.2 La pollution microbiologique :

L'eau usée est un milieu favorable pour le développement des germes pathogènes, la pollution microbiologique provoque chez l'homme des maladies hydriques tel que, la fièvre typhoïde, le choléra, la tuberculose.

### II.2.2.3. La pollution minérale :

Elle est constituée essentiellement des métaux lourds en provenance des industries métallurgiques de traitement de minerais ou on peut citer le plomb, le cuivre, le fer, le zinc, le mercure....

## II.2.3. Les principaux paramètres de la pollution :

Les paramètres spécifiques qui permettent d'évaluer le degré de pollution des eaux usées se présente sous deux formes : [9] ; [3]

### II.2.3.1. Paramètres physiques :

#### a)- La température :

Elle a une influence déterminante sur l'activité des micro-organismes et sur la réserve d'oxygène pour le processus d'autoépuration.

Pour garantir le bon fonctionnement de certains ouvrages de la chaîne de traitement (dégraisseurs) cette température ne doit pas dépasser 30°C.

#### b)- La turbidité :

Elle indique la présence plus ou moins importante des M.E.S d'origine organique ou minérale.

#### c)- La conductivité :

C'est un paramètre qui varie en fonction de la concentration des sels en solution. Plus leur concentration ionique est grande ; plus la conductivité est grande. La mesure de la conductivité donne une idée sur la salinité de l'eau.

#### d)- Couleur et odeur :

La couleur d'une eau usée urbaine est grisâtre, mais certains rejets industriels (teinture, papeteries...) contiennent des colorants particulièrement stables.

Il existe plusieurs gaz qui donnent des odeurs, résultant d'une fermentation ou décomposition, parmi lesquels on peut citer  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ...

**e)- Les matières en suspension (M.E.S) :**

Ce sont des matières insolubles, fines, minérales ou organiques, biodégradables ou non. La présence de matières en suspension dans l'eau réduit la luminosité et abaisse la productivité du milieu récepteur

Deux techniques sont utilisées pour le dosage des matières en suspension :

- Séparation par filtration (filtres en papier, membranes filtrantes).
- Centrifugation.

**f)- Les matières volatiles en suspension (M.V.S) :**

Elles représentent la partie organique des matières en suspension, elles sont mesurées par calcination à  $600^\circ\text{C}$  en deux heures, présentent en moyenne 70% à 80% des M.E.S.

**g)- Les matières minérales (M.M) :**

Elles représentent la fraction minérale des matières en suspension, c'est la différence entre les M.E.S et les M.V.S. [10]

**h)- Les matières décantables et non décantables :**

Elles correspondent aux M.E.S qui se déposent au repos pendant une durée fixée conventionnellement en 2 heures.

Les matières non décantables sont celles qui restent dans le surnageant et qui vont être dirigées vers le procédé de traitement biologique ou chimique.

**i)- Le pH :**

Le pH est un élément important pour définir le caractère agressif incrustant des eaux, il représente leur acidité ou leur alcalinité. Dans les procédés biologiques la valeur de pH est modifiée par divers phénomènes tels que :

- ◆ La dégradation d'acide organique qui fait varier le pH de la zone acide à la zone neutre.
- ◆ La neutralisation du dioxyde de carbone produit par voie biogène fait varier le pH de la zone alcaline à la zone neutre.

Finalement on constate bien que le pH est un facteur important dans le choix d'un procédé de traitement des eaux résiduaires pour les procédés aérobies de pH qui varie de 6.5 à 8. Pour la fermentation méthanique le pH varie entre 7.2 à 7.8.

### II.2.3.2. Les paramètres chimiques :

#### II.2.3.2.1. La demande biochimique en oxygène (D.B.O5) :

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

Par convention, la DBO ultime, trop longue à aboutir, est remplacée par la DBO5, c'est-à-dire par la quantité d'oxygène consommée après 5 jours d'incubation. La DBO5 ne représente normalement que la pollution carbonée biodégradable. [18]

#### II.2.3.2.2. La demande chimique en oxygène (D.C.O) :

C'est la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction chimique de l'ensemble des matières organiques, et minérales contenues dans l'eau usée. La détermination se fait par l'ajout à un volume d'échantillon d'une quantité connue d'oxygène sous forme d'un agent chimique efficace comme le bicarbonate de potassium, en milieu acide et chaud ce qui conduit à l'oxydation chimique.

#### • Relation entre DCO et DBO<sub>5</sub> :

Le rapport DCO/DBO<sub>5</sub> donne une estimation de la biodégradabilité des eaux usées. La notion de la biodégradabilité représente la capacité d'une substance ou son aptitude à être décomposées par les micro-organismes (bactéries, champignon). [13]

#### Coefficient de biodégradabilité

$K = DCO / DBO_5$  (théorique).

- $K = 1$  : les eaux usées sont totalement biodégradables.

- $1 < K < 2.5$  : le traitement biologique très possible.
- $2.5 < K < 3.2$  : traitement biologique associé à un traitement physico-chimique.
- $K > 3.2$  : traitement biologique impossible.

### II.2.3.3. Les paramètres complémentaires :

#### a)- Le phosphore :

La forme minérale prépondérante du phosphore dans l'eau est l'orthophosphate. Il provient de la dégradation de la matière organique ou des polyphosphates (utilisés dans le traitement des eaux ou comme adjuvants actifs dans les détergents). Sa présence dans l'eau peut également être liée à l'utilisation d'engrais,

#### b)- L'azote :

L'azote se présente sous diverses formes dans les eaux usées.

- Forme oxydée : azote nitreux,  $\text{NO}_2^-$ .
- Forme moléculaire : azote dissous,  $\text{N}_2$ .
- Forme réduite : azote organique,  $\text{NH}_4^+$ .

L'azote est l'un des éléments qui favorise la prolifération d'algues, par conséquent la réduction de sa teneur avant le rejet des eaux est plus que nécessaire.

Leur présence, est nuisible pour l'activité des micro-organismes donc perturbe le processus d'épuration biologique. Leur élimination se fait au cours de la phase de décantation de traitement. **[10]**

#### c)- L'équilibre nutritionnel :

Le traitement biologique exige un certain équilibre nutritionnel qui permet la prolifération des micro-organismes responsables de la dégradation de la matière organique. Tout déséquilibre entraîne un faible rendement.

L'azote et le phosphore sont utiles pour le bon fonctionnement de l'épuration biologique. **[3]**

$$\text{DBO}_5/\text{N}/\text{P} = (100\text{à}150)/5/1$$

$$\text{DBO}_5/\text{N} = 20$$

$$\text{DBO}_5/\text{P} = 100$$

$$\text{DCO}/\text{DBO}_5 = 2, 5$$

#### II.2.3.4. Paramètres biologiques:

Les micro-organismes présents dans les eaux usées sont à l'origine du traitement biologique, ils sont constitués : [10]

- Des germes pathogènes (mycobactéries, colibacilles etc....).
- Des parasites (des œufs de vers etc....).
- Des champignons.

#### II.2.4. Les normes des eaux résiduaires :

Dans le cadre de la protection de l'environnement et la santé publique l'organisation mondiale de la santé (O.M.S) fixe des niveaux de rejet selon la destination de l'eau épurée : [9]

Tableau II-13: Les normes de rejet des eaux usées.

PARAMETRES	VALEURS
DB0 <sub>5</sub> (mg/1)	30
DCO (mg /1)	90
MES (mg/1)	30
Température (c°)	30
Azote (mg /1)	40-50
Détergeant (mg /1)	01
Phosphate (mg /1)	02
Huiles (mg /1)	20

#### II.3. Les différents procédés d'épuration :

Les eaux usées constituent un effluent très chargé en matières polluantes, nuisibles aussi bien au milieu récepteur qu'aux utilisateurs.

Pour remédier cette pollution, l'eau usée doit subir un traitement avant son rejet le traitement comporte en générale :

- Prétraitements.
- Traitement primaire.

- Traitement secondaire.
- Traitements complémentaires.
- Traitement de boues résiduaires.

### II.3.1. Prétraitements :

Les prétraitements comprendront une série d'opérations qui ont pour but d'éliminer la fraction la plus grossière des particules entraînées, et de retirer de l'effluent les matières susceptibles de gêner les traitements ultérieurs. On range sous ce vocable les opérations suivantes : **[10] ; [2]**

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

#### II.3.1.1. Le dégrillage :

Il s'agit d'éliminer les éléments de grandes dimensions qui se trouvent dans l'eau (chiffons, matière plastiques...) et qui pourraient perturber le fonctionnement hydraulique de la station.

- Selon l'écartement des barreaux ou le dimensionnement des mailles on distingue :

- a)- Le pré dégrillage** : Espacement entre les barreaux 30 à 100mm Placer généralement en amont des pompes.
- b)- Le dégrillage moyen** : Espacement entre les barreaux 10 à 30mm.
- c)- Le dégrillage fin** : Espacement entre les barreaux 3 à 10mm.

- Selon la nature et l'importance des effluents à traiter, il existe différents types de grille :

- Grille manuelle : composé des barreaux en acier incliné de 60° à 80° sur l'horizontal. Elles sont réservées en petite station, le nettoyage se fait avec un râteau et se fait quotidiennement.
- Grille mécanique : équipées d'un râteau motorisé et animées d'un mouvement rotatif (grille courbe) ou de va et vient (grille droite), la mise en service est commandée par une horloge (cadence durée), asservie au fonctionnement du relèvement (avec temporisation de retard) ou par détection d'une mise en charge du canal amont.

### II.3.1.2. Le dessablage :

Après le dégrillage, il reste encore dans l'eau des fragments solides qui peuvent décanter facilement, mais dans la dureté et la taille relativement importante, supérieur à 0.2 mm de diamètre, pourraient conduire à l'abrasion de certains éléments de la station et particulièrement les pompes.

### II.3.1.3. Le déshuilage - dégraissage :

Le dégraissage et le déshuilage ont pour but d'éliminer les corps flottants les plus importants ; graisses, fibres, poils. En outre, ces séparateurs de graisse et d'huile s'ils sont suffisamment dimensionnés constituer une barrière de sécurité contre des déversements accidentels d'hydrocarbure.

### II.3.1.4. Le tamisage :

Le tamisage est un dégrillage poussé il consiste à faire passer l'eau à travers un filtre dont les mailles sont très fine de façon à retirer toutes les particules de taille supérieure.

On distingue :

- une macro tamisage : mille  $> 0.3$  mm.
- un micro tamisage : mille  $< 100$   $\mu$ m.

### II.3.2. Traitement primaire :

C'est une séparation physique, liquide solide, dont l'objectif est le maximum de matières en suspension présentes dans les eaux usées. Les matières en suspension que l'on peut habituellement éliminer par décantation font l'objectif classiquement du traitement primaire.

Certains types de station d'épuration ne comportent pas de traitement primaire.

Les rendements sont les suivants :

- 85 à 95% des matières décantables.
- 50 à 65% des matières en suspension.
- 25 à 40% de la D.B.O et de la D.C.O.

La décantation primaire impose donc un automatisme pour gérer l'extraction des boues. Les décanteurs les plus communément employés sont des appareils circulaires ou rectangulaires à flot horizontal.

### II.3.3.Traitement secondaire:

#### II.3.3.1 Principe :

Les différents procédés d'épuration biologique peuvent être classés selon la nature des micro-organismes mis en jeu (aérobie et anaérobie).

Les traitements biologiques ont pour but d'éliminer la matière organique dissoute par action de bactéries et de micro-organismes. On peut grossièrement classer les micro-organismes en : [15] ; [2]

1. Germes aérobies qui exigent de l'oxygène pour assurer les métabolismes.
2. Germes anaérobies qui tirent leurs besoins énergétiques de la matière organique en absence de l'oxygène.
3. Germes facultatifs qui ont un métabolisme aérobie en présence d'oxygène et un métabolisme anaérobie en absence d'oxygène.

La majorité des micro-organismes présents dans les procédés d'épuration biologique sont de type facultatif.

#### II.3.3.2 Technique d'épuration biologique :

Il existe différents types de procédés d'épuration par voie biologique.

##### II.3.3.2.1 Procédés extensifs :

Ces procédés utilisent des moyens plus proches de la nature, ils nécessitent en général d'importantes superficies, et d'un temps assez long de séjour, on distingue : [9] ; [2]

##### ◆ **L'épandage:**

Ce procédé consiste à épandre l'eau usée directement sur le sol qui constitue le matériau support et d'enrichir des micro-organismes épurateurs.

Ce procédé peut être dangereux dans la mesure où les eaux qui s'infiltrent dans le sol peuvent contaminer les nappes souterraines et engendrent également une disposition de germes pathogènes.

##### ◆ **Le lagunage :**

Le lagunage est une technique d'épuration ancienne ; il s'agit d'un ou de plusieurs bassins en série exposés à l'air libre destinés au traitement biologique des eaux usées. Il s'y réalise à la fois une transformation des charges polluantes et une stabilisation des boues produites qui, sous l'action des

micro-organismes se développent dans le milieu (bactéries et algues en particulier). Les bassins reproduisent un phénomène en amplifiant l'action auto-épuratrice des étangs. On distingue deux types de lagunages : [9]

- Le lagunage naturel ;
- Le lagunage aéré.

### 1. Le lagunage naturel:

Le lagunage naturel est un procédé extensif de traitement des eaux usées, fondé sur un écosystème constitué principalement d'algues microscopiques, des bactéries aérobies et anaérobies et d'une micro-faune adaptée au rayonnement solaire utilisé comme source énergétique pour la production de l'oxygène par photosynthèse par les algues microscopiques qui peuplent le bassin.

Et dans les lagunes naturelles on distingue trois types :

- ❖ Lagune naturelle aérobie : La profondeur ne dépasse pas 1.2m et seuls les Organismes aérobies sont actifs ;
- ❖ Lagune naturelle anaérobie : La profondeur peut aller jusqu'à 3 à 4m, la dégradation des matières organiques est assurée par des bactéries anaérobies ;
- ❖ Lagune facultative : La profondeur est de 1 à 2.5m. Ce type de bassin est composée de deux couches ; un aérobie en surface et l'autre anaérobie à l'intérieur.

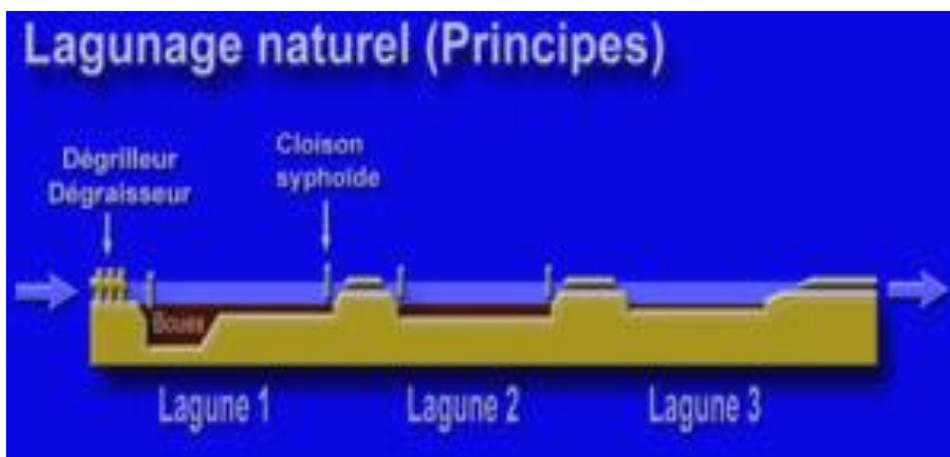


Figure II-4: lagunage naturel

### 2. Le lagunage aéré :

Les lagunes aérées sont des bassins traversés par l'effluent à épurer. L'oxygène nécessaire est fourni par des aérateurs à turbines ou quelques fois par des diffuseurs ; l'aération sert également au maintien en suspension des boues activées.

❖ Lagune aérée aérobie : la profondeur est de 2.4 à 4.8m dans laquelle l'oxygène et les matières en suspension sont uniformément répartis dans le bassin.

❖ Lagune aérée facultative : Les lagunes aérées sont des bassins traversés par l'effluent à épurer. L'oxygène nécessaire est fourni par des aérateurs à turbines ou quelques fois par des diffuseurs ; l'aération sert également au maintien en suspension des boues activées.

Tableau II-14: Caractéristiques des lagunes. [9]

	Aérobie	Facultatif	Anaérobie
Profondeur (m)	0.2-0.45	1-1.8	2.5-5
Temps de séjour (j)	2-6	7-50	5-50
Rendement (%)	80-95	70-95	50-80
Concentration en algues (mg/l)	100	10-50	Nulle
Charge (kg.DB0 <sub>5</sub> /hab.j)	111-222	22-55	280-450

#### II.3.3.2.2 Procèdes intensifs :

- **Les lits bactériens** :

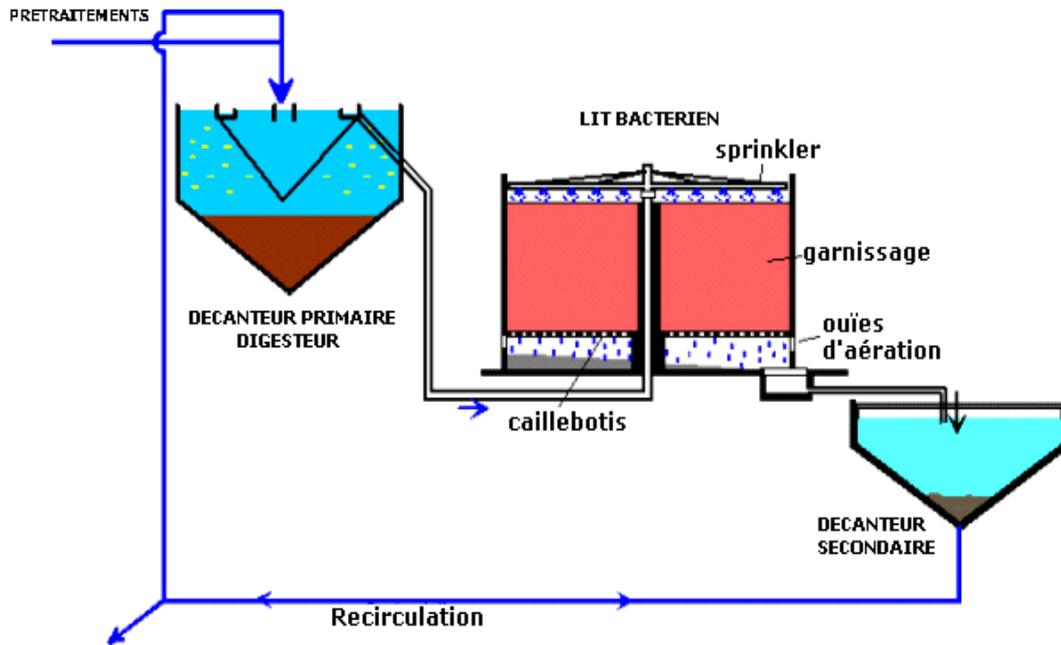
Ce procédé consiste à faire ruisseler les eaux usées décantées à travers une masse de pierres ou des matières plastiques présentant une grande surface et sur laquelle se consomment les matières organiques contenues dans l'eau en présence de l'oxygène, de l'air, le film croît au fur et à mesure de la consommation des matières organiques sous l'influence des gouttes d'eaux qui tombent sur le garnissage. L'eau épurée et décantée et une partie des boues sont recyclées comme pour les boues activées.

Suivant la charge volumique appliquée, on distingue les lits à forte charge, moyenne charge et faible charge. On peut classer les lits bactériens comme suit : [15] ; [2]

Tableau II-15: Classement des lits bactériens.

	Lit à faible charge	Lit à moyenne charge	Lit à forte charge	Lit à très forte charge
Charge hydraulique (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> , J)	1_5	4_10	10_40	40_200

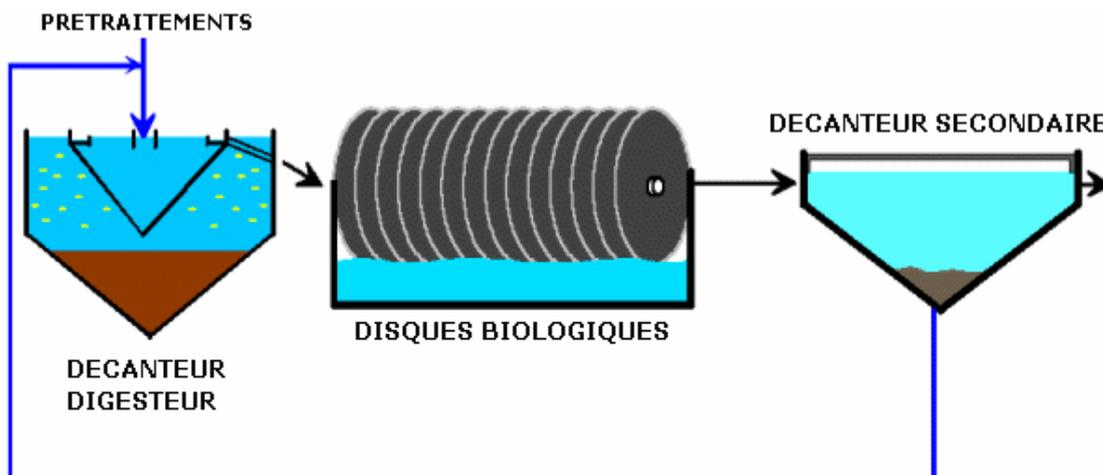
Charge organique (kg /m3/J)	0,08_0,32	0,24_0,48	0,32_1,0	0,8_0,6
Hauteur de couche (m)	1,5_3,0	1,25_2,5	2,0_5,0	1_4
Matériaux utilisés	Cailloux	Cailloux	Cailloux	Matériaux plastiques
Taux de recyclage (%)	0	0_1	1_3	1_4



- **Les disques biologiques :**

Le principe consiste en utilisation de disques tournant autour d'un axe horizontal et baignant en partie dans l'eau à traiter. Comme dans le cas du lit, la biomasse se développe sur le transfert d'oxygène se fait directement à travers la couche liquide. La vitesse de rotation de ces disques (1 à 2 tours par minute) ne permet pas de générer des énergies de circulation capable de maintenir en suspension des matières solides. Les disques sont réalisés en, P.V.C ou feuilles de polystyrène.

Récemment de nouvelles configurations ont pénétré le marché des biodisques, ce sont des structures de type cages remplies de matériaux plastiques vrac. Les disques biologiques peuvent être appliqués pour l'épuration des eaux résiduaires urbaines et industrielles. Suivant que les disques sont immergés ou émergés, le fonctionnement sera en mode aérobie ou anaérobie. [9] ; [2]



- **Les boues activées :**

Actuellement c'est le procédé le plus répandu pour traiter des eaux résiduaires urbaines. Il s'agit en effet d'un ensemble de procédés qui ont tous en commun le développement d'une culture bactérienne disposées sous forme de flocons (boues activées) dans un bassin brassé et aéré (bassin d'aération ou bio réacteur).

Dans le bassin d'aération le brassage a pour but d'éviter les dépôts et d'homogénéiser le mélange des flocs bactériens et de l'eau usée. L'aération a pour but de fournir aux bactéries aérobies l'oxygène dont elles ont besoins pour épurer l'eau.

Dans les premiers cas, brassage et aération sont assurés par un même dispositif, alors que pour l'insufflation d'air, des dispositifs de mélange dissociés sont immergés pour assurer le brassage lors augets de l'aération des critères fréquemment utilisé pour caractériser les différents systèmes de boues activées est la charge massique  $C_m$  qui traduit le rapport entre la masse journalière de pollution à éliminer et la masse des bactéries épuratrices mise en œuvre. On distingue ainsi des systèmes : **[8]**

1. A forte charge massique :  $C_m > 0.5$  kg D.B.O 5/ kg de MVS. jour
2. A moyenne charge massique :  $0.25 < C_m < 0.5$  kg D.B.O 5/ kg de MVS. jour
3. A faible charge massique :  $0.07 < C_m < 0.2$  kg D.B.O 5/ kg de MVS. jour
4. A aération prolongée :  $C_m < 0.07$  kg D.B.O 5/ kg de MVS. jour

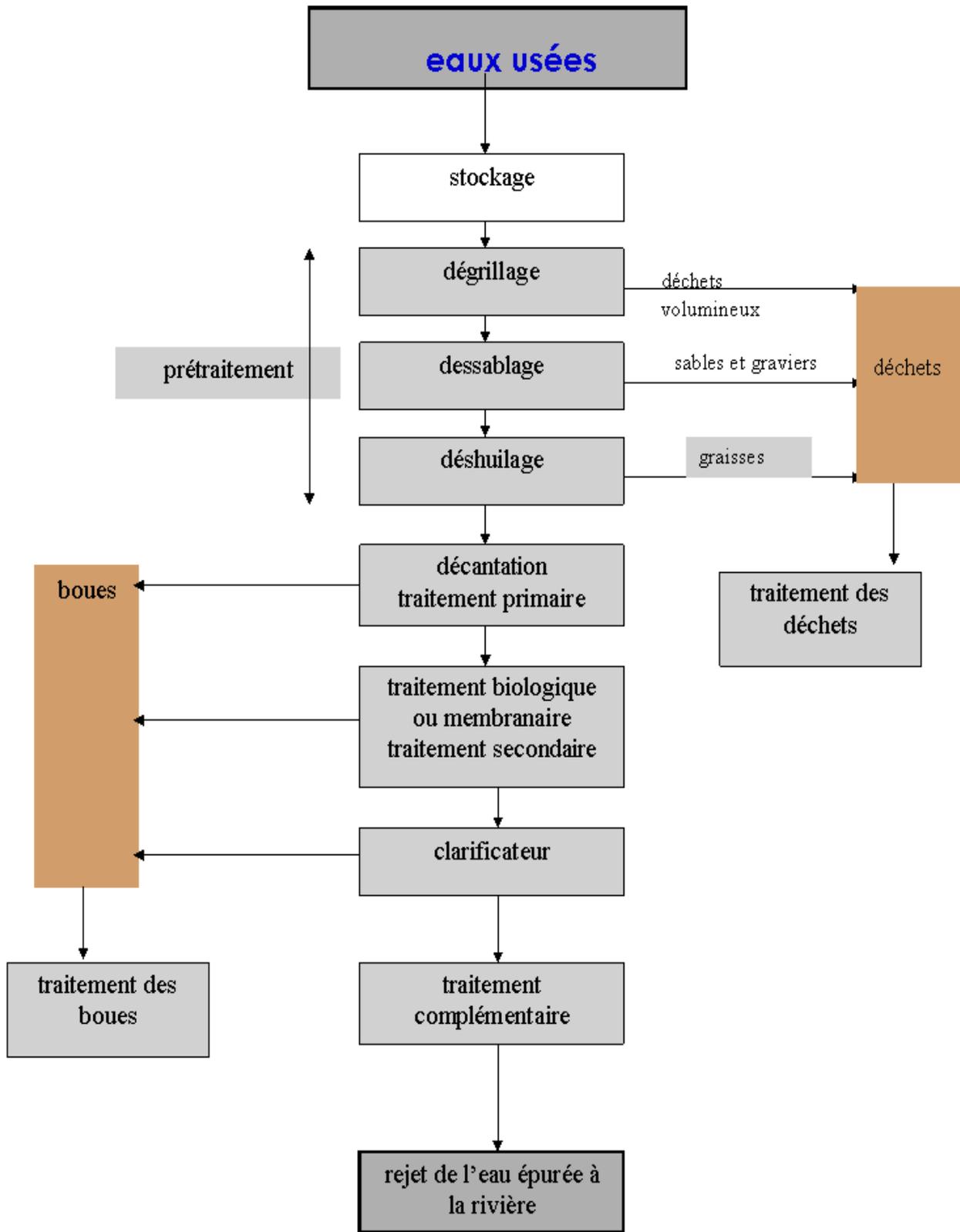


Tableau II-16: Les avantages et les inconvénients des différents procédés d'épuration. [2]

Procédés	Avantages	Inconvénients
----------	-----------	---------------

Epandage	<ol style="list-style-type: none"> <li>Utilisé pour la revalorisation des sols et pour la recharge des nappes</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nécessite une surface importante.</li> <li>Risque de contamination des nappes aquifères.</li> <li>Risque de colmatage de sol</li> <li>Dispersion de germes pathogène</li> <li>Procédé non utilisé en période pluvieuse</li> </ul>
Lagunage	<ol style="list-style-type: none"> <li>élimination d'azote de phosphore jusqu'à 60%</li> <li>Production minimale de boues en excès</li> <li>Absence de recyclage et de décantation primaire</li> <li>L'oxygène est assuré par l'activité photosynthétique des plantes</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nécessite une grande surface</li> <li>Les lagunes anaérobies et facultatives dégagent de mauvaises odeurs</li> <li>Le développement rapide de la flore aqueduc favorise la population des mouches et moustiques</li> <li>Contrôle et exploitation difficile du processus de fermentation</li> </ul>
Lit bactérien	<ol style="list-style-type: none"> <li>Faible entretien</li> <li>Exploitation facile</li> <li>Economie d'énergie</li> <li>Résister aux variations de charges</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sensible au colmatage</li> <li>Décantation primaire indispensable</li> <li>Sensible au froid</li> <li>Développement d'odeur et des mouches</li> <li>Investissements coûteux</li> </ul>
Disque biologique	<ol style="list-style-type: none"> <li>Aération naturelle</li> <li>Exploitation facile</li> <li>Insensible aux brusques variations de PH</li> <li>Absence de recyclage</li> <li>Faible demande énergétique</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Construction et entretien difficile</li> <li>Sensible aux huiles et graisse</li> <li>Sensible à l'apport brutal des matières toxiques</li> <li>Réservé à la pollution biodégradable</li> <li>S'emploie pour de petites stations (<math>\leq 10000</math> hab.)</li> </ul>
Boue activée	<ol style="list-style-type: none"> <li>S'applique aussi bien pour les eaux résiduaires urbaines ou industrielles</li> <li>Bon rendement (&gt;92%)</li> <li>Résistance aux variations de température</li> <li>Forte concentration en biomasse</li> <li>Possible avec ou sans décanteur primaire</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La déshydratation des boues est très difficile</li> <li>Coût de concentration élevée</li> <li>Consommation importante d'énergie</li> <li>Forte production de celle ci</li> <li>Efficacité réduite en présence d'ions toxiques.</li> <li>Nécessité d'une aération et d'un brassage forcé.</li> <li>Nécessité d'un déshuileur et d'une recirculation</li> </ul>

Vu les avantages et les inconvénients des procédés, la superficie disponible pour l'emplacement de la station et l'importance de la population, les procédés par boues activées et par lits bactériens sont plus judicieux à être utilisés.

#### II.3.4. Décantation secondaire :

Le décanteur secondaire ou encore clarificateur assure la séparation ; et un premier épaissement des boues entraînées par l'effluent traité issu de l'ouvrage du traitement biologique dans le cas des boues activées, la décantation présente deux variantes :

- ◆ système à bassin séparé : l'aération et la clarification se font dans deux bassins distincts.
- ◆ système combiné : la phase d'aération et de clarification ont lieu dans le même ouvrage.

#### II.3.5. Traitement tertiaire (désinfection) :

Une décontamination microbiologique des eaux usées traitées est parfois mise en œuvre. L'effet recherché est un abattement significatif des germes indicateurs.

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

Lorsqu'une inactivation totale est souhaitée sur des rejets contenant des germes infectieux en grande quantité, seule l'augmentation en température permet d'atteindre l'objectif

Une désinfection chimique peut également être envisagée. Le réactif le plus fréquemment utilisé est l'eau de javel, qui nécessite, pour être efficace, le maintien d'une teneur résiduelle suffisante (0.1mg/l) et du temps de contact minimal de 20 mn.

L'effet de désinfection du chlore est d'autant plus net que le niveau d'épuration procédé est élevé.

En particulier l'élimination de MES doit être très poussée et une nitrification très poussée est favorable à une désinfection au chlore (absence d'ammoniaque, donc absence de formation de chloramines). L'utilisation de dioxyde de chlore supprime cet inconvénient.

Les doses de chlore à appliquer sont :

- Après traitement physique -chimique : 3 à 10mg/l
- Après épuration biologique : 2 à 10mg/l
- Après épuration biologique + filtration de sable ; 2à5mg/l

On peut également utiliser en désinfection les rayonnements UV mais ce procédé est cher. L'ozone, l'argent désinfectant très actifs, et également utilisé pour la désinfection des eaux usées. Il nécessite un investissement important et le coût d'exploitation est élevé. [2]

### II.3.6. Traitement des boues :

Les boues récupérées proviennent généralement des stations suivantes : [14]

- ❖ Traitement primaire ;
- ❖ Bassin d'aération ;
- ❖ Décanteur secondaire.

Le traitement se déroule généralement en trois étapes qui sont :

#### 1. Epaississement :

Cette technique consiste à séparer gravitairement les particules de l'eau des boues, on distingue deux types :

- ❖ Epaississement par décantation
- ❖ Epaississement par flottation

#### 2. Stabilisation :

On distingue deux sortes de stabilisation :

A/ Stabilisation anaérobie : elle élimine environ 50% de la matière oxydable sous l'action des micro-organismes anaérobie, ce qui présente les avantages suivant :

- Diminution du poids des matières sèches
- Concentration plus importante des boues
- Diminution importante des germes pathogènes

B/ Stabilisation aérobie : elle consiste à oxyder la matière organique des boues par des micro-organismes aérobie.

### II.4. Conclusion :

Pour éviter tous les risques sanitaires et pour bien protéger l'environnement et les ressources hydriques contre la pollution, il existe un moyen qui consiste à épurer ces eaux usées; c'est-à-dire implanté une station d'épuration, afin de sauvegarder l'équilibre écologique du milieu aquatique naturel et pour une éventuelle réutilisation des eaux épurées dans divers domaines surtout en agriculture. il est recommandé de séparer les eaux urbaines et les matières organiques, les détergents, les huiles, goudrons afin de traiter convenablement ces eaux usées dans une station d'épuration urbaines.



## *Chapitre III*

# *Enquête de pollution*

## **III.A.ANALYSE DES EAUX:**

### **III.A.1.INTRODUCTION :**

Dans toute station d'épuration des eaux usées il est nécessaire d'effectuer des analyses de l'eau brute et de l'eau traitée afin de déterminer les différents paramètres physicochimique et bactériologiques permettant d'évaluer le niveau de pollution dans chaque phase de traitement. Les analyses ne sont valides que si le prélèvement et l'échantillonnage ont été entourés de soins suffisants, la séquence prélèvement-échantillonnage-conservation-analyse constitue alors une chaîne cohérente pour laquelle on aura conscience de ne négliger aucun maillon.

### **III.A.2.PRELEVEMENT ET ECHANTILLONAGE :**

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

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

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

La période des prélèvements a été choisie compte tenu des heures de pointes de pollution. Il est impératif de procéder au prélèvement à différentes heures de la journée à plusieurs jours de la semaine. Une évaluation représentative de la pollution d'une eau résiduaire doit avoir :

- Un prélèvement en période hivernale.
- Un prélèvement en période estivale.

Les prélèvements des eaux usées furent effectués dans des flacons bien propres en polythène et en verre borosilicate, bouchés émeris ou en téflon rincés. Au moment de l'emploi avec l'eau à examiner, les récipients furent remplis complètement.

#### **Remarque:**

Les prélèvements ont été effectués au niveau des collecteurs principaux de la ville de Ténès appelé :

Rejet N° 01 : Ténès ouest,  
Rejet N°02 : 360 Logements,  
Rejet N°03 : Ténès centre  
Rejet N°04 Ténès Est,  
Rejet N° 05 : Hôpital,  
Rejet N 06 : Oued Allal,  
Rejet N° 07 : Ain Kadi.

Les prélèvements d'échantillons ainsi que l'analyse physico-chimique in-situ et au laboratoire ont été réalisés avec la collaboration de laboratoire d'analyse de la qualité, siège social : 34, route de canastel - ORAN.

### **III.A.3.RESULTATS ANALYTIQUES ET INTERPRETATIONS:**

#### **III.A.3.1. DEFINITION DES PARAMETRES ANALYSES :**

Les paramètres analysés sont les suivants:

- Température ;
- pH ;
- Conductivité ;

- Matières en suspension (M.E.S) ;
- Demande biochimique en oxygène (DBO5) ;
- Demande chimique en oxygène (DCO) ;
- Azote Ammoniacal total (N-NH4);
- Ammonium
- Nitrates (NO3)
- Magnésium
- Teneur en fer
- Teneur en cuivre
- Teneur en Zinc
- Teneur en chrome
- Teneur en plomb
- Teneur en cadmium
- Manganèse
- Odeur et aspect

### III.A.3.2. NORMES DE REJETS :

Le tableau suivant illustre les normes de rejets industriels, extrait du décret exécutif N°93-160 du Journal Officiel du 14 juillet 1993, réglementant les rejets d'effluents liquides industriels (ce sont les valeurs limites maximales des paramètres de rejet).

**Tableau III-17: Normes de rejets.**

Paramètre	Unités	Valeurs maximales
- Température	°C	30
- PH	-	5,5 à 8,5
- MES	mg/l	30
- DBO5	"	40
- DCO	"	120
- Azote kjeldahl	"	40
- Phosphates	"	02
- Cyanures	"	0,1
- Aluminium	"	5
- Cadmium	"	0,2
- Chrome 3+	mg/l	3,0
- Chrome 6+	"	0,1
- Fer	"	5
- Manganèse	"	1
- Mercure	"	0,01
- Nickel	"	5
- Plomb	"	1
- Cuivre	"	3
- Zinc	"	5
- Huiles et graisses	"	20
- Hydrocarbures	mg/l	20
- Phénols	"	0,5
- Solvants organiques	"	20
- Chlore actif	"	1,0
- P.C.B.	mg/l	0,001

- Détergents	"	2
-Tensio-actifs anioniques	"	10
	"	

Source : extrait du décret exécutif N°93-160 du Journal Officiel.

Les normes de rejet, après traitement, ont pour objet la protection du milieu récepteur.

Les notions de flux de pollution et de facteur de dilution sont largement prises en compte dans l'approche du problème.

Les niveaux de qualité correspondent en général, aux possibilités techniques des principaux procédés de réduction des différents paramètres de pollution.

Un effluent brut est considéré comme biodégradable lorsqu'un échantillon moyen sur 24 heures, après une décantation de deux heures, présente les caractéristiques suivantes :

- Un rapport DCO/DBO < 2,5 ;
- Une DCO < 750 mg O<sub>2</sub>/l ;
- Une teneur en azote total < 100 mg/l .

**Si l'une ou plusieurs de ces conditions ne sont pas remplies, il conviendra de rechercher les rejets qui sont à l'origine de cette pollution anormale.**

### III.A.3.3. Interprétation des résultats :

#### - pH :

Les valeurs du pH mesuré sont comprises entre 7,0 et 8,02 ce qui montre la neutralité des eaux de rejets.

Notons que toutes les valeurs trouvées se situent dans la fourchette (6,5-8,5) admise par les normes de rejets.

#### - Conductivité :

En effet, les valeurs de la conductivité varient selon la période de prélèvements :

La conductivité de l'effluent chargé présente une minéralisation normale d'une eau chargée, puisque des conductivités allant jusqu'à **2540 µS/cm**.

#### - Matières en suspension :

Il est d'usage en traitement des eaux d'appeler " matières en suspension", des impuretés séparables par filtration ou centrifugation. Les matières en suspension comportent des matières organiques et des matières minérales.

Donc les résultats d'analyses obtenus pour les rejets montrent que les MES atteignent une valeur maximum de 947 mg/l du rejet Ain Kadi et des valeurs qui varient entre 86 à 564, Ces valeurs confirme que les différents rejets sont chargée en matières en suspensions.

### **Turbidité :**

La turbidité des effluents résiduaire et des eaux polluées est en général très élevée.

### **- Azote Total (NH<sub>4</sub>) :**

Les résultats d'analyses montre, que les teneurs en ammonium dans l'eau usées sont relativement normales, la valeur maximum enregistrée est égale à 101,4 mg/l.

### **- Nitrites (NO<sub>2</sub>) :**

En effet les nitrites proviennent d'une oxydation incomplète de l'ammoniaque, la nitrification n'est donc pas conduite à son terme.

Ce phénomène est expliqué par la concentration d'ammoniaque et des nitrites, puisque lorsque la concentration en ammoniaque chute la teneur en nitrites est élevée.

### **- Nitrate:**

Les teneurs en nitrates observées sont en généralement normale sauf pour deux rejets Ténès Est, oued Allala et Ain Kadi sont légèrement supérieures à la norme, de 45 mg/l valeur limite recommandé par la norme des eaux de rejets.

**La teneur maximum en nitrate observé au cours de la campagne de prélèvement est de 66,45 mg/l**

Lors de l'infiltration, les grosses molécules organiques contenues dans les eaux usées s'adsorbent très bien sur les particules du sol et se laissent dégrader lentement par les bactéries qui s'y installent spontanément. Ces grosses molécules sont:

- soit des molécules de savon et de substances détersives;
- soit des molécules protéiques provenant des déjections.

La première catégorie constitue la charge des eaux usées grises, la seconde celle des eaux vannes. La dégradation de la première catégorie donnera de l'eau, du CO<sub>2</sub>, des phosphates et des sulfates. La dégradation de la seconde produira aussi des ions de nitrate, de nitrite et d'ammonium.

### **Demande Biochimique en Oxygène :**

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

La DBO<sub>5</sub> d'une eau résiduaire a une valeur inférieure à celle de la DCO correspondante.

La valeur maximale de la DBO<sub>5</sub> est égale à 110 mg/l, valeur qui montre une teneur faible en matière organiques biodégradables.

Toutefois compte - tenu du débit des eaux usées les valeurs observées sont faible. la pollution qui sera adopté sera de l'ordre de 350 mg/l

### **- Demande Chimique en Oxygène :**

La demande chimique en Oxygène (DCO) représente la quantité d'oxygène nécessaire pour obtenir une bonne oxydation des matières organiques et minérales présentes dans l'eau.

La mesure de la DCO englobe celle de la DBO incomplète par définition.

Les résultats obtenus pour les échantillons analysés font ressortir que:

La valeur maximum de la DCO mesurée est égale à 218,9 mg/l. les valeurs de la DCO, en générale suivent le même facteur de la DBO, ces valeurs de la DBO et de la DCO, représentent des valeurs d'une eau usée urbaine

### **Biodégradabilité et nature du rejet :**

Les effluents biodégradables sont caractérisés par les paramètres suivants :

- $DCO / DBO < 2.5;$
- $DCO < 750 \text{ mg/l.}$
- $Azote \text{ Kjeldahl} \leq 100 \text{ mg/l}$

Il est donc intéressant de vérifier la valeur du rapport

DCO/DBO pour déduire la nature du rejet. Nous prendrons les valeurs maximales de DBO et DCO afin d'étayer nos conclusions.

*Tableau III-18: rapport DCO/DBO.*

	ECHANTILLON ANALYSE
- DCO max (mg/l)	218,9
- DBO5 max (mg/l)	110
- DCO/DBO5	1,99

La DCO est à peu près égal au double de la DBO<sub>5</sub>.

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

Ce qui est confirmé par le fait qu'il n'existe aucune industrie polluante qui rejette dans le réseau.

### **Les métaux lourds :**

Les teneurs des métaux lourds, analysées les valeurs sont inférieurs à la norme des rejets acceptés par le milieu récepteur, donc aucun traitement spécifique ne sera prévu pour la détermination de la filière d'épuration.

## **III.B.CALCUL DES DEBITS ET DES CHARGES POLLUANTES :**

### **III.B.1. INTRODUCTION :**

Pour le dimensionnement de la station d'épuration des eaux usées il faut prendre en considération les paramètres suivants :

- Les données sur la population, les industries, les équipements et la nature d'évolution de ces paramètres au futur.
- Les données basées sur l'analyse des eaux usées.
- L'horizon de l'étude (le calcul est effectué à l'horizon 2030 et 2040).

### III.B.2. CALCUL DES DEBITS :

#### a-Calcul des besoins en eau :

Ce calcul consiste à déterminer la consommation moyenne journalière elle est définie comme le produit de la dotation moyenne journalière par le nombre de consommateurs.

##### ▪ Besoin domestique :

Tableau III-19: Calcul de débit domestique.

Horizons	2015	2030	2040
Populations	44400	56754	66845
Dotation (l/hab/jour)	150	150	150
Débit Eau potable journalier m <sup>3</sup> /j	<b>6660</b>	<b>8513</b>	<b>10027</b>

##### ▪ Equipements :

Tableau 20: Calcul de débit d'équipement.

Equipements	Débit (m <sup>3</sup> /j)
Equipements sanitaire	71
Enseignement	247
Locaux et commerce	61.3
Total	<b>379.3</b>

#### b- Calcul des débits des eaux usées :

Le débit total journalier se calcule comme suit :

$$Q_{\text{mov, j}} = D.N.Cr$$

Avec :

D : Dotation (l/hab/j).

N : Nombre d'habitant l'horizon considéré.

Cr: Coefficient de rejet.

#### c- Débit moyen horaire :

Il est donné par la relation suivante :

$$Q_{\text{moy, h}} = \frac{Q_{\text{moy, j}}}{24}$$

#### d- le débit de pointe :

##### d-1-En temps sec :

On le calcule par la relation suivante :

$$Q_{\text{pte, s}} = Kp. Q_{\text{moy, j}}$$

Avec :

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

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

**d-2-En temps de pluie :**

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

**e-Le débit diurne :**

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

$$\text{Soit : } Q_d = \frac{Q_{\text{moy},j}}{16}$$

Tableau III-21: Récapitulatif des débits calculés.

Horizons	2015	2030	2040
Populations	44400	56754	66845
Taux d'accroissement	1.65	1.65	1.65
Dotation [l/hab/jour]	150	150	150
Débit Eau potable journalier [m <sup>3</sup> /j]	6660	8513	10027
Equipements /commerces [m <sup>3</sup> /j]	379,3	484.8	571
Besoins Total de la ville [m <sup>3</sup> /j]	7039.3	8997.8	10598
Débit Eau usées journalier [m <sup>3</sup> /j]	<b>5631.4</b>	<b>7198.2</b>	<b>8478.4</b>
Débit moyen horaire [m <sup>3</sup> /j]	<b>234.64</b>	<b>299.93</b>	<b>353.27</b>
$Q_{\text{pte}, s}$ [m <sup>3</sup> /j]	<b>10190.93</b>	<b>12768.85</b>	<b>14857.30</b>
$Q_{\text{pte}, p}$ [m <sup>3</sup> /j]	<b>16894.2</b>	<b>21594.6</b>	<b>25435.2</b>
Débit diurne [m <sup>3</sup> /j]	<b>351.96</b>	<b>449.89</b>	<b>529.9</b>

**f- Détermination du nombre équivalent habitants :**

Le débit des rejets divisé par la dotation du rejet qu'est de 150 l/hab/jour

Eq-H = charge de la S.T.E.P / rejet spécifique

Rejet spécifique : 80% de la dotation moyenne journalière.

Donc:

$$\text{Rejet spécifique} = 150 \text{ l/hab/j} \times 0.80 = 120 \text{ l/hab/j}$$

**Eq-H pour l'horizon 2030 :**

$$\text{Eq-H} = 7198.2/0.120 = 59985 \text{ Eq-H} = 60000 \text{ Eq-H}$$

**Eq-H pour l'horizon 2040 :**

$$\text{Eq-H} = 8478.4/0.120 = 70654 \text{ Eq-H} = 71000 \text{ Eq-H}$$

**III.B.3. Calcul de la charge polluante :**

- DBO5 = 60 g/hab/j

- M.E.S = 70 g/hab/j

- D.C.O = 90 g/hab/j

Les charges polluantes journalières sont :

**Eq-H pour l'horizon 2030 :**

$$C_{\text{dbo5}} = 60 \times 10^{-3} \times \text{Eq-H} = 0.060 \times 60000 = 3600 \text{ kg/j.}$$

$$C_{\text{mes}} = 70 \times 10^{-3} \times \text{Eq-H} = 0.070 \times 60000 = 4200 \text{ kg/j}$$

$$C_{\text{dco}} = 90 \times 10^{-3} \times \text{Eq-H} = 0.090 \times 60000 = 5400 \text{ kg/j}$$

**Eq-H pour l'horizon 2040 :**

$$C_{\text{dbo5}} = 60 \times 10^{-3} \times \text{Eq-H} = 0.060 \times 71000 = 4260 \text{ kg/j.}$$

$$C_{\text{mes}} = 70 \times 10^{-3} \times \text{Eq-H} = 0.070 \times 71000 = 4970 \text{ kg/j}$$

$$C_{\text{dco}} = 90 \times 10^{-3} \times \text{Eq-H} = 0.090 \times 71000 = 6390 \text{ kg/j}$$

**Tableau III-22: Les dotations de pollution.**

Horizons	2030	2040
Equivalent habitant	60000	71000
DBO5 (g/hab./jour)	60	60
KgDBO5 /jours	3600	4260
DCO (g/hab./jour)	70	70
Kg DCO /jours	4200	4970
MES (g/hab./jour)	90	90
Kg MES /jours	5400	6390

**Conclusion :**

L'eau de rejet interceptée dans les collecteurs principaux des eaux usées de la ville de Ténès présente une pollution organique d'origine urbaine, les valeurs de DBO<sub>5</sub>, et DCO mesurées montrent que le rejet est biodégradable.

Un simple traitement biologique classique permet de réaliser un abattement de la pollution organique.

La DBO mesurée est inférieure à 650 mg DBO/l, et la DCO est inférieure à 750 mg DCO /l.

- Ordre de grandeur pour un système d'épuration par boues activée  
350– 650 DBO mg/l  
500 – 900 DCO mg/l

Un système d'épuration classique permet de réaliser une épuration des eaux usées de la ville de Ténès.

Donc la filière de traitement qui sera adaptée pour le dimensionnement de la station d'épuration sera de type urbain.

Les études les plus récentes montrent qu'au niveau d'une habitation, les eaux résiduairees rejetées par un individu contiennent de 45 à 60 g de DBO5, 70 à 90 g de DCO par jour et environ 70 g de MES par jour.

MES : 70 g/hab/j, DCO : 90g/hab./j, pour le dimensionnement du système d'épuration de la ville de Ténès nous adopterons les dotations de pollution, cités dans l'annexe.



# *Chapitre IV*

## *Dimensionnement de la station d'épuration*

### **IV.1. Introduction :**

Les systèmes d'épuration doivent être dimensionnés, conçus et exploités de telle manière qu'ils puissent traiter les flux de matières polluantes correspondantes à leur débit et leurs charges de référence.

### **IV.2. Choix du procédé d'épuration :**

Le choix du procédé d'épuration le plus économique dépend de plusieurs paramètres tels que :

- Le climat ;
- Le site prévu pour l'implantation de la station ;
- La nature du sol ;
- L'importance de la charge polluante ;
- L'efficacité nécessaire du traitement.

La comparaison entre les différents procédés biologiques d'épuration des eaux usées urbaines, montre que pour la Ville de Ténès notre choix se fixe sur le procédé des boues activées pour les raisons suivantes :

- Les procédés extensifs ne peuvent être retenus parce qu'ils nécessitent de grandes surfaces en plus des nuisances telles que les odeurs et la contamination ;
- Les procédés intensifs : le procédé à lit bactérien ou à disque biologique demande une technologie et ne sont conçus généralement que pour des petites agglomérations.

### **IV.3. Choix du site :**

Pour le choix d'un système d'épuration, il faut connaître au préalable les données de base de dimensionnement, et la disponibilité du terrain ou l'assiette réservée à l'implantation de la station d'épuration. La reconnaissance sur terrain effectuée en présence des services techniques de la subdivision de l'hydraulique de la ville de TENES et de L'APC, le choix définitif adopté par les différents services concernés est le site dit domaine FERAH EAC N°05 (voir photos ci-dessous).



**Figure 8:SITE D'IMPLANTATION DE LA STEP**

#### **IV.4. 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.

##### **IV.4.1. Dégrilleur :**

L'installation du dégrillage est constituée pour la première tranche de traitement de deux unités parallèles équipées d'une grille grossière automatique, suivie d'une grille fine.

Les refus du dégrillage sont compactés et essorés pour réduire leur teneur en eau et limiter leur volume, puis transférés automatiquement vers les bennes de stockage.

L'installation du dégrillage doit être dimensionnée pour garantir la vitesse minimale de passage de l'eau brute ( $v$ ) au débit de pointe de pluie ( $Q_p$ ).

#### **Formules et lois permettant le dimensionnement :**

##### **• Méthode de KRISHMER:**

La largeur de la grille est donnée par l'expression:

$$L_g = S \cdot \sin \alpha / H_{\max} \cdot (1 - \beta) \cdot K \quad [8]$$

Où :

$L$  : largeur de la grille (m).

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

$H_{\max}$  : hauteur maximale d'eau admissible sur une grille  $H_{\max} = (0.15-1.5)$  m.

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

K : coefficient de colmatage de la grille.  
 S : surface de passage de l'effluent ( $S = Q_p/V$ ).  
 V : Vitesse d'écoulement (m/s).  
 Donc :  $L_g = Q_p \cdot \sin\alpha / V \cdot h_{\max} (1 - \beta) \cdot K$

### A. Horizon 2030

⇒ Grille grossière

$\alpha = 60^\circ$ .  
 $Q_p = Q_{pte}, s = 12769 \text{ m}^3/j = 0,15 \text{ m}^3/s$   
 $V = 1 \text{ m/s}$ .  
 $H_{\max} = 1 \text{ m}$ .  
 $K = 0,5$  (grille automatique).  
 $\beta = e/e+d = 2/8+2 = 0,2$   
 $L_g = 0,15 \times \sin 60^\circ / (1 \times (1-0,2) \times 0,5) = 0,32 \text{ m}$

⇒ Grille fine

$\beta = 1 / 1+0,9 = 0,53$   
 $L_g = 0,15 \times \sin 60^\circ / (1 \times (1 - 0,53) \times 0,5) = 0,55 \text{ m}$ .

### B. Horizon 2040

⇒ Grille grossière

$\alpha = 60^\circ$ .  
 $Q_p = 0,17 \text{ m}^3/s$   
 $V = 1 \text{ m/s}$   
 $h_{\max} = 1 \text{ m}$ .  
 $K = 0,5$  (grille automatique).  
 $\beta = 2/2+8 = 0,2$   
 $L_g = 0,17 \times \sin 60^\circ / (1 \times (1-0,2) \times 0,5) = 0,37 \text{ m}$ .

⇒ Grille fine

$\beta = 1/1+0,9 = 0,53$   
 $L_g = 0,17 \times \sin 60^\circ / (1 \times (1-0,53) \times 0,5) = 0,63 \text{ m}$ .

#### Le calcul de la longueur :

On a une hauteur de grille de 1m

$$\sin(\alpha) = h/B \text{ alors } B = h/\sin(\alpha) = 1/\sin 60$$

$$B = 1,15 \text{ m}$$

#### Calcul des pertes de charge :

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

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

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

avec:

$\Delta H$ : perte de charge(m).

d : espacement entre les barreaux (cm).

g : accélération de la pesanteur ( $\text{m/s}^2$ ).

$\alpha$  : angle d'inclinaison de la grille.

e : épaisseur des barreaux.

$\beta$  : coefficient dépendant de la forme des barreaux.

$\beta = 2.42$  Pour les barreaux rectangulaires ;

$\beta = 1.79$  Pour les barreaux circulaires ;

### **1. La grille grossière :**

On a :

$\beta = 1,79$  (barreaux de section circulaire). [8]

$d = 8\text{cm}$ ,  $e = 2\text{cm}$ ,  $\alpha = 60^\circ$ ,  $V = 1\text{m/s}$

Donc :

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

### **2. La grille fine :**

On a :  $\beta = 1,79$  (barreaux de section circulaire)

$d = 1\text{cm}$ ,  $e = 0,9\text{cm}$ ,  $\alpha = 60^\circ$ ,  $V = 1\text{m/s}$

Donc :

$$\Delta H = 1,79 \left(\frac{1}{0,9}\right)^3 \frac{(1)^2}{2,9,81} \text{Sin}60^\circ = 0,09\text{m}$$

**Tableau IV-23: Résultats du dimensionnement des grilles**

Dégrilleur	Horizon 2030		Horizon 2040	
	Grille grossière	Grille fine	Grille grossière	Grille fine
La largeur L (m)	0.32	0.55	0.37	0.63
La perte de charge $\Delta H$ (cm)	0.012	0.09	0.012	0.09
La longueur B(m)	1.15	1.15	1.15	1.15

### **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).

Les eaux qui arrivent de la grille grossière sont acheminées par un canal vers le dégrillage fin. Les résidus de ce dernier sont repoussés par balayage vers le haut de la grille droite par une bande transporteuse à commande électrique (grille mécanique automatique).

### **IV.4.2. Désableur - dégraisseur:**

Le sable sera éliminé dans un bassin de dessablage.

Les grains de sable sont déposés au point le plus bas de l'ouvrage. L'aération du désableur est assurée par un suppresseur; le relevage des sables est prévu par un air- lift fournit en air également à partir du suppresseur, ou par des pompes à sable, et le fonctionnement de l'air lift sera temporisé de manière à correspondre à la production de sable. Les sables relevés seront rejetés dans le classificateur des sables. Un pont roulant permettra le raclage des huiles et les graisses. [8]

#### **IV.4.2.1 Calcul du Désableur - dégraisseur:**

Le bassin de dessablage- dégraisage est du type longitudinal aéré avec insufflation d'air à la partie inférieure. [8]

Pour qu'il y ait une sédimentation des particules, on doit vérifier:

$$\frac{L}{H} \leq \frac{V_e}{V_s}$$

$V_e$  : Vitesse d'écoulement  $V_e = 0.10$  à  $0.50$  m/s.

$V_s$  : Vitesse de sédimentation  $V_s = 40$  à  $70$  m/h

$L$  : longueur du bassin.

$H$  : profondeur du bassin  $H = 1$  à  $2.5$  m.

Le déssableur - dégraisseur doit être dimensionné avec l'un des rapports suivant:  $L/H = 10$  à  $15$ .

$B/H = 3$ ; avec  $B$ : largeur du bassin.

#### IV.4.2.2 Base de dimensionnement du déssableur:

Le dimensionnement s'effectue selon les formules suivantes:

➤ **La section horizontale:** 
$$S_h = \frac{Q_p}{V_s}$$

➤ **On utilise le rapport :** 
$$\frac{L}{H} = 10$$

#### 1. Critères de dimensionnement pour le déssableur:

Temps de séjour,  $t_s = 10$  min.

Charge hydraulique,  $V_s = 60$  m/h.

Vitesse horizontale,  $V_e = 0.3$  m/s.

#### 2. Critères de dimensionnement pour le dégraisseur:

Temps de séjour,  $t_s = 10$  min.

Charge hydraulique,  $V_s = 30$  m/h.

##### A. Horizon 2030

▪ **Section horizontale  $S_h$ :**  $Q_p = 0.15$  m<sup>3</sup>/s

$$S_h = \frac{Q_p}{V_s} = \frac{0.15 * 3600}{60} = 9 \text{ m}^2$$

▪ **La largeur  $B$ :** On prend :  $\frac{B}{H} = 3$

La hauteur  $H = 2$  ;

Donc :  $B = 6$  m

▪ **La longueur  $L$  :**

$$L = \frac{S_h}{B} = \frac{9}{6} = 1.5 \text{ m}$$

$$L = 1.5 \text{ m}$$

▪ **Le volume :**

$$V = S_h . H = 9 * 2 = 18 \text{ m}^3$$

$$V = 18 \text{ m}^3$$

▪ **Temps de séjours  $t_s$  dans le bassin :**

$$t_s = \frac{V}{Q_p} = \frac{18}{0,15} = 120''$$

$$t_s = 2'$$

### Calcul des besoins en air :

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

$$Q_{air} = Q_p \cdot V$$

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

$$Q_{air} = 0,15 * 1,5 = 0,23 m^3 d'air / s$$

$$Q_{air} = 828 m^3 d'air / h$$

### B. Horizon 2040

Pour cet horizon, on doit prévoir un second dessableur dont le débit sera la différence des débits des deux horizons :

$$Q_p = Q_{p(2040)} - Q_{p(2025)} = 0,17 - 0,15$$

$$Q_p = 0,02 m^3 / s$$

Pour le dimensionnement, on prend :

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

$$V_s = 60 m / h = 0,017 m / s. \quad H = 2 m.$$

#### ▪ Section horizontale :

$$S_h = \frac{Q_p}{V_s} = \frac{0,02}{0,017}$$

$$S_h = 1,18 m^2$$

#### ▪ Largeur du dessableur :

On prend : La hauteur  $H = 2 m$ ,  $\frac{B}{H} = 3$  Donc :  $B = 6 m$

#### ▪ Longueur du dessableur :

$$L = \frac{S_h}{B} = \frac{1,18}{6} = 0,2 m$$

$$L = 0,2 m$$

#### ▪ Volume du bassin :

$$V = S_h \cdot H = 1,18 * 2$$

$$V = 2,36 m^3$$

#### ▪ Le temps de séjour dans le bassin :

$$t_s = \frac{V}{Q_p} = \frac{2,36}{0,02} = 118''$$

$$t_s = 1' 58''$$

#### ▪ Le volume d'air à insuffler dans le dessableur :

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

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

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

$$q_{air} = 0,02 * 1,5 = 0,03 m^3 d'air / s$$

$$q_{air} = 108 m^3 d'air / h$$

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

**Tableau IV-24: Dimensions du déssableur-déshuileur**

dimensions	unité	2030	2040
- Longueur	m	6	6
- Largeur	m	1.5	0.2
- Hauteur	m	2	2
- Volume	m <sup>3</sup>	18	2.4
- Quantité d'air	m <sup>3</sup> /h	828	108
- Temps de séjour	seconde	120	118

**Remarque :**

Le déshuilage se déroule en même temps que le dessablage (c'est un ouvrage combiné), les huiles sont piégées dans une zone de tranquillisation à partir de laquelle sont raclées en surface.

**IV.4.2.3. Calcul des quantités des matières éliminées par le déssableur :**

On sait que le dessablage élimine dans les environs de 70% des matières minérales, celles-ci représentent 30% de MES.

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

**A. Horizon 2030 :**

- La charge en MES à l'entrée de déssableur est MES=5400 Kg/j
- Les matières volatiles en suspension MVS contenues dans les MES sont :

$$MVS = 5400 * 0,7 = 3780 \text{ Kg/j}$$

- Les matières minérales contenues dans les MES sont :

$$MM = 5400 * 0,3 = 1620 \text{ Kg/j}$$

- Les matières minérales éliminées :

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

$$MM_e = 1620 * 0,7 = 1134 \text{ Kg/j}$$

- Les matières minérales à la sortie de déssableur :

$$MM_s = MM - MM_e = 1620 - 1134 = 486 \text{ Kg/j}$$

- Les MES à la sortie de déssableur:

$$MES_s = MVS + MM_s = 3780 + 486$$

$$MES_s = 4266 \text{ Kg/j}$$

**B. Horizon 2040 :**

- La charge en MES à l'entrée de déssableur est MES=6390Kg/j
- Les matières volatiles en suspension MVS contenues dans les MES sont :

$$MVS = 6390 * 0,7 = 4473 \text{ Kg/j}$$

- Les matières minérales contenues dans les MES sont :

$$MM = 6390 * 0,3 = 1917 \text{ Kg/j}$$

- Les matières minérales éliminées :

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

$$MM_e = 1917 * 0,7 = 1341,9 \text{ Kg/j}$$

- Les matières minérales à la sortie de déssableur :

$$MM_S = MM - MM_e = 1917 - 1341.9 = 575.1 \text{ Kg/j}$$

- Les MES à la sortie de dessableur:

$$MES_S = MVS + MM_S = 4473 + 575.1$$

$$MES_S = 5048.1 \text{ Kg/j}$$

#### IV.5. Traitement primaire:

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

- décantation libre ou grenu :

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

- décantation diffuse ou coalescent :

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

##### IV.5.1. Les différents types de décanteurs :

- décanteur cylindro-conique
- décanteur à flux horizontal
- décanteur circulaire

##### IV.5.2. Dimensionnement du décanteur primaire :

###### A. Horizon 2030 :

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

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

Le calcul du décanteur primaire se fera en fonction de la vitesse de chute limitée des particules et du temps de séjours de l'effluent et la charge d'effluent en pollution. Le temps de séjours est compris entre 1 et 2 heures. [13]

La vitesse limitée est donnée par la relation : [11]

$$K = Q_{pte} / Q_{moy}$$

**Tableau IV-25: Les valeurs de la vitesse limite en fonction de Qmoy**

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

Où :  $Q_{pte}$ : débit de pointe par temps sec. ( $m^3/h$ )

$Q_{moy}$  : débit moyen horaire. ( $m^3/h$ )

$Q_{pte} : 532.04 \text{ m}^3/h.$

$$\implies K = \frac{532.04}{299.93} = 1.77 \approx 2.5$$

$Q_{moy} : 299.93 \text{ m}^3/h$

D'après le tableau la valeur de  $V_{limite}$  est :  $V_{limite} = 2 \text{ m/h}$

- **Calcul de la surface horizontale  $S_h$ :**

$$S_h = \frac{Q_{pte}}{V_{limite}} = \frac{532.04}{2} = 266.02 m^2 \quad \Longrightarrow \quad S_h = 266.02 m^2$$

- **Calcul du volume  $V$ :**

$$V = Q_{pte} \cdot t_s$$

D'où :  $t_s$  est le temps de séjours  $1h < t_s < 2h$

On prend :  $t_s = 1h$ . Donc:  $V = 532.04 \cdot 1 \Longrightarrow V = 532.04 m^3$

- **Calcul de la hauteur du bassin  $H$ :**

$$H = \frac{V}{S_h} = \frac{532.04}{266.02} = 2m \quad \Longrightarrow \quad H = 2m$$

- **Calcul du diamètre du décanteur  $D$ :**

$$D = \sqrt{\frac{4V}{\pi \cdot H}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 532.04}{3.14 \cdot 2}} = 18.41m \quad \text{en prend : } D = 20m$$

- **Calcul du temps de séjours  $t_s$ :**

$$t_s = V / Q_i$$

D'où :

$V$  : Volume du décanteur  $m^3$

$Q_i$  : Débit considéré  $m^3/h$ .

- pour le débit moyen horaire

$$t_s = V / Q_{moy} = 532.04 / 299.93 = 1h 47min.$$

- pour le débit de pointe par temps sec :

$$t_s = V / Q_{pte} = 532.04 / 532.04 = 1h$$

- **Calcul des charges hydrauliques  $C_{hyd}$ :**

$$C_{hyd} = Q_i / S_h$$

- pour le débit moyen horaire

$$C_{hyd} = 299.93 / 266.02 = 1.13 m/h.$$

- pour le débit de pointe par temps sec :

$$C_{hyd} = 532.04 / 266.02 = 2 m/h$$

- **Calcul de la quantité des boues éliminées:**

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

35% de  $DBO_5$

60% de MES

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

$$DBO_5 = 3600 Kg/j$$

$$MES = 4266 Kg/j$$

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

$$DBO_{5e} = 0,35 \cdot DBO_5 = 0,35 \cdot 3600 = 1260 Kg/j$$

$$MES_e = 0,6 \cdot MES = 0,6 \cdot 4266 = 2559.6 Kg/j$$

$$MM_e = 0,3 \cdot MES_e = 0,3 \cdot 2559.6 = 767.88 Kg/j$$

$$MVS_e = 0,7 \cdot MES_e = 0,7 \cdot 2559,6 = 1791,72 \text{ Kg/j}$$

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

$$MES_s = MES - MES_e = 4266 - 2559,6 = 1706,4 \text{ Kg/j}$$

$$DBO_{5s} = DBO_5 - DBO_{5e} = 3600 - 1260 = 2340 \text{ Kg/j}$$

$$MM_s = 0,3 \cdot MES_s = 0,3 \cdot 1706,4 = 511,92 \text{ Kg/j}$$

$$MVS_s = 0,7 \cdot MES_s = 0,7 \cdot 1706,4 = 1194,48 \text{ Kg/j}$$

### B. Horizon 2040:

$$Q_{pte} = Q_{p2040} - Q_{p2030} = 619,05 - 532,04 \implies$$

$$Q_{pte} = 87,01 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{moy} = Q_{m2040} - Q_{m2030} = 353,27 - 299,93 \implies$$

$$Q_{moy} = 53,34 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\implies$$

$$K = \frac{87,01}{53,34} = 1,63 \approx 2,5$$

D'après le tableau la valeur de  $V_{limite}$  est :  $V_{limite} = 2 \text{ m/h}$

- **Calcul de la surface horizontale  $S_h$ :**

$$S_h = \frac{Q_{pte}}{V_{limite}} = \frac{87,01}{2} = 43,51 \text{ m}^2 \implies S_h = 43,51 \text{ m}^2$$

- **Calcul du volume  $V$ :**

$$V = Q_{pte} \cdot t_s$$

D'où :  $t_s$  est le temps de séjours  $1\text{h} < t_s < 2\text{h}$

On prend :  $t_s = 1\text{h}$ .

$$\text{Donc: } V = 87,01 \cdot 1 \implies V = 87,01 \text{ m}^3$$

- **Calcul de la hauteur du bassin  $H$ :**

$$H = \frac{V}{S_h} = \frac{87,01}{43,51} = 2\text{m} \implies H = 2\text{m}$$

- **Calcul du diamètre du décanteur  $D$ :**

$$D = \sqrt{\frac{4V}{\pi \cdot H}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 87,01}{3,14 \cdot 2}} = 7,5\text{m}$$

- **Calcul du temps de séjours  $t_s$ :**

$$t_s = V / Q_i$$

D'où :

$V$  : Volume du décanteur  $\text{m}^3$

$Q_i$  : Débit considéré  $\text{m}^3/\text{h}$ .

- pour le débit moyen horaire

$$t_s = V / Q_{moy} = 87,01 / 53,34 = 1\text{h } 38\text{min.}$$

- pour le débit de pointe par temps sec :

$$t_s = V / Q_{pte} = 87,01 / 87,01 = 1\text{h}$$

- **Calcul des charges hydrauliques  $C_{hyd}$ :**

$$C_{hyd} = Q_i / S_h$$

- pour le débit moyen horaire

$$C_{hyd} = 53.34/43.51 = 1.23 \text{ m/h.}$$

- pour le débit de pointe par temps sec :

$$C_{hyd} = 87.01/43.51 = 2 \text{ m/h}$$

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

$$DBO_5 = 4260 \text{ Kg/j}$$

$$MES = 5048.1 \text{ Kg/j}$$

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

$$DBO_{5e} = 0,35 \cdot DBO_5' = 0,35 \cdot 4260 = \mathbf{1491 \text{ Kg/j}}$$

$$MES_e = 0,6 \cdot MES' = 0,6 \cdot 5048.1 = \mathbf{3028.86 \text{ Kg/j}}$$

$$MM_e = 0,3 \cdot MES_e = 0,3 \cdot 3028.86 = \mathbf{908.66 \text{ Kg/j}}$$

$$MVS_e = 0,7 \cdot MES_e = 0,7 \cdot 3028.86 = \mathbf{2120.20 \text{ Kg/j}}$$

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

$$MES_s = MES - MES_e = 5048.1 - 3028.86 = \mathbf{2019.24 \text{ Kg/j}}$$

$$DBO_{5s} = DBO_5 - DBO_{5e} = 4260 - 1491 = \mathbf{2769 \text{ Kg/j}}$$

$$MM_s = 0,3 \cdot MES_s = 0,3 \cdot 2019.24 = \mathbf{605.77 \text{ Kg/j}}$$

$$MVS_s = 0,7 \cdot MES_s = 0,7 \cdot 2019.24 = \mathbf{1413.47 \text{ Kg/j}}$$

**Tableau IV-26: récapitulatif des résultats des calculs du décanteur**

<b>Décanteur primaire</b>	unité	2030	2040
Nombre de décanteur		2	1
Volume	m <sup>3</sup>	532.04	87.01
Surface horizontale	m <sup>2</sup>	266.02	43.51
Diamètre	m	18.41	7.5
hauteur	m	2	2

## **IV.6. Traitement secondaire :**

### **IV.6.1. Choix de la variante :**

Pour le dimensionnement de la station de Ténès, on a proposé deux variantes, la première est à moyenne charge et la deuxième est à faible charge.

Pour commencer on va procéder à une étude comparative entre ces deux variantes : entrant par unité de masse de boues présentées.

#### **IV.6.1.A. Étude de la variante à moyenne charge :**

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

C'est le rapport de la pollution exprimé en DBO<sub>5</sub>

$$Cm = \frac{DBO_{5\text{entrée}} (\text{Kg} / \text{j})}{\text{masse du MVS dans le bas sin} (\text{Kg})} = \frac{L_0}{XaV} = \frac{L_0}{Xt} (\text{Kg} DBO_5 / \text{Kg} \cdot \text{MVS} \cdot \text{j})$$

Pour le traitement à moyenne charge nous avons :

$$0,2 < C_m < 0,5 \text{ Kg DBO}_5/\text{Kg.MVS.} \quad [10]$$

- **La charge volumique (Cv) :**

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

$$C_v = \frac{\text{DBO}_5 \text{ entré (Kg / j)}}{\text{volume du bassin (m}^3)} = \frac{L_0}{V} \text{ (Kg DBO}_5 / \text{m}^3 \text{ j)}$$

Pour le traitement à moyenne charge :

$$0,6 < C_v < 1,5 \text{ Kg DBO}_5 / \text{m}^3. \quad [10]$$

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

$$C_m = 0,5 \text{ Kg DBO}_5 / \text{Kg MVS.j}$$

## A. Horizon 2030:

### IV.6.1.A.1. Bassin d'aération:

Le dimensionnement du bassin d'aération se fait sur la base des critères de base de charge massique (quantité de pollution organique exprimée en **DBO<sub>5</sub>** apportée par jour dans le bassin par rapport à la quantité de boues présente dans le bassin), et de charge volumique (quantité de **DBO<sub>5</sub>** apportée par volume du bassin) et d'autres paramètres intervenant dans le dimensionnement des ouvrages sont le temps de séjour de l'effluent dans le bassin et l'âge des boues qui doit être suffisamment grand pour assurer la stabilisation des boues.

### IV.6.1.A.2. Dimensionnement du bassin d'aération :

- Débit moyen journalier  $Q_{\text{moy j}} = 7198.2 \text{ m}^3/\text{j}$
- Débit moyen horaire  $Q_{\text{moy h}} = 299.93 \text{ m}^3/\text{h}$
- Débit de pointe par temps sec  $Q_{\text{pte}} = 532.04 \text{ m}^3/\text{h}$
- Débit diurne  $Q_d = Q_j/16 = 449.89 \text{ m}^3/\text{h}$
- Charge polluante à l'entrée du bassin  $L_0 = 2340 \text{ Kg/j}$
- $C_m = 0,5 \text{ Kg DBO}_5 / \text{Kg MVS.j}$

- **Calcul de la concentration de l'effluent en DBO<sub>5</sub>(S<sub>0</sub>) :**

$$S_0 = \frac{L_0}{Q_j} = \frac{2340}{7198.2} \times 10^3 = 325.08 \text{ mg / l} \quad \mathbf{S_0 = 325.08 \text{ mg/l}}$$

- **Calcul de la charge polluante à la sortie du bassin L<sub>f</sub> :**

On prend  $S_f = 30 \text{ mg/l}$  d'après L'O.M.S

$$L_f = S_f * Q_j = \frac{30 * 7198.2}{10^3} = 215.95 \text{ kg / j} \quad \mathbf{L_f = 215.95 \text{ kg/j}}$$

- **Calcul de la charge à éliminer L<sub>e</sub>:**

$$L_e = L_0 - L_f = 2340 - 215.95 = 2124.05 \text{ kg/j} \quad \mathbf{L_e = 2124.05 \text{ kg/j}}$$

- **Le rendement d'épuration R :**

$$R = \frac{L_0 - L_f}{L_0} = \frac{2340 - 215.95}{2340} = 90.8\% \quad \mathbf{R = 90.8\%}$$

- **Calcul du volume du bassin d'aération V :**

On prend :  $C_v = 1.1$   
 $V = 2340/1.1$

$$V = 2127.27 \text{ m}^3$$

Pour dimensionner le bassin d'aération on doit considérer les relations de TABASSARAN

$$\left\{ \begin{array}{l} 1 < \frac{b}{H} < 1.5 \\ 1 < \frac{L}{b} < 5 \\ 3 < H < 5 \text{ m} \end{array} \right.$$

d'où ; L : longueur du bassin  
H : hauteur du bassin.  
B : largeur du bassin.

▪ **Calcul de la section horizontale  $S_h$ :**

On suppose deux bassins d'aération identiques de hauteur  $H = 5 \text{ m}$

$$S_h = \frac{V}{2H} = \frac{2127.27}{2 \cdot 5} = 212.73 \text{ m}^2 \quad S_h = 212.73 \text{ m}^2$$

▪ **Calcul de la largeur du bassin b :**

On à:

$$b/H = 1.5$$

$$\left\{ \begin{array}{l} H = 5 \text{ m} \\ \Rightarrow b = 5 \cdot 1.5 \end{array} \right. \quad b = 7.5 \text{ m}$$

▪ **Calcul de la longueur du bassin L :**

$$\text{On à: } L = S_h / b = 212.73 / 7.5$$

$$L = 28.36 \text{ m}$$

▪ **Vérification des conditions :**

$$L/b = 28.36 / 7.5 = 3.78$$

$$\left\{ \begin{array}{l} b/H = 7.5 / 5 = 1.5 \\ \Rightarrow \text{Conditions vérifiées} \end{array} \right.$$

▪ **La masse des boues dans les bassins:**

Soit :  $C_m = 0.5 \text{ kgDBO}_5/\text{kg MVS/j}$

$$X_t = \frac{L_0}{C_m} = \frac{2340}{0.5} = 4680 \text{ kg} \quad X_t = 4680 \text{ kg}$$

▪ **La concentration des boues dans le bassin d'aération :**

$$X_a = \frac{X_t}{V} = \frac{4680}{2127.27} = 2.2 \text{ g/l} \quad X_a = 2.2 \text{ g/l}$$

▪ **Calcul du temps de séjours  $t_s$ :**

- Pour le débit moyen horaire:

$$t_s = \frac{V}{Q_{\text{moy}}} = \frac{2127.27}{299.93} = 7.09 \text{ h} \quad t_s = 7.09 \text{ h}$$

- Pour le débit de pointe :

$$t_s = \frac{V}{Q_{\text{pte}}} = \frac{2127.27}{622} = 4 \text{ h} \quad t_s = 4 \text{ h}$$

#### IV.6.1.A.3. Calcul des besoins en oxygène:

La consommation d'oxygène résulte donc de deux phénomènes :

1. L'oxydation des matières organiques apportées par l'eau est proportionnelle à la DBO5 éliminée.
2. La dégradation de la matière vivante est proportionnelle au poids de matière vivante dans l'aérateur.

Les besoins théoriques en oxygène sont déterminés par la relation suivante :

$$Q(O_2) = a' \times L_e + b' \times X_t$$

Où:

$L_e$  : la charge (DBO5) éliminée (kg/j).

$X_t$  : la masse totale des boues dans le bassin (kg) ou :  $X_t = X_a \times V$ .

$V$  : le volume du bassin d'aération,

$a'$ ,  $b'$  : coefficients respiratoires ou :

$a'$  : coefficient déterminant la fraction d'oxygène consommé pour fournir l'énergie du système de la matière vivante  $0.5 < a' < 0.65$ .

$a'$  est en fonction de la charge massique pour notre cas :  $a' = 0.5$

$b'$  : fraction d'oxygène correspondant à la quantité de matière détruite par endogène pour fournir l'énergie d'entretien.  $b' = 0.1$

**Tableau IV-27: Charge massique en fonction de  $a'$ . [2]**

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

$$Q(O_2) = 0.5 \times 2124.05 + 0.1 \times 4680 = 1530.03 \text{ kg/j}$$

$$Q(O_2) = 1530.03 \text{ kg/j}$$

- **Quantité d'oxygène horaire  $Q(O_2)_h$  :**

$$Q(O_2)_h = \frac{Q(O_2)}{24} = \frac{1530.03}{24} = 63.75 \text{ kg } O_2 / h \quad Q(O_2)_h = 63.75 \text{ kg } O_2 / h$$

- **Quantité d'oxygène par  $1 \text{ m}^3$  du bassin  $Q(O_2)'$  :**

$$Q(O_2)' = \frac{Q(O_2)}{V} = \frac{1530.03}{2127.27} = 0.72 \text{ kg } O_2 / \text{m}^3 \text{ j} \quad Q(O_2)' = 0.72 \text{ kg } O_2 / \text{m}^3 \text{ j}$$

- **Quantité d'oxygène en cas de pointe  $Q(O_2)_{pte}$  :**

$$Q(O_2)_{pte} = \left( a' \times \frac{L_e}{t_d} \right) + \left( b' \times \frac{X_t}{24} \right) \quad \text{avec ; } t_d = 16$$

$$Q(O_2)_{pte} = \left( 0.5 \times \frac{2124.05}{16} \right) + \left( 0.1 \times \frac{4680}{24} \right) \quad Q(O_2)_{pte} = 85.88 \text{ kg/h}$$

- **Le besoin réel de pointe en oxygène:**

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

$$Q(O_2)_{reelpte} = \frac{Q(O_2)_{pte}}{\beta \times \alpha}$$

On a  $\alpha = 0.8$

$$\beta = 0.85$$

$$Q(O_2)_{\text{reel pte}} = \frac{85.88}{0.85 \times 0.8} \quad Q(O_2)_{\text{reel pte}} = 126.29 \text{ kgO}_2/\text{h}$$

#### IV.6.1.A.4. Les différents systèmes d'aération :

La différence entre les systèmes d'aération résulte essentiellement du mode d'introduction d'air : [8]

1. Aération par insufflation d'air (air comprimé), ou l'insufflation d'air dans l'eau se fait à différentes profondeurs de bassin ; l'insufflation est réalisée au moyen de compresseurs.
2. Aération de surface : en utilisant des aérateurs créant une zone de turbulence, à la surface de l'eau, l'air est injecté au niveau de la zone de turbulence.

Le choix du système d'aération est porté sur l'aération de surface.

#### IV.6.1.A.5. Détermination des caractéristiques de l'aération:

- **Calcul de la puissance d'aération nécessaire :**

$$1.5 \leq Pa \leq 1.9 \text{ kgO}_2 / \text{kwh}$$

$$P_n = \frac{Q(O_2)_{\text{reel pte}}}{P_a} = \frac{126.29}{1.5} \quad P_n = 84.2 \text{ kw}$$

- **Puissance de brassage :**

$$P_{\text{abs}} = (70 \div 80) \text{ w} / \text{m}^2$$

$$P_{\text{abs}} : \text{puissance absorbée par m}^2 \text{ du bassin (w/m}^2) \quad P_{\text{abs}} = 80 \text{ w/m}^2$$

$$P_b = S_h * P_{\text{abs}} = 212.73 * 80 = 17.02 \text{ KW.}$$

- **Calcul du nombre d'aération dans le bassin :**

$$N_a = \frac{P_n}{P_b} = \frac{84.2}{17.02} \quad N_a = 5 \text{ aérateurs}$$

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

Dans les conditions normales, l'apport spécifique en énergie des aérateurs est de 1,5 Kg O<sub>2</sub>/Kwh .

$$E = Q(O_2)_{\text{reel pte}} / 1,5 = 126.29 / 1,5$$

$$E = 84.19 \text{ Kwh /h}$$

#### IV.6.1.A.6. Bilan des boues :

La quantité des boues en excès : est la masse à extraire pour maintenir le système en équilibre par jour: [8]

$$\Delta X = (a_m \times L_e) + X_{\text{min}} + X_{\text{dur}} - (b \times X_t) - X_{\text{eff}}$$

Avec :

$X_{\text{min}}$  : boues minérales.

$X_{\text{dur}}$  : boues difficilement biodégradables, évaluées à (fxMVS), pour le système à moyenne charge  $0.3 < f < 0.35$ .

$a_m$  : coefficient du rendement cellulaire, pour les boues synthétiques ;

$$0.53 < a_m < 0.56$$

b : fraction de boues détruites par auto oxydation.

$$b = b'/1.42 = 0.1 / 1.42 = 0.07$$

$X_t$  : masse totale en MVS dans le bassin.

$X_{eff}$  : boues sortantes avec l'effluent de DBO5 = 30 mg/l.

A la sortie du décanteur primaire, la charge journalière en M.E.S est:

$$MES_s = 1706.4 \text{ kg/j.}$$

$$X_{min} = 511.92 \text{ kg/j}$$

$$X_{dur} = 0.3 \times 1194.48 = 358.34 \text{ kg/j}$$

$$am \times Le = 0.53 \times 2124.05 = 1125.75 \text{ kg/j.}$$

$$X_{eff} = 30 \times 10^{-3} \times Q_j = 30 \times 10^{-3} \times 7198.2 = 215.95 \text{ kg/j}$$

$$\Delta X = 1125.75 + 511.92 + 358.34 - 0.07 \times 4680 - 215.95 \quad \Delta X = 1452.46 \text{ kg/j}$$

• **Calcul de la concentration des boues en excès:**

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

Avec :

$X_m$  : Concentration de boues en excès

$I_m$  : L'indice de Mohlman

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

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

On prend :  $I_m = 130$

$$\text{D'où :} \quad X_m = \frac{1200}{130} \quad \Rightarrow X_m = 9.23 \text{ Kg} / \text{m}^3$$

**Le débit de boues en excès :**

Ce débit est donné par :

$$Q_{excés} = \frac{\Delta X}{X_m} = \frac{1452.46}{9.23}$$

$$Q_{excés} = 157.36 \text{ m}^3 / \text{j} = 6.56 \text{ m}^3/\text{h}$$

**Le débit spécifique par  $\text{m}^3$  de bassin :**

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

V : Volume de bassin

$$\text{Donc : } q_{sp} = \frac{1452.46}{2127.27} \quad q_{sp} = 0,68 \text{ Kg} / \text{m}^3 \cdot \text{j}$$

**Le débit des boues recyclées :**

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

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

Si elle est trop importante, la clarification est perturbée.

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

Il est donné par l'expression suivante :

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

R : taux de recyclage(%)

[X<sub>a</sub>] : concentration des boues dans le bassin = 2.2Kg/m<sup>3</sup>

Donc :

$$R = \frac{100 * 2.2}{\frac{1200}{130} - 2.2}$$

$$R = 31.29 \%$$

**Le débit des boues recyclées :**

$$Q_r = R \cdot Q_j$$

$$\text{Donc : } Q_r = 0,3129 * 7198.2$$

$$Q_r = 2252.32 \text{ m}^3 / \text{j}$$

• **Age des boues :**

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

Donc :

$$A_b = \frac{X_t}{\Delta X} = \frac{4680}{1452.46} = 3,22 \text{ jours.}$$

$$A_b = 3 \text{ jours et } 5 \text{ heures.}$$

#### IV.6.1.A.7. Décanteur secondaire (clarificateur) :

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

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

L'efficacité d'un décanteur est fonction de sa forme. Les meilleurs résultats sont obtenus dans les ouvrages circulaires à fond fortement incliné (50° au moins sur l'horizontal).

Alors, on opte pour un décanteur circulaire à fond incliné, muni d'un pont racleur de fond et de surface, conduisant les boues dans les fosses d'où elles sont reprises pour le recyclage et l'extraction de la fraction en excès. [10] ;[11]

#### IV.6.1.A.8. Dimensionnement du décanteur secondaire (clarificateur) :

Le principe de calcul du décanteur secondaire (clarificateur) est le même que celui du décanteur primaire. [8]

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

Le temps de séjour :  $t_s = (1 \div 2) \text{ heures.}$  on prend  $t_s = 1,5 \text{ h.}$  [15]

La vitesse ascensionnelle :  $2.5 \leq V_a \leq 3 \text{ m}^3 / \text{m}^2 / \text{h}$  .on prend  $V_a = 2,5 \text{ m} / \text{h}$

Le débit :  $Q_{pte} = 532.04 \text{ m}^3 / \text{h} .$

• **Le volume du décanteur :**

$$V = Q_{pte} \cdot t_s = 532.04 \times 1,5$$

$$V = 798.06 \text{ m}^3$$

On prend deux décanteur : donc  $V' = V/2 = 399.03 \text{ m}^3$

• **La surface horizontale du décanteur:**

$$S_h = \frac{Q}{V_a} = \frac{532.04}{2,5}$$

$$S_h = 212.82 m^2.$$

- **La hauteur du décanteur :**

$$H = \frac{V}{S_h} = \frac{399.03}{212.82} = 1.9 m.$$

$$H=1.9 m$$

On prend : **H=2 m.** Donc **V' = 425.64 m<sup>3</sup>**

- **Le diamètre du décanteur :**

$$D = \sqrt{\frac{4V}{\pi.H}} = \sqrt{\frac{4*425.64}{3,14*2}} = 16.47 m. \quad \text{On prend } \mathbf{D=17 m}$$

- **Le temps de séjour :**

$$t_s = V' / Q_{pte}$$

$$t_s = 425.64 / 532.04$$

$$t_s = \mathbf{48 \text{ min}}$$

**Horizon 2040:**

**Tableau IV-28: Les résultats de l'horizon 2040 à moyenne charge.**

Désignations	Unité	2040
<b>- Données de base</b>		
• Débit moyen journalier $Q_{moy j}$	m <sup>3</sup> /j	1280.2
• Débit moyen horaire $Q_{moy h}$	m <sup>3</sup> /h	53.34
• Débit de pointe par temps sec $Q_p$		87.01
• Débit diurne $Q_d$		80.01
• Charge polluante à l'entrée du bassin $L_o$	m <sup>3</sup> /j	429
• Concentration de l'effluent en DBO <sub>5</sub> $S_o$	m <sup>3</sup> /h	335.11
• La charge polluante à la sortie $L_f$	m <sup>3</sup> /h	38.41
• La charge polluante éliminée $L_e$	Kg/j	390.6
• Le rendement de l'épuration $R$	mg/l	91
	KgDBO <sub>5</sub> /j	
	KgDBO <sub>5</sub> /j	
	%	
	%	
<b>- Dimensionnement du bassin d'aération</b>		
• nombre de bassins	-	01
• Volume du bassin $V$	m <sup>3</sup>	390
• Hauteur du bassin $H$	m	5
• Surface horizontale du bassin $S_h$	m <sup>2</sup>	78
• Largeur du bassin $b$	m	7.5
	m	10.4
	Kg	858
	Kg/m <sup>3</sup>	2.2
	h	7h19min
	h	4h29min

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Longueur du bassin <math>L</math></li> <li>• La masse de boues dans le bassin <math>X_t</math></li> <li>• Concentration de boues dans le bassin <math>[X_a]</math></li> <li>• Temps de séjours <math>t_s</math> -pour le débit moyen horaire -pour le débit de pointe par temps sec</li> </ul>		
<p><b>- Besoin en oxygène</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantité d'oxygène journalière <math>Q(O_2)</math></li> <li>• La quantité d'oxygène horaire <math>Q(O_2)/24</math></li> <li>• La quantité d'oxygène nécessaire pour un <math>m^3</math> du bassin <math>Q(O_2)</math></li> <li>• La quantité d'oxygène nécessaire en cas de pointe <math>Q(O_2)_{pte}</math></li> <li>• Le besoin réel de pointe en oxygène</li> </ul>	$KgO_2/j$ $KgO_2/h$ $KgO_2/m^3j$ $KgO_2/h$ $KgO_2/h$	281.1 11.71 0.72 15.78 23.21
<p><b>- Calcul de l'aérateur par insufflation d'air à installer</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Calcul de la puissance nécessaire à l'aération <math>P_n</math></li> <li>• Calcul de la puissance de brassage et le maintien des solides en suspension dans le bassin <math>P_b</math></li> <li>• Le nombre d'aérateurs dans le bassin</li> <li>• Besoin en énergie de l'aérateur <math>E</math></li> </ul>	$Kw$ $Kw$ - $Kwh/h$	15.47 6.24 3 15.47
<p><b>- Dimensionnement du décanteur secondaire</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre de bassins</li> <li>• Volume du bassin <math>V</math></li> <li>• Surface horizontale du décanteur <math>S_h</math></li> <li>• Hauteur du décanteur <math>H</math></li> <li>• Le diamètre du décanteur <math>D</math></li> <li>• Le temps de séjours <math>t_s</math></li> </ul>	- $m^3$ $m^2$ $m$ $m$ $h$	01 139.2 34.80 4 10 1h36min
<p><b>- Bilan de boues</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Calcul de la quantité des boues en excès <math>\Delta x</math></li> <li>• Concentration de boues en excès <math>X_m</math></li> <li>• Le débit de boues en excès <math>Q_{excé}</math></li> <li>• Le débit spécifique par <math>m^3</math> de bassin <math>q_{sp}</math></li> <li>• Le taux de boues recyclées <math>R</math></li> <li>• Le débit des boues recyclées <math>Q_r</math></li> </ul>	$Kg/j$ $Kg/m^3$ $m^3/j$ $Kg/m^3.j$ % $m^3/j$ $j$	268.1 9,23 29.05 0,69 31.29 400.6 3j5h

- |                       |  |  |
|-----------------------|--|--|
| • Age des boues $A_b$ |  |  |
|-----------------------|--|--|

#### IV.6.1.B. Étude de la variante à faible charge :

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

- le dégrilleur
- le déssableur déshuileur
- le décanteur secondaire
- décanteur primaire

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

##### Charge massique :

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

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

##### Charge volumique :

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

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

#### A. Horizon 2030 :

- Débit moyen journalier  $Q_{\text{moy j}} = 7198.2 \text{ m}^3/\text{j}$
- Débit moyen horaire  $Q_{\text{moy h}} = 299.93 \text{ m}^3/\text{h}$
- Débit de pointe par temps sec  $Q_{\text{pte}} = 532.04 \text{ m}^3/\text{h}$
- Charge polluante à l'entrée du bassin  $L_o = 3600 \text{ Kg/j}$
- Concentration de l'effluent en  $\text{DBO}_5$

$$S_o = L_o / Q_{\text{moy j}} = (3600 / 7198.2) * 10^3 = 500.13 \text{ mg/l}$$

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

$$L_f = S_f \cdot Q_{\text{moy j}} = 0,03 * 7198.2 = 215.95 \text{ Kg DBO}_5/\text{j}$$

- **La charge polluante éliminée**

$$L_e = L_o - L_f = 3600 - 215.95 = 3384.05 \text{ Kg DBO}_5/\text{j}$$

- **Le rendement de l'épuration**

$$\eta_{\text{ep}} = (L_o - L_f) / L_o = 3384.05 / 3600 = 94 \%$$

#### IV.6.1.B.1. Dimensionnement du bassin d'aération :

- **Volume du bassin :**

$$V = L_o / C_v = 3600 / 0,5 = 7200 \text{ m}^3$$

On prend deux bassins d'aérations tel que le volume de chaque bassin est :  
m<sup>3</sup>

$$V' = 3600$$

➤ **La hauteur du bassin :**

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

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

➤ **Surface horizontale du bassin :**

$$S_h = \frac{V}{H} = \frac{3600}{4} \quad S_h = 900m^2 \quad \text{On prend} \quad \mathbf{S_h = 900 m^2}$$

➤ **La largeur du bassin :**

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

$$B = 21.21m \quad \text{on prend} \quad \mathbf{B = 22m}$$

➤ **La longueur du bassin :**

$$L = \frac{S_h}{B} = \frac{900}{22} = 40.9m \quad \text{On prend :} \quad \mathbf{L = 41m}$$

➤ **La masse de boues dans le bassin :**

$$X_t = \frac{L_o}{C_m} = \frac{3600}{0,15} = 24000Kg$$

➤ **Concentration de boues dans le bassin :**

$$[X_a] = \frac{X_t}{V} = \frac{24000}{7200} \quad [X_a] = 3.33Kg / m^3$$

➤ **Calcul de temps de séjour :**

- Pour le débit moyen horaire

$$t_s = \frac{V}{Q_{moy.h}} = \frac{7200}{299.93} = 24h \quad t_s = 24h$$

- Pour le débit de pointe par temps sec

$$t_s = \frac{V}{Q_{pre}} = \frac{7200}{532.04} = 13.53h \quad t_s = 13h32min$$

- Pour le débit diurne

$$t_s = \frac{V}{Q_d} = \frac{7200}{449.89} = 16h \quad t_s = 16h$$

IV.6.1.B.2. Besoin en oxygène :

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

$$\mathbf{Q(O_2) = a' \cdot x L_e + b' \cdot x X_t} \quad (Kg/j).$$

$L_e$  : la charge DBO<sub>5</sub> éliminé (Kg/j) : 1590 kgO<sub>2</sub>/j

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

$b'$  : coefficient cinétique de respiration endogène  $b' = 0,07 j^{-1}$

$a'$  : coefficient respirométrique du système cellulaire.

$a'$  est en fonction de  $C_m$ .

pour une valeur de  $C_m$  qui est de 0,15 ; on a :  $a' = 0,6$

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

$$Q(O_2)_j = 0,6 * 3384,05 + (0,07 * 24000) = 3710,43 \text{ KgO}_2/j$$

➤ **La quantité d'oxygène horaire :**

$$Q(O_2)_h = 3710,43 / 24 = 154,6 \text{ KgO}_2/h$$

➤ **La quantité d'oxygène nécessaire pour un m<sup>3</sup> du bassin :**

$$Q(O_2) = 154,6 / 3600 = 0,043 \text{ Kg O}_2/m^3j$$

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

$$Q(O_2)_{pte} = (a' L_e / T_d) + (b' \cdot X_t / 24)$$

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

$T_d$  : période diurne en heures  $T_d = 16h$

$(L_e = S_e * Q_{moy,j} / T_d)$  : la DBO<sub>5</sub> à éliminer en période diurne.

$$Q(O_2)_{pte} = 0,6 * 3384,05 / 16 + (0,07 * 24000 / 24) = 196,9 \text{ Kg O}_2/h$$

➤ **Les besoins réels de pointe en O<sub>2</sub> :**

En réalité, le transfert d'air atmosphérique vers l'eau épurée se trouve gênée par la présence dans les eaux usées des matières en suspension (M.E.S) et d'agents tensioactifs.

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

$$Q(o_2)_{reel} = \frac{Q(o_2)_{pte}}{\beta \times \alpha} \quad \text{On exprime } T = \alpha \times \beta$$

$\alpha$  : Rapport des coefficients de transfert d'eau usée en eau propre. Les coefficients de transfert dépendent de la nature de l'eau et du système d'aération.  $\alpha = \frac{C_s(\text{eau.usée})}{C_s(\text{eau.épurée})}$

$C_s$  : la concentration en oxygène à saturation à l'interface.  $\alpha = 0,8$

Pour faire intervenir la correction correspondante au déficit en oxygène dissous consécutif à la présence d'oxygène réellement dissous dans la liqueur mixte, on exprime le défaut en fonction de la valeur à saturation par le coefficient  $\beta$ , tel que  $0,8 < \beta < 0,95$ .

On prend:

$$\beta = 0,85$$

$$\text{Donc: } Q(o_2)_{reel pte} = \frac{196,9}{0,85 \times 0,8}$$

$$Q(O_2)_{reel pte} = 289,56 \text{ kgO}_2/h$$

$$\text{Alors : } Q(O_2)_{\text{réel jour}} = \frac{Q(O_2)}{\alpha \times \beta} = \frac{3710.43}{0.85 \times 0.8} \quad Q(O_2)_{\text{réel jour}} = 5456.51 \text{ kg O}_2/\text{j}$$

#### IV.6.1.B.3. Calcul de l'aérateur de surface à installer:

- **Calcul de la puissance d'aération nécessaire :**

$$1.5 \leq P_a \leq 1.9 \text{ kg O}_2 / \text{kwh}$$

$$P_n = \frac{Q(O_2)_{\text{réel pte}}}{P_a} = \frac{289.56}{1.5} \quad P_n = 193.04 \text{ kw}$$

- **Puissance de brassage :**

$$P_{\text{abs}} = (70 \div 80) \text{ w/m}^2$$

$$P_{\text{abs}} : \text{puissance absorbée par m}^2 \text{ du bassin (w/m}^2) \quad P_{\text{abs}} = 80 \text{ w/m}^2$$

$$P_b = S_b \cdot P_{\text{abs}} = 900 \cdot 80 = 72 \text{ KW.} \quad P_b = 72 \text{ KW}$$

- **Calcul du nombre d'aération dans le bassin :**

$$N_a = \frac{P_n}{P_b} = \frac{193.04}{72} \quad N_a = 3 \text{ aérateurs}$$

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

Dans les conditions normales, l'apport spécifique en énergie des aérateurs est de 1,5 Kg O<sub>2</sub>/Kwh .

$$E = Q(O_2)_{\text{réel pte}} / 1,5 = 141/1,5 \quad E = 193.04 \text{ Kwh /h}$$

#### IV.6.1.B.4. Bilan de boues :

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

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

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

Avec :

$X_{\text{min}}$  : Boues minérales

$X_{\text{dur}}$  : 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.

$a_m$  : Coefficient de rendement cellulaire (g cellulaires formées/g DBO<sub>5</sub> éliminées)

$a_m$  : 0,53 . puisque  $0,53 < a_m < 0,56$

$L_e$  : Quantité de DBO<sub>5</sub> à éliminer (Kg/j)

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

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

$b'$  : Coefficient cinétique de respiration endogène.  $b' = 0,1$

$$b = \frac{0,07}{1,42} = 0,05$$

$X_t$  : Masse totale de MVS dans le bassin (Kg)

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

La charge journalière en MES est 3444.9 Kg/j

$$X_{min} = 1279.8 \text{ Kg / j}$$

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

$$X_{dur} = 0,3 * 2986.2 = 895.86 \text{ Kg / j}$$

$$a_m L_e = 0,53 * 3384.05 = 1793.55 \text{ Kg / j}$$

$$b X_t = 0,05 * 24000 = 1200 \text{ Kg / j}$$

$$X_{eff} = 0,03 * 7198.2 = 215.95 \text{ Kg / j}$$

Alors :

$$\Delta X = 1279.8 + 895.86 + 1793.55 - 1200 - 215.95$$

$$\Delta X = 2553.26 \text{ kg / j}$$

➤ **Concentration de boues en excès :**

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

Avec :  $X_m$  : Concentration de boues en excès

$I_m$  : L'indice de Mohlman

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

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

On prend :  $I_m = 130$  D'où :

$$X_m = \frac{1200}{130} \qquad X_m = 9,23 \text{ Kg / m}^3$$

➤ **Le débit de boues en excès :**

Ce débit est donné par :  $Q_{exés} = \frac{\Delta X}{X_m} = \frac{2553.26}{9,23}$   $Q_{exés} = 276.63 m^3 / j$

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

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

V : Volume de bassin

Donc :  $q_{sp} = \frac{2553.26}{7200}$   $q_{sp} = 0,35 Kg / m^3 .j$

➤ **Le débit des boues recyclées :**

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

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

Si elle est trop importante, la clarification est perturbée.

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

Il est donné par l'expression suivante :

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

R : taux de recyclage(%)

$[X_a]$  : concentration des boues dans le bassin =  $6.66 Kg/m^3$

Donc :

$$R = \frac{100 * 3.33}{\frac{1200}{130} - 3.33}$$

$$R = 56.44\%$$

➤ **Le débit des boues recyclées :**

$$Q_r = R.Q_j$$

Donc :

$$Q_r = 0,5644 * 7198.2$$

$$Q_r = 4062.18 m^3 / j$$

➤ **Age des boues :**

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

Donc :

$$A_b = \frac{X_t}{\Delta X} = \frac{24000}{2553.26} = 9.4 \text{ jours.}$$

$$A_b = 9 \text{ jours et } 10 \text{ heures.}$$

#### IV.6.1.B.5. Dimensionnement du décanteur secondaire (clarificateur) :

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

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

L'efficacité d'un décanteur est fonction de sa forme. Les meilleurs résultats sont obtenus dans les ouvrages circulaires à fond fortement incliné (50° au moins sur l'horizontal).

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

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

le temps de séjour :  $t_s = (1,5 - 2) \text{ heures.}$  on prend  $t_s = 1,5 \text{ h.}$

La Vitesse ascensionnelle est de l'ordre de :  $V_a = 2,5 \text{ m/h}$

Le débit de pointe :  $Q_{pte} = 532.04 m^3 / h.$

➤ **Le volume du décanteur :**

$$V = Q_{pte} t_s = 532.04 * 1,5 \quad [4] [8]$$

$V = 798.06 m^3$  On prend deux décanteur : donc  $V' = V/2 = 399.03 m^3$

➤ **La surface horizontale du décanteur:**

$$S_h = \frac{Q}{V_a} = \frac{532.04}{2,5}$$

$$S_h = 212.82 m^2.$$

➤ **La hauteur du décanteur :**

$$H = \frac{V}{S_h} = \frac{399.03}{212.82} = 1,88m. \quad \text{On prend : } H=2m. \quad \text{donc } V' = 425.64 \text{ m}^3$$

➤ **Le diamètre du décanteur :**

$$D = \sqrt{\frac{4V}{\pi.H}} = \sqrt{\frac{4*425.64}{3,14.2}} = 16.47m. \quad \text{D=17m}$$

➤ **Le temps de séjour :**

$$t_s = V' / Q_{\text{moyh}}$$

$$t_s = 425.64 / 299.93$$

$$t_s = 1h25min$$

**B. Horizon 2040:**

**Tableau IV-29: Les résultats de l'horizon 2040 à faible charge.**

Désignations	Unité	2040
<b>- Données de base</b>		
• Débit moyen journalier $Q_{\text{moy j}}$	$\text{m}^3/\text{j}$	1280.2
• Débit moyen horaire $Q_{\text{moy h}}$	$\text{m}^3/\text{h}$	53.34
• Débit de pointe par temps sec $Q_p$	$\text{m}^3/\text{h}$	87.01
• Débit diurne $Q_d$	$\text{m}^3/\text{h}$	80.01
• Charge polluante à l'entrée du bassin $L_o$	$\text{Kg}/\text{j}$	660
• Concentration de l'effluent en $\text{DBO}_5$ $S_o$	$\text{mg}/\text{l}$	515.54
• La charge polluante à la sortie $L_f$	$\text{KgDBO}_5/\text{j}$	92.43
• La charge polluante éliminée $L_e$	$\text{KgDBO}_5/\text{j}$	567.57
• Le rendement de l'épuration $\eta_{ep}$	%	86
<b>- Dimensionnement du bassin d'aération</b>		
• Nombre de bassin	-	02
• Volume d'un bassin $V$	$\text{m}^3$	600
• Hauteur du bassin $H$	$\text{m}$	5
• Surface horizontale d'un bassin $S_h$	$\text{m}^2$	60
• Largeur d'un bassin $B$	$\text{m}$	7.5
• Longueur d'un bassin $L$	$\text{m}$	8
• La masse de boues dans le bassin $X_t$	$\text{Kg}$	1320
• Concentration de boues dans le bassin $[X_a]$	$\text{Kg}/\text{m}^3$	2.2
• Temps de séjours $t_s$ -débit moyen horaire	$\text{h}$	11h15min

- débit de pointe par temps sec	h	6h54min
- débit diurne	h	7h30min
<b>- Besoin en oxygène</b>		
• Quantité d'oxygène journalière $Q(O_2)$	$KgO_2/j$	415.8
• La quantité d'oxygène horaire $Q(O_2)/24$	$KgO_2/h$	17.32
• La quantité d'oxygène nécessaire pour un $m^3$ du bassin $Q(O_2)$	$KgO_2/m^3j$	0.69
• La quantité d'oxygène nécessaire en cas de pointe $Q(O_2)_{pte}$	$KgO_2/h$	23.24
• Le besoin réel de pointe en oxygène	$KgO_2/h$	34.17
<b>- Calcul de l'aérateur de surface à installer</b>		
• Calcul de la puissance nécessaire à l'aération $P_n$	Kw	22.78
• Calcul de la puissance de brassage et le maintien des solides en suspension dans le bassin $P_b$	Kw	4.8
• Le nombre d'aérateurs dans le bassin $N_a$	-	05
• Besoin en énergie de l'aérateur E	Kwh/h	22.78
<b>- Dimensionnement du décanteur secondaire</b>		
• Volume du bassin V	$m^3$	139.2
• Surface horizontale du décanteur $S_h$	$m^2$	34.8
• Hauteur du décanteur H	m	4
• Le diamètre du décanteur D	m	10
• Le temps de séjours $t_s$	h	1h36min
<b>- Bilan de boues</b>		
• Calcul de la quantité des boues en excès $\Delta x$	$Kg/j$	568.87
• Concentration de boues en excès $X_m$	$Kg/m^3$	9.23
• Le débit de boues en excès $Q_{exce}$	$m^3/j$	61.63
• Le débit spécifique par $m^3$ de bassin $q_{sp}$	$Kg/m^3.j$	0.95
• Le taux de boues recyclées R	%	31.29
• Le débit des boues recyclées $Q_r$	$m^3/j$	400.6
• Age des boues $A_b$	j	2j8h

## IV.7. La désinfection :

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

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

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

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

### IV.7.2.Dose du chlore à injecter :

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

#### IV.7.2.1.Horizon 2030 :

On utilise une dose de 10 mg/l pendant un temps de contact de 30 mn. [1]

##### IV.7.2.1.1.La dose journalière :

$$D_j = Q_{\text{moy } j} \cdot (\text{Cl}_2) = 7198.2 \cdot 0.01 = 71.98 \text{ Kg/j}$$

##### IV.7.2.1.2.Calcul de la quantité du javel pouvant remplacer la quantité du chlore:

On prend une solution d'hypochlorite à 40°. [1]

1° de chlorométrie  $\rightarrow$  3.17 g de  $\text{Cl}_2$ /  $\text{NaClO}$  . [1]

40° de chlorométrie  $\rightarrow$  X

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

##### IV.7.2.1.3.La quantité d'hypochlorite nécessaire :

1 m<sup>3</sup> ( $\text{NaClO}$ )  $\rightarrow$  127 kg de  $\text{Cl}_2$

$Q_j$   $\rightarrow$  71.98 Kg/j

$$Q_j = 71.98 / 127 = 0.57 \text{ m}^3 (\text{NaClO})/j = 23.62 \text{ l/h}$$

##### IV.7.2.1.4.La quantité annuelle d'hypochlorite :

$$Q_a = Q_j \cdot 365 = 208.05 \text{ m}^3 (\text{NaClO})/\text{an}$$

➤ **Dimensionnement du bassin de désinfection :**

$$Q_{\text{pte}} = 532.04 \text{ m}^3/\text{h}$$

$T_s = 30 \text{ mn}$  .

- **Le volume du bassin :**

$$V = Q_{\text{pte}} \cdot T_s = 532.04 \cdot 30 / 60 = 266.02 \text{ m}^3$$

- **La hauteur du bassin :**

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

- **La surface horizontale :**

$$S_h = V/H = 88.67 \text{ m}^2$$

On prend  $S_h = 89 \text{ m}^2$

- **La largeur et la longueur :**

On prend  $L = 14\text{m}$  donc  $B = S_h / L = 89 / 14$        $B = 6.4 \text{ m}$

#### **IV.7.2.2.Horizon 2040 :**

##### **IV.7.2.2.1.La dose journalière :**

$$D_j = Q_{\text{moy } j} (\text{Cl}_2) = 8478.4 * 0,01 = 84.78 \text{ Kg/j}$$

##### **IV.7.2.2.2.La quantité d'hypochlorite nécessaire :**

$$Q_j = 84.78 / 127 = 0.67 \text{ m}^3 (\text{NaClO})/j = 27.82 \text{ l/h}$$

##### **IV.7.2.2.3.La quantité annuelle d'hypochlorite :**

$$Q_a = Q_j * 365 = 243.67 \text{ m}^3 (\text{NaClO})/\text{an}$$

➤ **Dimensionnement du bassin de désinfection :**

$$Q_{\text{pte}} = 618.64 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$T_s = 30 \text{ mn}$$

- **Le volume du bassin :**

$$V = Q_{\text{pte}} * T_s = 618.64 * 30 / 60 = 309.32 \text{ m}^3$$

- **La hauteur du bassin :**

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

- **La surface horizontale :**

$$S_h = V/H = 103.11 \text{ m}^2$$

- **La largeur et la longueur :**

On prend  $L = 14\text{m}$  donc  $B = S_h / L = 136 / 14$        $B = 7.4 \text{ m}$

**Tableau IV-30:Tableau récapitulatif (la désinfection)**

<b>Caractéristiques</b>	<b>Horizon 2030</b>	<b>Horizon 2040</b>
<b>Nombre</b>	01	01
<b>Volume</b>	266.02 m <sup>3</sup>	309.32 m <sup>3</sup>
<b>Surface</b>	88.67 m <sup>2</sup>	103.11 m <sup>2</sup>
<b>Hauteur</b>	3 m	3 m
<b>Longueur</b>	14 m	14 m
<b>Largeur</b>	6.4 m	7.4 m

## **IV.8. Traitement des boues :**

### **IV.8.1.Introduction :**

La quantité et les caractéristiques des boues produites dépendent non seulement des caractéristiques de l'effluent à traiter mais encore du procédé de traitement choisi, souvent lié à la taille de l'installation ou à des contraintes particulières. C'est ainsi que les stations par boues activées en aération prolongée sont parmi les ouvrages qui produisent un minimum de boues

en excès justifiable d'une simple concentration suivie en général d'une déshydratation naturelle (lit de séchage), alors qu'une station biologique travaillant à forte charge produira à la fois des boues biologiques fermentescibles en quantité plus importante mais également des boues séparées de l'eau lors la décantation primaire. Ces boues nécessitent généralement une stabilisation (aérobie ou anaérobie) avant tout traitement mécanique ou thermique de déshydratation. Dans une station d'épuration d'eau usée urbaine, la récupération des boues provient:

- Du décanteur primaire;
- Du décanteur secondaire.

Les boues primaires sont très hétérogènes et sont constituées de 65 à 70 % de matières organiques fermentescibles. Leur teneur en eau est de 90 à 95%. Les boues secondaires présentent une teneur en matière organique de 75 % et une teneur en eau d'environ 99%.

L'objectif du traitement des boues est double :

- Réduction du volume des boues par élimination plus ou moins poussée de leur humidité ;
- Réduction du pouvoir fermentescible, ou stabilisation.

#### **IV.8.2. Stabilisation des boues :**

La stabilisation a pour but d'éliminer toutes les matières organiques fermentescibles. Elle n'est jamais totale et ne porte pas sur la destruction des matières à fermentation lente (de l'ordre de plusieurs mois). Elle peut s'opérer par voie aérobie ou anaérobie.

##### ➤ **Stabilisation aérobie des boues :**

Elle consiste à provoquer ou à poursuivre le développement des micro-organismes aérobies jusqu'à dépasser la phase de synthèse des cellules et réaliser leur propre oxydation.

##### ➤ **Digestion anaérobie :**

La stabilisation anaérobie se réalise par fermentation méthanique des boues des cuves fermées, à l'abri de l'air appelées digesteurs ; elle se produit en deux temps (phases) :

##### - **Première phase :**

La fermentation est dite acide, les matières solides biodégradables sont solubilisées, puis dégradées par les bactéries mésophiles (35°), il s'ensuit une forte formation d'acide organique.

##### - **Deuxième phase :**

La fermentation est dite méthanique, les micro-organismes sont caractérisés par un pouvoir de destruction cellulaire très puissant, par un développement long et par leurs grandes sensibilités aux conditions du milieu (PH, T°, toxiques...).

La digestion anaérobie est d'autant plus rapide que la température est plus élevée.

Certains facteurs sont perturbateurs ou inhibiteurs de la digestion, à savoir les éléments toxiques tels que (cuivre, nickel, zinc) la concentration excessive de détergents, l'excès de NH<sub>4</sub>, les sulfures.

Pour une bonne digestion, il faut que le PH varie entre (6,8 à 7,12).

D'après les comparaisons entre ces deux stabilisations :

- Le taux de réduction des matières volatiles obtenues par stabilisation aérobie dans les conditions climatiques les plus fréquentes est sensiblement inférieur à celui atteint par digestion anaérobie.

- Du fait de sa rusticité, de la simplicité de sa conduite, de sa facilité, à supporter les variations de charge, la stabilisation aérobie des boues convient bien pour les stations d'épuration rurales de moyenne importance.
- La stabilisation aérobie est moins onéreuse en investissement que la digestion anaérobie, par contre, elle nécessite d'importantes dépenses d'énergie.
- La récupération de gaz (digestion anaérobie) permet des économies sur les frais d'exploitation.

De cette comparaison, on préfère la digestion anaérobie.

### **IV.8.3. Epaissement 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.

De nombreuses techniques sont utilisées pour réaliser l'épaississement des boues à savoir :

#### **IV.8.3.1. Epaissement par décantation :**

Les boues sont introduites dans une cuve (épaississeur) profond ( $H \geq 3,5$  m pour les boues urbaines), afin de faciliter le tassement des boues dont l'évacuation se fait par le fond tandis que le liquide surnageant par le haut.

On distingue deux types d'épaississeurs :

- Epaisseurs non raclés.
- Epaisseurs mécanisés.

L'épaississeur mécanisé est de forme circulaire, équipé d'un ensemble mécanique tournant dont le rôle est double :

- Assurer le transfert des boues déposées vers la fosse centrale, au moyen de racleurs ;
- Faciliter le dégagement de l'eau interstitielle et des gaz occlus au moyen d'une herse verticale accrochée au dispositif tournant.

Le diamètre de cet ouvrage commence de 5 m et peut atteindre 40 m.

#### **IV.8.3.2. Epaissement 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.

En fin, nous optons pour un épaississeur mécanique par décantation car ce dernier est moins cher que l'épaississeur par flottation (demande des frais d'exploitation élevés).

### **IV.8.4. Déshydratation des boues :**

La déshydratation des boues constitue la dernière étape de réduction du volume de boues.

Plusieurs techniques ont été mises en œuvre :

#### **IV.8.4.1. Déshydratation sur lits 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.

#### **IV.8.4.2. 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)

#### **IV.8.4.3. Déshydratation naturelle (séchage thermique) :**

Le séchage s'effectue à l'air libre sur des aires constituants un massif drainant de 0,25 à 0,4 m d'épaisseur ce procédé ne peut être applicable qu'à des boues déjà fortement déshydratées.

D'après ces différentes techniques on voit que la déshydratation sur lits de séchage est plus utilisée du point de vue économique et sa facilité de gestion

- 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 desséchées
- Les refus de dégrillage et de dégraissage qui entraîneraient une diminution du pouvoir drainant du lit ne doit pas être admis sur les lits

Pour une bonne répartition des boues, il convient de s'en tenir à une dimension maximale des lits de 20x 8 m<sup>2</sup>. [10]

#### **IV.8.5. Choix de la filière de traitement de boues :**

La filière de traitement des boues sera comme suite :

- Un épaissement des boues
- Une digestion anaérobie
- Une déshydratation sur lits de séchage

#### IV.8.6. Le dimensionnement (variante à moyenne charge) :

##### IV.8.6.A. Calcul pour l'horizon 2030 :

###### IV.8.6.A.1. Dimensionnement de l'épaississeur :

L'épaississeur sera dimensionner on fonction des charges polluantes éliminées dans le décanteur primaire et secondaire.

- **Boues issues dans le décanteur primaire  $B_I$  :**

$$B_I = \text{DBO}_{5\text{éliminée}} + \text{MES}_{\text{éliminée}} = 1260 + 2559.6$$

$$B_I = 3819.6 \text{ kg/j}$$

- **Boues issues du décanteur secondaire  $B_{II}$ :**

$$B_{II} = \Delta X \text{ ou } \Delta X : \text{ les boues en excès.}$$

$$B_{II} = 1452.46 \text{ kg/j}$$

Donc la quantité totale journalière des boues sera :  $B_T = B_I + B_{II}$

$$B_T = 3819.6$$

+

$$1452.46$$

$$B_T = 5272.06 \text{ kg/j}$$

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

Pour les boues primaires  $X_I = 20$  à  $30$  g/l. [8]

Pour les boues secondaires  $X_{II} = 9.23$  g/l

**-Calcul du débit journalier reçu par l'épaississeur :**

- **Calcul du débit journalier de boues entrant dans l'épaississeur :**

-Pour les boues primaires  $B_I$ :

$$Q_{BI} = \frac{B_I}{X_I}$$

avec :

$B_I$ : quantité de boues issues du décanteur primaire.

$X_I$ : la concentration des boues où elle est égale à 25g/l.

$$\text{Donc : } Q_{BI} = \frac{B_I}{X_I} = \frac{3819.6}{25}$$

$$Q_{BI} = 152.78 \text{ m}^3 / \text{j}$$

-Pour les boues secondaires  $B_{II}$ :

$$Q_{BII} = \frac{B_{II}}{X_{II}} = \frac{1452.46}{9.23}$$

$$Q_{BII} = 157.36 \text{ m}^3 / \text{j}$$

$$\text{Le débit total } Q_B = Q_{BI} + Q_{BII} = 152.78 + 157.36$$

$$Q_B = 310.14 \text{ m}^3 / \text{j}$$

**-La concentration du mélange [X]:**

$$[X] = \frac{B_I + B_{II}}{Q_B} = \frac{3819.6 + 1452.46}{310.14}$$

$$[X] = 17 \text{ g/l}$$

**- Le volume de l'épaississeur V:**

$t_s$  : temps de séjours = 2j ;  $t_s$  (1 à 15 j).

$$V = Q_B \times t_s = 310.14 \times 2$$

$$V = 620.28 \text{ m}^3$$

**-La surface horizontale  $S_h$ :**

Pour une profondeur de  $H = 3$  m on calcul :

$$S_h = V / H = 620.28 / 3$$

$$S_h = 206.76 \text{ m}^2$$

**-Le diamètre D :**

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot S_h}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 206.76}{3.14}}$$

$$D = 16.3 \text{ m}$$

#### IV.8.6.A.2. Dimensionnement du digesteur :

Dans le but de diminuer le volume des boues et augmenter leurs quantités, les boues épaissies arrivent au digesteur avec une concentration de 80 g/l. [8]

Le débit des boues arrivant au digesteur (boues épaissies  $Q_{BE}$ ) :

$$Q_{BE} = \frac{B_I + B_{II}}{C_B} = \frac{3819.6 + 1452.46}{80} \quad Q_{BE} = 65.9 \text{ m}^3/\text{j}$$

-Le temps de séjour du digesteur  $t_s$  :

$$t_s = 175 \cdot 10^{(-0.03 \cdot t)} \quad / t = 35^\circ\text{C}. \quad [8]$$

$$t_s = 15,6 \text{ jours}$$

-Le volume du digesteur  $V_d$  :

$$V_d = Q_{BE} \cdot t_s = 65.9 \cdot 15,6 = 1028.05 \text{ m}^3 \quad V_d = 1028.05 \text{ m}^3$$

-Le diamètre du digesteur  $D_d$  :

$$D_d = \sqrt{\frac{V_d \cdot 4}{\pi \cdot H}} = \sqrt{\frac{1028.04 \times 4}{3.14 \times 4}} \quad / H = 4 \text{ m} \quad D_d = 18.1 \text{ m}$$

-La surface horizontale  $S_h$  :

$$S_h = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3,14 \times 18.1^2}{4} \quad S_h = 257.17 \text{ m}^2$$

-La quantité de matières sèches des boues fraîches  $F_g$  :

$$F_g = Q_{BE} \cdot F_s \cdot K_s$$

$K_s$  : poids spécifique de la matière sèche de la boue fraîche

$$K_s = 1 \text{ tonne / m}^3$$

$F_s$  : la teneur en matières solides

$$F_s = 3 \text{ à } 4\% \text{ on prend } 4\%$$

$$\text{Donc : } F_g = 65.9 \cdot 1 \cdot 0,04 = 2.64 \text{ tonne /j}. \quad [10]$$

-La quantité de matière organique dans la boue fraîche  $F_o$  :

Elle présente 60% de la quantité des matières sèches des boues fraîches

$$F_o = 0,6 \cdot F_g = 0,6 \cdot 2.64 \quad F_o = 1.58 \text{ tonne /j}$$

➤ La quantité du gaz produite  $Q_{\text{gaz}}$  :

Elle est donnée par la formule suivante :

$$Q_{\text{gaz}} = 138 (t^\circ)^{1/2} \cdot F_o = 138 (35)^{1/2} \cdot 1.58 \quad Q_{\text{gaz}} = 1344.1 \text{ m}^3/\text{j}$$

➤ La quantité moyenne du gaz :

On prendra 75% du gaz théorique

$$Q'_{\text{gaz}} = 0,75 \cdot Q_{\text{gaz}} = 0,75 \cdot 1344.1 = 1008.1 \text{ m}^3/\text{j}$$

➤ La quantité du méthane ( $\text{CH}_4$ ):

$$Q_{\text{CH}_4} = (0.6 \text{ à } 0.65) Q'_{\text{gaz}} \text{ on prend } Q_{\text{CH}_4} = 0,65 Q'_{\text{gaz}}$$

$$Q_{\text{CH}_4} = 0.65 \cdot 1008.1 \quad Q_{\text{CH}_4} = 655.25 \text{ m}^3/\text{j}$$

➤ La quantité du gaz carbonique  $\text{CO}_2$  :

$$Q_{\text{CO}_2} = (0,3 \text{ à } 0,35) Q'_{\text{gaz}} \text{ on prend } Q_{\text{CO}_2} = 0,3 Q'_{\text{gaz}}$$

$$Q_{\text{CO}_2} = 0,3 \cdot 1008.1 \quad Q_{\text{CO}_2} = 302.42 \text{ m}^3/\text{j}$$

➤ La quantité restante de gaz :

Les 5% sont constituées par l'autre gaz ( $\text{NH}_2, \text{H}_2 \dots$ )

$$Q_{\text{rest}} = 0,05 \cdot Q'_{\text{gaz}} = 0,05 \cdot 1008.1 \quad Q_{\text{rest}} = 50.4 \text{ m}^3/\text{j}$$

➤ La quantité minérale dans la boue :

$$F_m = F_g - F_o = 2.64 - 1.58$$

$$F_m = 1.06 \text{ tonne/j}$$

➤ **La quantité de boues digérées :**

Elle est donnée par l'expression suivante ( $Q_r$ )

$$Q_r = F_{gf} \left( \frac{1}{d_g f_g} + \frac{1}{d_{ff}} + \frac{1}{d_f} \right) \quad [17]$$

Avec:

$f_g$  : teneur en matière solide dans la boue digérée

$$f_g = 10\%$$

$d_{ff}$  : poids spécifique de la matière sèche de la boue digérée

$$d_{ff} = 2 \text{ T/m}^3$$

$d_f$  : poids spécifique de l'eau en excès dans le digesteur  $d_f = 1 \text{ T/m}^3$

$$F_{gf} = F_m + F_o (1 - 0,138 t^{0,1/2}) = 1.06 + 1.58 (1 - 0,138 * 35^{1/2})$$

$$F_{gf} = 1.35 \text{ T/j}$$

$$Q_r = 1.35 \left( \frac{1}{1} * 0,1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{1} \right)$$

$$Q_r = 10.33 \text{ m}^3/\text{j}$$

#### **IV.8.6.A.3. Dimensionnement du lit de séchage :**

Généralement il est composé d'une couche supérieure de sable de 10cm (calibre 0.5 à 1.5mm) d'une couche intermédiaire de gravier fin (calibre 5 à 15mm) et d'une couche inférieure de gros graviers (calibre 10à4mm) reposant sur le sol imperméable et soigneusement nivelé, des drains (en ciment ou en plastique) sont disposés avec une légère pente dans la couche de base.

Les boues épandues liquéfiées sur une partie par de l'eau (jusqu'à 80%) par drainage à travers le sable. Un séchage atmosphérique par évaporation se produit ensuite et termine la déshydratation des boues. [4]

Le dimensionnement de cet ouvrage se fait par la quantité de boues refoulées vers l'épaississeur qui est égale à 1452.46 Kg/j

#### **-Le volume d'un lit V:**

$e$  : l'épaisseur maximale des boues qui est comprise entre 20 à 30 cm. [11]

On prend  $e = 30 \text{ cm}$

La longueur  $L = (20 \text{ à } 30) \text{ m}$

On prend  $L = 20 \text{ m}$  :

$$H = 1 \text{ m}$$

$$\text{Et } B = 8 \text{ m} \quad V = 8 \cdot 20 \cdot 0,3 = 48 \text{ m}^3$$

La concentration de boues activées épaissies est de 20 à 50 g/l. [10]

On prenant une concentration de 40 g/l le volume journalier des boues épandues sera :

$$V_e = \frac{1452.46}{40} = 36.31 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$V_e = 36.31 \text{ m}^3/\text{J}$$

#### **-Volume des boues épandues par lit et par an $V_a$ :**

On admet que le lit sert 10 fois par an

Donc :

$$V_a = 10 \cdot V = 10 * 48$$

$$V_a = 480 \text{ m}^3$$

#### **-Volume de boue à sécher par an $V_{an}$ :**

$$V_{an} = 36.31 * 365$$

$$V_{an} = 13253.7 \text{ m}^3/\text{an}$$

#### **-Nombre de lits nécessaires :**

$$N = V_{an} / V_a = 13253.7 / 480$$

$$N = 28 \text{ lits}$$

La surface totale des lits de séchage sera :  $S_T = 28 * 160 = 4480 \text{ m}^2$

#### IV.8.6.B. Calcul pour Horizon 2040 :

##### IV.8.6.B.1. Dimensionnement de l'épaisseur :

- **Boues issues dans le décanteur primaire  $B_I$  :**

$$B_I = \text{DBO}_{5\text{éliminée}} + \text{MES}_{\text{éliminée}} = 1491 + 3028.86 \quad B_I = 4519.86 \text{ kg/j}$$

- **Boues issues du décanteur secondaire  $B_{II}$  :**

$$B_{II} = \Delta X \text{ ou } \Delta X : \text{ les boues en excès.} \quad B_{II} = 268.1 \text{ kg/j}$$

Donc la quantité totale journalière des boues sera :  $B_T = B_I + B_{II}$

$$B_T = 4519.86 + 268.1$$

$$B_T = 4787.96 \text{ kg/j}$$

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

Pour les boues primaires  $X_I = 20$  à  $30 \text{ g/l}$ . [8]

Pour les boues secondaires  $X_{II} = 9.23 \text{ g/l}$

##### -Calcul du débit journalier reçu par l'épaisseur :

-Pour les boues primaires  $B_I$  :

$$Q_{BI} = \frac{B_I}{X_I} \quad \text{avec :}$$

$B_I$ : quantité de boues issues du décanteur primaire.

$X_I$ : la concentration des boues où elle est égale à  $25 \text{ g/l}$ .

$$\text{Donc : } Q_{BI} = \frac{B_I}{X_I} = \frac{4519.86}{25} \quad Q_{BI} = 180.8 \text{ m}^3 / \text{j}$$

-Pour les boues secondaires  $B_{II}$  :

$$Q_{BII} = \frac{B_{II}}{X_{II}} = \frac{268.1}{9.23} \quad Q_{BII} = 29.05 \text{ m}^3 / \text{j}$$

$$Q_{BII} = \Delta X = 742 \text{ kg} / \text{j}$$

$$\text{Le débit total } Q_B = Q_{BI} + Q_{BII} = 180.8 + 29.05 \quad Q_B = 209.85 \text{ m}^3 / \text{j}$$

##### -La concentration du mélange $[X]$ :

$$[X] = \frac{B_I + B_{II}}{Q_B} = \frac{4519.86 + 268.1}{209.85} \quad [X] = 22.8 \text{ g/l}$$

##### -Le volume de l'épaisseur $V$ :

$t_s$ : temps de séjours =  $2 \text{ j}$ ;  $t_s$  (1 à 15 j).

$$V = Q_B \times t_s = 209.85 \times 2 \quad V = 419.7 \text{ m}^3$$

##### -La surface horizontale $S_h$ :

Pour une profondeur de  $H = 3 \text{ m}$  on calcul :

$$S_h = V / H = 419.7 / 3 \quad S_h = 140 \text{ m}^2$$

##### -Le diamètre $D$ :

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot S_h}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 140}{3.14}} \quad D = 13.4 \text{ m}$$

#### IV.8.6.B.2. Dimensionnement du digesteur :

Le débit des boues arrivant au digesteur (boues épaissies  $Q_{BE}$ ) :

$$Q_{BE} = \frac{B_I + B_{II}}{C_B} = \frac{4519.86 + 268.1}{80} \quad Q_{BE} = 59.85 \text{ m}^3/\text{j}$$

-Le temps de séjour du digesteur  $t_s$  :

$$t_s = 15,6 \text{ jours}$$

-Le volume du digesteur  $V_d$  :

$$V_d = Q_{BE} \cdot t_s = 59.85 \cdot 15,6 \quad V_d = 933.65 \text{ m}^3$$

-Le diamètre du digesteur  $D_d$  :

$$D_d = \sqrt{\frac{V_d \cdot 4}{\pi \cdot H}} = \sqrt{\frac{933.65 \times 4}{3.14 \times 4}} \quad / \quad H = 4 \text{ m} \quad D_d = 17.24 \text{ m}$$

-La surface horizontale  $S_h$  :

$$S_h = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3,14 \times 17.24^2}{4} \quad S_h = 233.41 \text{ m}^2$$

-La quantité de matières sèches des boues fraîches  $F_g$  :

$$F_g = Q_{BE} \cdot F_s \cdot K_s$$

$K_s$  : poids spécifique de la matière sèche de la boue fraîche

$$K_s = 1 \text{ tonne /m}^3$$

$F_s$  : la teneur en matières solides

$$F_s = 3 \text{ à } 4\% \text{ on prend } 4\%$$

$$\text{Donc : } F_g = 59.85 \cdot 1 \cdot 0,04 = 2.4 \text{ tonne /j}$$

-La quantité de matière organique dans la boue fraîche  $F_o$  :

$$F_o = 0,6 \cdot F_g = 0,6 \cdot 2.4 \quad F_o = 1.44 \text{ tonne /j}$$

➤ La quantité du gaz produite  $Q_{\text{gaz}}$  :

$$Q_{\text{gaz}} = 138 (t^\circ)^{1/2} \cdot F_o = 138 (35)^{1/2} \cdot 1.44 \quad Q_{\text{gaz}} = 1175.64 \text{ m}^3/\text{j}$$

➤ La quantité moyenne du gaz :

$$Q'_{\text{gaz}} = 0,75 \cdot Q_{\text{gaz}} = 0,75 \cdot 1175.64 = 881.73 \text{ m}^3/\text{j}$$

➤ La quantité du méthane ( $\text{CH}_4$ ):

$$Q_{\text{CH}_4} = 0.65 \cdot 1175.64 \quad Q_{\text{CH}_4} = 764.2 \text{ m}^3/\text{j}$$

➤ La quantité du gaz carbonique  $\text{CO}_2$  :

$$Q_{\text{CO}_2} = 0,3 \cdot 1175.64 \quad Q_{\text{CO}_2} = 352.7 \text{ m}^3/\text{j}$$

➤ La quantité restante de gaz :

$$Q_{\text{rest}} = 0,05 \cdot Q'_{\text{gaz}} = 0,05 \cdot 881.73 \quad Q_{\text{rest}} = 44.1 \text{ m}^3/\text{j}$$

➤ La quantité minérale dans la boue :

$$F_m = F_g - F_o = 2.4 - 1.44 \quad F_m = 0,96 \text{ tonne/j}$$

➤ La quantité de boues digérées :

Elle est donnée par l'expression suivante ( $Q_r$ )

$$Q_r = F_g \left( \frac{1}{d_g} + \frac{1}{d_{ff}} + \frac{1}{d_f} \right)$$

Avec:

fg : teneur en matière solide dans la boue digérée

$$fg = 10\%$$

dff : poids spécifique de la matière sèche de la boue digérée

$$dff = 2 \text{ T/m}^3$$

df : poids spécifique de l'eau en excès dans le digesteur  $df = 1 \text{ T/m}^3$

$$Fgf = F_m + F_o(1 - 0,138 t^{0,1/2}) = 0.8 + 1.44(1 - 0,138 * 35^{1/2})$$

$$Fgf = 1.06 \text{ T/j}$$

$$Q_r = 1.06 (1/1 * 0,1 + 1/2 + 1/1)$$

$$Q_r = 11 \text{ m}^3/\text{j}$$

#### IV.8.6.B.3. Dimensionnement du lit de séchage :

Le dimensionnement de cet ouvrage se fait par la quantité de boues refoulées vers l'épaississeur qui est égale à 268.1 Kg/j

##### -Le volume d'un lit V:

e : l'épaisseur maximale des boues qui est comprise entre 20 à 30 cm. [11]

On prend e = 30 cm

La longueur L = (20 à 30) m

On prend L = 20 m :

$$H = 1 \text{ m}$$

$$\text{Et } B = 8 \text{ m} \quad V = 8 * 20 * 0,3 = 48 \text{ m}^2$$

La concentration de boues activées épaissies est de 20 à 50 g/l.

On prenant une concentration de 40 g/l le volume journalier des boues épandues sera :

$$V_e = \frac{268.1}{40} = 6.7 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$V_e = 6.7 \text{ m}^3/\text{J}$$

##### -Volume des boues épandues par lit et par an $V_a$ :

On admet que le lit sert 10 fois par an

Donc :

$$V_a = 10 * V = 10 * 48$$

$$V_a = 480 \text{ m}^3$$

##### -Volume de boue à sécher par an $V_{an}$ :

$$V_{an} = 6.7 * 365$$

$$V_{an} = 2446.4 \text{ m}^3/\text{an}$$

##### -Nombre de lits nécessaires :

$$N = V_{an} / V_a = 2446.4 / 480$$

$$N = 5 \text{ lits}$$

La surface totale des lits de séchage sera :  $S_T = 5 * 160 = 800 \text{ m}^2$

**Tableau IV-31: Tableau récapitulatif des résultats à moyenne charge.**

Désignations	unité	2025	2040
- <b>Dimensionnement de l'épaississeur</b>			
• Concentration à l'entrée de l'épaississeur pour DI	g/l	25	25
• Pour DII	g/l	9.23	9.23
• Débit journalier reçu par l'épaississeur	m <sup>3</sup> /j	310.14	209.85
	J	2	2
• Temps de séjour	m <sup>3</sup>	620.28	419.5
	m	3	3
• Volume	m <sup>2</sup>	206.76	140
• Hauteur	m	16.3	13.4

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Surface</li> <li>• Diamètre</li> </ul>			
<p>- <b>Dimensionnement du digesteur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Débit des boues arrivant au digesteur</li> <li>• Temps de séjour du digesteur</li> <li>• Volume</li> <li>• Diamètre</li> <li>• Surface horizontale</li> <li>• Quantité de matières sèches des boues fraîches</li> <li>• Quantité de matière organique des boues fraîches</li> <li>• Quantité du gaz produite</li> <li>• Quantité moyenne du gaz</li> <li>• Quantité du méthane</li> <li>• Quantité du gaz carbonique</li> <li>• Quantité restante de gaz</li> <li>• Quantité minérale dans la boue</li> <li>• Quantité de boues digérées</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>m<sup>3</sup>/j</li> <li>j</li> <li>m<sup>3</sup></li> <li>m</li> <li>m<sup>2</sup></li> <li>T/j</li> <li>T/j</li> <li>m<sup>3</sup>/j</li> <li>m<sup>3</sup>/j</li> <li>m<sup>3</sup>/j</li> <li>m<sup>3</sup>/j</li> <li>T/j</li> <li>m<sup>3</sup>/j</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>65.9</li> <li>15.6</li> <li>1028.05</li> <li>18.1</li> <li>257.17</li> <li>2.64</li> <li>1.58</li> <li>1344.1</li> <li>1008.1</li> <li>655.25</li> <li>302.42</li> <li>50.4</li> <li>1.06</li> <li>10.33</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>59.85</li> <li>15.6</li> <li>933.65</li> <li>17.24</li> <li>233.41</li> <li>2.4</li> <li>1.44</li> <li>1175.64</li> <li>881.73</li> <li>764.2</li> <li>352.7</li> <li>44.1</li> <li>0.96</li> <li>11</li> </ul>
<p>- <b>Dimensionnement du lit de séchage</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Longueur</li> <li>• Largeur</li> <li>• Hauteur</li> <li>• Hauteur de boue dans le lit</li> <li>• Volume</li> <li>• Volume journalier des boues épandues</li> <li>• Volume des boues épandues par lit et par an</li> <li>• Volume de boue à sécher par an</li> <li>• Nombre de lits</li> <li>• La surface totale des lits de séchage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>m</li> <li>m</li> <li>m</li> <li>m</li> <li>m<sup>3</sup></li> <li>m<sup>3</sup>/j</li> <li>m<sup>3</sup></li> <li>m<sup>3</sup>/an</li> <li>-</li> <li>m<sup>2</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>20</li> <li>8</li> <li>1</li> <li>0,3</li> <li>48</li> <li>36.31</li> <li>480</li> <li>13253.7</li> <li>28</li> <li>4480</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>20</li> <li>8</li> <li>1</li> <li>0,3</li> <li>48</li> <li>6.7</li> <li>480</li> <li>2446.4</li> <li>5</li> <li>800</li> </ul>

#### IV.8.7. Le dimensionnement (variante à faible charge) :

Pour ce qui concerne les boues provenant d'un traitement par boues activées à aération prolongée sont fortement minéralisées. Donc, il n'est pas nécessaire de les traiter dans les digesteurs, la filière choisie pour le traitement de ces boues est composé des étapes suivantes :

- L'épaississement ;
- Déshydratation naturelle (lits de séchage).

**Tableau IV-32: Calcul des ouvrages de traitement à faible charge.**

Désignations	unité	2030	2040
<b>- Dimensionnement de l'épaississeur</b>			
• Concentration à l'entrée de l'épaississeur	g/l	9.23	9.23
• Débit journalier reçu par l'épaississeur	m <sup>3</sup> /j	2553.26	1280.2
• Temps de séjour	J	2	2
• Volume	m <sup>3</sup>	553.25	123.27
• Hauteur	m	3	3
• Surface	m <sup>2</sup>	184.42	41.1
• Diamètre	m	15.33	7.5
<b>- Dimensionnement du lit de séchage</b>			
• Longueur	m	20	20
• Largeur	m	8	8
• Hauteur	m	1	1
• Hauteur de boue dans le lit	m	0,3	0,3
• Volume	m <sup>3</sup>	48	48
• Volume journalier des boues épandues	m <sup>3</sup> /j	63.83	14.22
• Volume des boues épandues par lit et par an	m <sup>3</sup>	480	480
• Volume de boue à sécher par an	m <sup>3</sup> /an	23298.5	5190.94
• Nombre de lits	-	49	11
• La surface totale des lits de séchage	m <sup>2</sup>	7840	1760

#### IV.9.conclusion :

En faisant une première comparaison entre les deux variantes en ce qui concerne les traitements secondaires, on remarque que pour la variante à faible charge, les ouvrages de traitement, plus précisément le bassin d'aération sont nettement plus importants que ceux de la variante à moyenne charge.



# *Chapitre V*

*Calcul*

*Hydraulique*

## **V.1. Introduction :**

Dans ce chapitre, nous allons procéder au calcul des ouvrages qui assurent la circulation de l'eau d'un bassin à un autre, ces calculs auront pour but le dimensionnement des différentes conduites de rejet, conduite de by-pass, conduite de fuite, conduites reliant les ouvrages ainsi que le déversoir d'orage et les cotes de radier des différents ouvrages pour assurer le bon fonctionnement de la station de point de vue hydraulique

## **V.2. Déversoir d'orage :**

### **V.2.1. Introduction : [10]**

Le déversoir d'orage sera installé sur le collecteur principal qui évacue les eaux usées et pluviales de la ville de Ténès (réseaux unitaire).

La station d'épuration ne peut recevoir en temps de pluie qu'un débit de 3à5fois celui en temps sec.

Pendant la période pluviale, toutes les eaux drainées par le bassin versant sont acheminées vers la station à l'aide du collecteur principal, ce qui risque de surcharger la station.

Ainsi le déversoir d'orage permet la séparation des eaux car une partie du débit véhiculé par le collecteur principal est déversée directement dans un exutoire naturel qui est dans notre cas la mer.

Pour cela on opte pour un déversoir type latéral.

### **V.2.2. Données de base :**

Nous projetons le déversoir d'orage pour l'horizon 2040

- débit moyen horaire journalier :  $Q_m = 0.098 \text{ m}^3 / \text{s}$ .
- débit de pointe en temps sec :  $Q_{ts} = 0.172 \text{ m}^3 / \text{s}$ .
- Débit de pointe allant vers la station :  $Q_{ST} = 3.Q_{ts} = 0.516 \text{ m}^3 / \text{s}$

### **V.2.3. Détermination du débit déversée vers l'exutoire naturel :**

Le débit allant vers la station d'épuration correspond au débit de pointe en temps de pluie :

$$Q_{ST} = 3 \cdot Q_{ts} = 0.52 \text{ m}^3/\text{s}$$

Le déversoir d'orage sera dimensionné pour un débit pluvial plus un débit de pointe d'eaux résiduaires (eaux usées domestiques).

Donc le collecteur principal va véhiculer à l'avant du déversoir d'orage en période pluviale un débit de l'ordre de:

$$Q_{ent} = Q_{P1} + Q_{ts} \quad (2)$$

D'où:

$Q_{ent}$  : Débit entrant au déversoir d'orage ( $\text{m}^3/\text{s}$ ).

$Q_{pl}$  : Débit pluvial ( $\text{m}^3/\text{s}$ ).

$Q_{ts}$  : Débit de pointe en temps sec ( $\text{m}^3/\text{s}$ ).

**A.N:** 
$$Q_{ent} = Q_{P1} + Q_{ts} = 1.092 + 0.172$$

$$Q_{ent} = 1.264 \text{ m}^3/\text{s}$$

Donc le débit allant vers l'exutoire sera:

$$Q_{dév} = Q_{ent} - Q_{ST} = 1.26 - 0.52$$

**A.N:**

$$Q_{dév} = 0.74 \text{ m}^3/\text{s}$$

#### V.2.4. Calcul du diamètre du collecteur principal:

**-Pour l'horizon 2040**

**a) à l'amont du déversoir ;**

$$\left\{ \begin{array}{l} Q_{ent} = 1.26 \text{ m}^3 / \text{s} \\ I = 0.2 \% \end{array} \right. \quad (\text{Abaque}) \Rightarrow D_{\text{amont}} = 1200 \text{ mm}$$

**b) à l'aval du déversoir ;**

$$\left\{ \begin{array}{l} Q_{\text{vers STEP}} = 0.52 \text{ m}^3 / \text{s} \\ I = 0.2 \% \end{array} \right. \quad (\text{Abaque}) \Rightarrow D_{\text{aval}} = 1000 \text{ mm}$$

#### V.2.5. Calcul des niveaux d'eau dans le collecteur principal :

- **Calcul du débit à pleine section :**

$$Q_{ps} = \frac{1}{n} \times R_h^{2/3} \times I^{1/2} \times S \dots\dots\dots \text{(Formule de Manning) (2)}$$

$$R_h = \frac{D}{4} = \frac{1.2}{4} = 0.3$$

$$\eta = 0.011 \Rightarrow k = \frac{1}{n} = 90$$

AN :

$$Q_{ps} = \frac{1}{0.011} \times 0.30^{2/3} \times 0.002^{1/2} \times \frac{\pi}{4} (1.2^2)$$

$$Q_{ps} = 2.051 \text{ m}^3/\text{s} = 2051 \text{ l/s}$$

- **La hauteur de remplissage correspondant au débit entrant**

Le rapport du débit dans ce cas est :

$$\frac{Q_{ent}}{Q_{ps}} = \frac{1.26}{2.051} = 0.644 \Rightarrow \frac{h_1}{D} = 0.584 \quad \text{(vue annexe n 1)}$$

AN:

$$h_1 = 0.584 \times 1.2 = 0.700\text{m}$$

$$h_1 = 700\text{mm}$$

- **La hauteur de remplissage correspondant au débit transitant vers la STEP**

$$\frac{Q_{sr}}{Q_{ps}} = \frac{0.52}{2.051} = 0.254 \Rightarrow \frac{h_2}{D} = 0.496 \quad \text{(Abaque)}$$

A.N:

$$\text{Donc : } h_2 = 0.496 \times 1.00 = 0.496\text{m}$$

$$h_2 = 496\text{mm}$$

- **La hauteur du seuil du déversoir**

$$h_s = \frac{h_1 - h_2}{2} = \frac{700 - 496}{2} \Rightarrow h_s = 102\text{mm}$$

### V.2.5. Calcul de la largeur du déversoir:

On applique la formule de BAZIN :

$$Q_{\text{dév}} = \frac{2}{3} \mu b \sqrt{2g} h_s^{3/2} \quad (3)$$

Avec :

$\mu$ : coefficient de débit de la lame déversante qui tient compte de l'écoulement ( $\mu=0,6$ )

$b$  : La longueur du déversoir (longueur de la lame déversante) exprimée en mètres

$g$  : La pesanteur :  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

$h_s$ : La hauteur de charge en moyenne au-dessus du seuil du déversoir

Donc :

$$b = \frac{3}{2} \cdot \frac{Q_{\text{dév}}}{0,60 (2 \cdot g)^{0,5} (h_s)^{1,5}}$$

$$b = \frac{3}{2} \cdot \frac{0,74}{0,6(2 \times 9,81)^{0,5} (0,102)^{1,5}} = 13m$$

Donc :

$$b = 13 \text{ m}$$

### V.3.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.3.1.Côtes du terrain naturel des ouvrages :

Ces côtes sont tirées du plan d'implantation suivant la position topographique de chaque ouvrage.

**Tableau V-33: Cotes moyenne du terrain naturel de la zone d'implantation des différents ouvrages de la station**

Désignation des ouvrages	Côtes du terrain naturel (m)
Dégrilleur	27.5
Déssableur-déshuilleur	27
Bassin d'aération	26
Décanteur secondaire	25.6
Bassin de désinfection	24

#### V.3.2.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 :

$$\Delta H = \lambda \frac{LV^2}{2gD} \quad (4)$$

**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.

### V.3.2.1. Calcul des longueurs des conduites reliant les ouvrages :

Pour tous nos calculs on utilisera les longueurs équivalentes pour tenir compte des pertes de charges singulières.

$$L_{eq} = 1,15. L_{réelle} \quad (5)$$

Toutes les canalisations seront dimensionnées de façon qu'en leur impose une pente de 1% pour permettre un bon écoulement de l'eau et assurer l'auto curage avec une vitesse minimale de 0,6 m/s et éviter l'abrasion pour les vitesses supérieures à 5 m/s.

**Tableau V-34: Longueurs des conduites entre les ouvrages de la Step**

Ouvrages	L réelle (m)	Leq = 1,15. L <sub>réelle</sub> (m)
Dégrilleur -Déssableur	11	12.65
Déssableur - Bassin d'aération	15	17.25
Bassin d'aération- Décanteur II	25	28.75
Décanteur II - Bassin de désinfection	14	16.1

### V.3.2.2. Calcul des diamètres des conduites reliant les ouvrages ainsi que les pertes de charges :

En utilisant l'abaque (réseaux pluvial en system unitaire ou séparatif) canalisations circulaires la formule de BAZIN (Annexe ....) on obtient: Les conduites sont en béton (les diamètres normaliser)

#### ➤ Conduite dégrilleur- déssableur :

$$Q_p = 0.17 \text{ m}^3/\text{s} \quad \text{et d'après l'abaque de Bazin (01) on aura : } \mathbf{D = 500 \text{ mm}}$$

$$L_{eq} = 12.65 \text{ m} \quad \lambda = (1,14 - 0,86 \ln \frac{\varepsilon}{D})^{-2}$$

Puisque le béton à une rugosité de 1 mm donc :  $\lambda = 0,020$

$$\Delta H = 8.0,02 \frac{12,65.0,17^2}{3,14^2.10.0,5^5} = 0,019m$$

#### ➤ Déssableur – bassin d'aération :

$$Q_p = 0,17 \text{ m}^3/\text{s} \quad \text{et d'après l'abaque de Bazin (01) on aura : } \mathbf{D = 500 \text{ mm}}$$

$$L_{eq} = 17.25 \text{ m} \quad \lambda = (1,14 - 0,86 \ln \frac{\varepsilon}{D})^{-2}$$

Puisque le béton à une rugosité de 1 mm donc :

$$\lambda = 0,02$$

$$\Delta H = 8.0,02 \frac{17,25.0,17^2}{3,14^2.10.0,5^5} = 0,026m$$

➤ **Conduite Bassin d'aération - Décanteur II:**

$Q_p = 0,17 \text{ m}^3/\text{s}$  et d'après l'abaque de Bazin (01) on aura : **D = 500 mm**  
 $Leq = 28,75 \text{ m}$   $\lambda = 0,02$

$$\Delta H = 8.0,02 \frac{28,75.0,17^2}{3,14^2.10.0,5^5} = 0,045m$$

➤ **Conduite décanteur II – bassin de désinfection :**

$Q_p = 0,17 \text{ m}^3/\text{s}$  et d'après l'abaque de Bazin (01) on aura : **D = 500 mm**  
 $Leq = 16.1 \text{ m}$   $\lambda = 0,02$

$$\Delta H = 8.0,02 \frac{16,1.0,17^2}{3,14^2.10.0,5^5} = 0,025m$$

**V.3.2.3.Calculs des cotes piézométriques et cotes de radier des différents ouvrages :**

On calcule les cotes piézométriques d'après l'équation de Bernoulli donnée par :

$$P_1/W + V_1^2/2g + Z_1 = P_2/W + V_2^2/2g + Z_2 + H_{1-2} \quad (6)$$

$P_1/W$  et  $P_2/W$  : énergies de pression dans les sections (1) et (2).

$V_1^2/2g$  et  $V_2^2/2g$  : énergies cinétiques en (1) et (2).

$Z_1$  et  $Z_2$  : cotes des points (1) et (2).

$H_{1-2}$  : pertes de charges dans le tronçon (1-2).

La variation de vitesse est très faible, donc les énergies cinétiques peuvent être éliminées il vient :

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

Posons:  $P_1/W = H_1$  et  $P_2/W = H_2$  donc :

$$H_1 + Z_1 = H_2 + Z_2 + H_{1-2}$$

$Cp_1 = H_1 + Z_1$  cote piézométrique au point (1).

$Cp_2 = H_2 + Z_2$  cote piézométrique au point (2).

$$Cp_2 = Cp_1 + H_{1-2}$$

➤ **Cote piézométrique du dégrilleur :**

On a  $Z_d =$  cote terrain du radier = 27.5m

Et la hauteur d'eau dans le dégrilleur est de  $H_d = 1 \text{ m}$

$$D'où \quad Cp \text{ d} = Z_d + H_d = 27.5 + 1 \quad \mathbf{Cp \text{ d} = 28.5m}$$

➤ **Cote piézométrique du dessableur-déshuileur :**

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

$$H_d + Z_d = H_{d-d} + Z_{d-d} + H_{d-d-d}$$

$$Z_{d-d} = H_d + Z_d - H_{d-d} - H_{d-d-d}$$

$$Z_{d-d} = 1 + 27.5 - 2 - 0,019 \quad Z_{d-d} = 26.48 \text{ m}$$

$$Cp \text{ d-d} = Z_{d-d} + H_{d-d} = 26.48 + 2 \quad \mathbf{Cp \text{ d-d} = 28.48m}$$

➤ **Cote piézométrique du bassin d'aération :**

La hauteur d'eau dans le bassin d'aération est de  $H_{BA} = 5 \text{ m}$

$$H_{d-d} + Z_{d-d} = H_{BA} + Z_{BA} + H_{d-d-I-BA}$$

$$Z_{BA} = H_{d-d} + Z_{d-d} - H_{BA} - H_{d-d-I-BA}$$

$$Z_{BA} = 2 + 26.48 - 5 - 0,026 \quad Z_{BA} = 23,45 \text{ m}$$

$$Cp \text{ BA} = Z_{BA} + H_{BA} = 23,45 + 5 \quad \mathbf{Cp \text{ BA} = 28,45m}$$

➤ **Cote piézométrique du décanteur secondaire :**

La hauteur d'eau dans le décanteur secondaire est de  $H_{dII} = 4$  m

$$H_{BA} + Z_{BA} = H_{dII} + Z_{dII} + H_{BA-dII}$$

$$Z_{dII} = H_{BA} + Z_{BA} - H_{dII} - H_{BA-dII}$$

$$Z_{dII} = 5 + 23,45 - 4 - 0,045 \quad Z_{dII} = 24,41 \text{ m}$$

$$Cp \text{ dII} = Z_{dII} + H_{dII} = 24,41 + 4 \quad \mathbf{Cp \text{ dII} = 28,41m}$$

➤ **Cote piézométrique du bassin de désinfection :**

La hauteur d'eau dans le bassin de désinfection est de  $H_{Bd} = 3$  m

$$H_{dII} + Z_{dII} = H_{Bd} + Z_{Bd} + H_{dII-Bd}$$

$$Z_{Bd} = H_{dII} + Z_{dII} - H_{Bd} - H_{dII-Bd}$$

$$Z_{Bd} = 4 + 24,41 - 3 - 0,025 \quad Z_{Bd} = 25,38 \text{ m}$$

$$Cp \text{ Bd} = Z_{Bd} + H_{Bd} = 25,38 + 3 \quad \mathbf{Cp \text{ Bd} = 28,38m}$$

**Tableau V-35: Récapitulatif des résultats**

Désignations	Cote terrain (m)	Cote radier (m)	Plan d'eau (m)	$\Delta H$ (m)	Cote piézométrique (m)
-dégrilleur	27,5	27,5	1		28,5
-désableur déshuileur	27	26,48	2	0.019	28,48
-bassin d'aération	26	23,45	5	0.026	28,45
-décanteur secondaire	25,6	24,41	4	0.045	28,41
-bassin de désinfection	24	25,38	3	0.025	28,38

**V.4.Dimensionnement de la conduite de fuite :**

C'est une conduite qui sert à évacuer l'eau de pluie rejetée par le déversoir d'orage vers la mer ainsi pour avoir un bon écoulement, cette conduite doit être en béton.

On impose une pente de 1%

$$Q_d = 0,74 \text{ m}^3/\text{s}$$

D'après l'abaque de Bazin (01) on aura :

$$D_{dév} = 800 \text{ mm}$$

$$Q_{ps} = 0,9 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_{ps} = 1,79 \text{ m/s}$$

Donc  $r_Q = 0,82$  abaque de Bazin (02) on aura :  $r_h = 0,67$

$$R_v = 1,11$$

**V.5.Dimensionnement de la conduite By-pass :**

Cette conduite est appelée à véhiculer un débit de  $Q_p = 0,17 \text{ m}^3/\text{s}$  sous une pente de 1% et elle devra intervenir lors d'un danger sur la station, et l'eau est dirigée vers la station.

$$Q_{pte} = 0,17 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$I = 1\%$$

$$\text{D'après l'abaque de Bazin (01) : } D_s = 500 \text{ mm}$$

$$Q_{ps} = 0.25 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_{ps} = 1.26 \text{ m/s}$$

## **CONCLUSION:**

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

- 1.** Dimensionner le déversoir d'orage à l'entrée du step
- 2.** Déterminer les caractéristiques des pompes qui peuvent refouler les débits des fluides le long de leur cheminement dans la station.
- 3.** Déterminer les cotes terrains naturels des différents ouvrages dans la station;
- 4.** Déterminer les longueurs, les diamètres et les vitesses des conduites reliant ces ouvrages;
- 5.** Calculer les pertes de charge et les cotes piézométriques dans chaque point.
- 6.** Dimensionner la conduite de fuite

En fin, nous recommandons de placer un canal de by-pass à l'amont de 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*

*Etude*

*Économique*

## VI.1.INTRODUCTION :

Dans toute étude scientifique, il est nécessaire de faire une évolution économique afin de dégager la variante la plus technico-économique.

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 du génie civil et l'achat de tous les équipements nécessaires.

Ainsi donc, nous allons procéder à une étude économique des deux variantes précédemment étudiées qui sont la moyenne charge et l'aération prolongée.

Le calcul sera effectué pour l'ensemble des ouvrages projetés pour l'horizon 2030 et 2040. Le coût total d'une station d'épuration est composé des dépenses suivantes:

- ❖ Le coût d'investissement;
- ❖ Le coût de fonctionnement ou d'exploitation.

## VI.2.Coût de la variante: traitement par boues activées à moyenne charge :

### Remarque :

Vue le manque des renseignements sur l'évolution des prix relatifs aux travaux de génie civil (coût de terrassement et prix du mètre cube de béton armé), nous limitons notre travail dans l'horizon 2030 seulement.

### VI.2.1 Coût d'investissement :

#### a-Coût de terrassement :

Le prix du m<sup>3</sup> de terrassement sera évalué à 300 DA.

L'épaisseur de la couche terrassée est de 50 cm.

- *Calcul du volume de couche terrassée*

$$V_{\text{couche terrassée}} = 0.5 \times S_h$$

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

$$C_i = P \times V_i \text{ (DA)}$$

$P = 300 \text{ DA}$  ; c'est le prix d'un  $\text{m}^3$  de terrassement;  $V_i$

: le volume de terrassement ( $\text{m}^3$ )

**Tableau VI-36: Coût de terrassement**

Désignation de l'ouvrage	Nombre	Volume V, ( $\text{m}^3$ )	Coût DA
Déssableur – dégraisseur	1	9	2700
Décanteur primaire	2	266.02	79806
Bassin d'aération	1	106.37	31910
Décanteur secondaire (clarificateur)	1	106.41	31923
Epaississeur	1	103.38	31014
Digesteur	1	128.6	38575.5
Bassin de désinfection	1	44.5	13350
Lits de séchage	28	2240	672000
Total	57	<b>4684.28</b>	<b>901278.5</b>

Coût total de terrassement est **901278.5 DA**

**b-Coût du béton armé :**

Le coût du béton armé revient actuellement à 25000 DA/m

Le prix unitaire du fer : 80 DA/ kg.

Donc le coût du  $\text{m}^3$  de béton armé:

$$P_u = (80 \times 80) + 25000 = 31400 \text{ DA}$$

**• Calcul du volume de béton armé :**

L'épaisseur du radier d'ouvrage est prise : 30 à 40 cm. L'épaisseur

du mur  $e_m$  : 15 à 30cm.

On prend alors les valeurs  $e_r$  : 40cm et  $e_m$  : 30cm

Le volume du béton armé pour les murs :  $V_m = e_m .H.P$

H: hauteur de l'ouvrage en (m);

P : périmètre de l'ouvrage (m);

• **Coût total de béton armé :**

$$C_{tBa} = P_u \times V_{tba} \text{ (DA)}$$

$P_u$  : prix unitaire du m du béton armé.

**Tableau VI-37: Coût du béton armé.**

Désignation de l'ouvrage	Nombre	volume		Volume total	Coût (DA)
		$v_b^r$	$v_b^m$		
Déssableur - dégraisseur	1	3.6	7.8	11.4	357960
Décanteur primaire	2	106.41	34.7	282.22	8861708
Bassin d'aération	1	85.09	107.6	192.67	6049838
Décanteur secondaire (clarificateur)	1	85.13	32.04	117.17	3679271.3
Epaississeur	1	82.7	46.09	128.8	4043917
Digesteur	1	102.87	68.24	171.11	5372710
Bassin de désinfection	1	35.6	36.72	72.32	2270848
Lits de séchage	28	1792	470.4	2262.4	71039360
<b>Total</b>	<b>36</b>			<b>3238.09</b>	<b>101675612.3</b>

**c-Coût total du génie civil :**

$$C_{tGc} = C_t + C_{tBa}$$

$C_t$  : Coût total du terrassement.

$C_{tBa}$  : Coût total du béton armé.

$$C_{tGc} : 901278.5 + 101675612.3 = \mathbf{102\ 576\ 890.8DA}$$

**d-Coût des voiries et réseaux divers (VRD):**

Le coût des VRD est estimé à 25% de  $C_{tGc}$ .

$$C_{vrd} = 0.25 \times 102576890.8 = \mathbf{25\ 644\ 222.7\ DA}$$

**e-Coût des installations hydromécaniques:**

Il est estimé à 60% du coût de G.C et VRD:

$$C_{eq} = 0.6 \times (101675612.3 + 25644222.7) = \mathbf{76\ 391\ 901DA}$$

- Coût total des investissements de la station :

$$C_{Ti} = C_{IGc} + C_{vrd} + C_{eq} = \mathbf{204\ 613\ 014.5DA}$$

## **VI.2.2: Coût de fonctionnement:**

### **a-Frais de la main d'œuvre :**

Le coût de la main d'œuvre sera de 5% du coût d'investissement ce qui donne:

$$C_{mo} = 0.05.C_{Ti}$$

$$C_{mo} = 10\ 230\ 650.7\ DA$$

### **b-Coût de l'énergie électrique:**

Le coût de l'énergie électrique est calculé à l'aide de l'expression suivante :

$$C_e = P_u \times P_s \quad (\text{source sonelgaz})$$

$P_u$  : prix unitaire de l'énergie électrique  $P_u = 1.78\ DA/kwh$ .

$P_s$ : Besoin en énergie électrique pour  $1\ m^3$  d'eau à traiter =  $1.1\ kwh/ m^3$  d'où  $C_e = 1.96DA/m^3$

$$\text{Coût annuel de l'énergie électrique } C_{ea} = Q_a \times C_e$$

$Q_a$  : le débit annuel à traiter à 2030

$$C_{ea} : (7198.2 \times 365) \times 1.96 = 5149592. DA$$

### **c-Coût des réactifs chimiques :**

Le prix du  $m^3$  de Na Cl est de 1200 DA.

Le coût annuel de l'hypochlorite de Sodium sera :

$$C_R = Q_a \times P_u$$

$$C_R = 208.05 \times 1200 = 249\ 660\ DA$$

### **d-Coût de renouvellement du matériel électromécanique :**

Il est estimé à 5% du coût de l'investissement d'où:

$$C_{Rm} = 10\ 230\ 650.7\ DA$$

### **e-Coût total de fonctionnement :**

$$C_{ft} = C_{mo} + C_{ea} + C_R + C_{Rm} = 25\ 860\ 553.4DA$$

### VI.2.3.Calcul du prix du m<sup>3</sup> d'eau à traiter:

Coût d'investissement annuel :

$CAA = \text{coût d'investissement} / \text{durée d'amortissement}$

$$CAA = 128\,692\,709 / 30 = 6820433.8\text{DA}$$

### VI.2.4.Coût annuel de la station :

$$C_{TS} = C_{AA} + C_{ft} + C_{GC} = 32680987.2\text{DA}$$

### VI.2.5.Calcul du prix du m<sup>3</sup> d'eau épurée :

Le volume total annuel d'eau épurée en l'an 2030 est

$$V_{an} = 365 * 7198.2 = 2627343 \text{ m}^3/\text{an}$$

Le cout du m<sup>3</sup> épurée Ce se calcul alors

$$C_e = C_{TS} / V_{an} \quad \text{alors } C_e = 12.44 \text{ DA}$$

## VI.3 : Coût de la variante: Traitement par boues activées à faible charge :

### VI.3.1. Coût d'investissement :

a- Coût de terrassement :

$$C_i = 300 \times V_i \text{ (DA)}$$

Tableau VI-38: Coût de terrassement.

Désignation des ouvrages	Nombre	Volume Vi (m3)	Coût (DA)
Déssableur- dégraisseur	1	9	2700
Bassin d'aération	2	900	270000
Clarificateur	2	212.82	63846
Bassin de désinfection	1	44.5	13350
Epaississeur	2	92.21	27663
Lit de séchage	49	3920	1176000
Total	<b>57</b>	<b>5178.53</b>	<b>1617405</b>

Le Cout Total De Terrassement= **1 617 405 DA**

**b- Coût total du béton armé:**

**Tableau VI-39: Coût du béton armé.**

Désignation de l'ouvrage	Nombre	volume		Volume total	Coût (DA)
		$V_b^r$	$V_b^m$		
Désableur-dégraisseur	1	3.6	7.8	11.4	357960
Bassin d'aération	2	720	302.4	1022.4	32103360
clarification	2	170.26	64.1	234.35	7358542.6
Bassin de désinfection	1	35.6	36.72	72.32	2270848
Epaississeur	2	73.8	43.4	117.2	3680080
Lit de séchage	49	3136	823.2	3959.2	124318880
Total	<b>57</b>			5416.9	170 089 718

**c- Coût total du génie civil :**

$$C_{TGC} = C_T + C_{TBA} = 171\ 707\ 123\text{DA}$$

**d- Coût des voiries et réseau divers VRD:**

$$C_{VRD} = 42\ 926\ 781\text{DA}$$

**e- Coût des installations hydromécaniques et équipement :**

$$C_{eq} = 128\ 780\ 343\ \text{DA}$$

**f- Coût total des investissements de la station :**

$$C_{Ti} = C_{TGC} + C_{VRD} + C_{eq} = 343\ 414\ 247\ \text{DA}$$

**VI.3.2 Coût de fonctionnement :**

**a-Coût de la main d'œuvre:**

$$C_{mo} = 17\ 170\ 713\ \text{DA}$$

**b-Coût de l'énergie électrique :**

$$C_{ea} = 5\ 149\ 592\ \text{DA}$$

**c-Coût des réactifs chimiques :**

$$C_R = 249\,660 \text{ DA}$$

**e-Coût des renouvellements du matériel électro-mécanique:**

$$C_{Rm} = 17\,170\,713 \text{ DA}$$

**f-Coût du fonctionnement total :**

$$C_{FT} = C_{mo} + C_{ea} + C_{Rm} = 39\,491\,018 \text{ DA}$$

**VI.3.3.Calcul du prix du m<sup>3</sup> d'eau à traiter :**

Coût d'investissement annuel :

$$C_{AA} = \text{coût d'investissement} / \text{durée d'amortissement}$$

$$C_{AA} = 11\,447\,142 \text{ DA}$$

**VI.3.4.Coût annuel de la station d'épuration :**

$$C_{TS} = C_{AA} + C_{FT} + C_{GC} = 222\,645\,283 \text{ DA}$$

**VI.3.5.Calcul du prix du m<sup>3</sup> d'eau épurée :**

Le volume total annuel d'eau épurée en l'an 2030 est

$$V_{an} = 365 * 7198.2 = 2\,627\,343 \text{ m}^3/\text{an}$$

Le cout du m<sup>3</sup> épurée Ce se calcul alors

$$C_e = C_{TS} / V_{an} \quad \text{alors } V_a = 84.7 \text{ DA}$$

**Tableau VI-40: Tableau récapitulatif**

	Coût (DA)	
	Moyenne charge	Faible charge

Génie civil	102 576 890.8	171 707 123
Voiries et réseaux divers	25 644 222.7	42 926 781
Equipement	76 391 901	128 780 343
Investissement	204 613 014.5	343 414 247
Main d'œuvre	10 230 650.7	17 170 713
Energie électrique	5 149 592	5 149 592
Renouvellement du matériel	10 230 650.7	17 170 713
Fonctionnement	25 860 553.4	39 491 018
<b>Total</b>	<b>460 697 476</b>	<b>765 810 530</b>

#### **VI.4. CONCLUSION :**

D'après l'étude économique, on remarque que le coût de la station ainsi que le mètre cube d'eau dans la faible charge revient plus cher que la moyenne charge, de ce fait nous opterons donc pour cette dernière variante qui est la moyenne.

Son rendement d'épuration étant suffisant nous l'adoptons comme choix définitif.



# *Chapitre VII*

## *Gestion et Exploitation*

### *De la Station*

## **VII.1. Introduction :**

Le maintien en parfaite état des différents ouvrages de la station d'épuration et la garantie des performances épuratoires, reposent, avant tout, sur la qualité de l'exploitation qui est mise en œuvre, le procédé choisi qui est techniquement et économiquement acceptable, et enfin la présence d'une politique rationnelle de gestion.

Le manque ou l'absence de l'un de ces facteurs influe incontestablement sur le fonctionnement de l'installation.

## **VII.2. Mesures et contrôles effectués au niveau de la station d'épuration :**

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

- Mesure de débit
- Mesure de pH et de la température
- La mesure de pH doit être faite à l'entrée de la station, afin de prendre toutes les dispositions nécessaires pour le déroulement des traitements sensibles à ce paramètre.
- Pour maintenir la température optimum de bon fonctionnement de certains ouvrages de traitement (dégraisseur, bassin d'aération), la mesure de la température est très recommandée.
- Mesure de la demande chimique en oxygène (DCO)
- Mesure de la demande biologique en oxygène (DBO5)
- Mesure de la quantité d'oxygène dissous
- Recherche des substances toxiques
- Mesure concernant les boues :

Pour obtenir un réglage adéquat de la station d'épuration, on doit jouer essentiellement sur :

- Le taux de recirculation des boues
- Le taux d'aération
- Le taux des boues en excès

Pour régler ces paramètres on aura besoin de savoir :

- La teneur en oxygène dans le bassin d'aération

- Le pourcentage de boues dans le bassin d'aération
- La teneur des MVS dans le bassin d'aération

En fonction des résultats de ces mesures, on fait varier le débit de recirculation, la durée d'aération et le débit de boues en excès jusqu'à savoir une valeur optimale de 4g MVS/L

Si :

MVS > 4g/l on augmente le temps de recirculation et la durée d'aération

MVS < 4g/l on diminue le temps de recirculation et la durée d'aération

Temps de marche journalier des principales machines tournantes (pompes, aérateurs, filtres ou centrifugeuses...)

Chaque contrôle journalier, doit toujours être fait à la même heure pour être représentatif

### **VII.3. Contrôle de fonctionnement:**

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

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

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

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

Pour les équipements immergés, une vidange une fois par ans des ouvrages où ils sont disposés est nécessaire pour leur entretien. Les équipements d'aération doivent être également inspectés régulièrement en nettoyant les orifices de diffusion de l'air.

Ce qui nous mène à exiger une attention distinctive afin d'assurer de façon continue l'épuration conforme des effluents. Elle doit s'exercer à plusieurs niveaux :

#### **VII.3.1. Contrôle journalier :**

Ces contrôles peuvent être effectués par l'exploitant, différentes épreuves ou observations permettent d'apprécier la rationalisation de la conduite de la station d'épuration :

- le test de décantation et de turbidité.
- les odeurs.
- les couleurs des boues.

- le manque d'oxygène se fait sentir par une odeur désagréable, et une couleur de boue grise noire,

Afin de permettre des contrôles périodiques plus précis, il est important que l'exploitant tienne un journal de bord sur lequel il consignera les résultats des tests et les observations faites.

### **VII.3.2. Contrôles périodiques :**

Le but essentiel de ces contrôles est d'attribuer aux résultats détenus préalablement des solutions fiables et d'apporter au maître de l'ouvrage les conseils nécessaires à une bonne exploitation en proposant toutes les améliorations ou rectifications qui s'imposent.

Les investigations complémentaires qu'il est souhaitable de mener dans le cadre de ces visites sont :

- une mesure de l'oxygène dans le bassin d'aération.
- une analyse des boues prélevées dans le bassin d'aération après un fonctionnement de 15 à 20 mn des aérateurs, ayant pour objet de déterminer (la décantabilité, la teneur en MES, la teneur en MVS).
- une analyse de l'effluent épuré sur un prélèvement instantané, considérant que la quantité de l'effluent épuré varie généralement très peu dans une journée sur une station d'épuration.
- une visite bilan au moins une fois par an qui consistera à effectuer un diagnostic complet du fonctionnement de la station, en effectuant notamment :
- des analyses sur l'effluent reçu par la station en 24h à partir de prélèvements, visant à déterminer les mêmes paramètres en fonction du débit.

### **VII.4. Entretien des ouvrages :**

#### **VII.4.1. Le dégrilleur :**

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

#### **VII.4.2. 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.

#### **VII.4.3. Bassin d'aération :**

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

#### **VII.4.4. Clarification :**

- Maintenir le clarificateur en état de propreté.
- Vérifier tous 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.

#### **VII.4.5. Désinfection des eaux épurées :**

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

#### **VII.4.6. Lits de séchage :**

- Préalablement à l'épandage des boues liquides, le lit de sable devra être soigneusement désherbé et ratissé afin de détasser la masse filtrante et la régulariser.
- Les quantités de boues à admettre sur les lits de séchage ne devront pas dépasser une épaisseur de 40cm.
- Après deux à trois utilisations du lit, la couche superficielle est renouvelée par un sable propre.
- Tous les deux ans, il faut changer les lits de séchages (les lits seront refait complètement, les drains seront colmatés ou brisés).

- Entre deux épandages de boues, le lit pourra être protégé par un film plastique destiné à éviter la prolifération de la végétation et le tassement des matériaux filtrants par les précipitations.

#### **VII.4.7. Epaisseur :**

- Maintenir quotidiennement le poste en état de propreté.
- Mesurer quotidiennement la hauteur du voile de boue, le garde boue ne doit pas être inférieur à 2m.
- Contrôler et noter chaque jour le PH des eaux surversées et des boues épaissies.
- Relever les volumes des boues soutirées des épaisseur.
- Vidanger tous les 5 ans les ouvrages pour contrôler les structures immergées.

# Conclusion générale

---

Située dans une Wilaya côtière, la ville de Ténès dispose d'énormes possibilités d'un atout touristique, promoteur d'investissements de grande échelle, la croissance de sa population annonçant des besoins urgents et la nécessité de répondre à l'engagement vers le développement durable où la protection et l'utilisation durable des ressources naturelles constituent des objectifs nobles.

La Commune de Ténès a senti, la nécessité de se mettre au diapason de certaines villes qui prennent en charge leurs préoccupations sociales et économiques. Respectant la réglementation en vigueur en matière d'évacuation des eaux usées domestiques, la ville de Ténès s'est engagée réellement vers l'utilisation rationnelle des ressources et l'optimisation des moyens de son développement et c'est ainsi, qu'elle a pris la sage décision de se doter d'une station d'épuration des eaux usées. C'est donc un gage supplémentaire de la prise de conscience des autorités pour un projet qui aura sans aucun doute des effets d'entraînement sur la protection de l'environnement de la ville de Ténès.

La station d'épuration sert à purifier les eaux usées urbaines d'une population de 66845 équivalents habitant à l'horizon de 2040.

Dans cette étude le schéma du travail est suivant :

- Estimation des débits des eaux usées
- Analyse des effluents a traité
- Détermination des charges polluantes
- Choix de la filière de traitement
- Dimensionnement des ouvrages de la station

Et pour cela on étudier deux variantes :

- Boues activées à moyenne charge
- Boues activées à faible charge

Et après une étude technico-économique des deux variantes, on a opté pour le choix de la variante de traitement par boues activées à moyenne charge pour les raisons suivantes :

- La variante la plus économique ;
- Un rendement épuratoire important ;
- Cette technique est très utilisée en Algérie.

Il nous faut cependant souligner qu'une station d'épuration est durable par une bonne gestion et par des gens qualifiés.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1]. **Claude Cardot.**- Les traitements de l'eau : procédés physico-chimiques et biologiques, cours et problèmes résolus.-Paris : ellipses, 1999.-247 p.
- [2]. **Cyril Gommella, Henri Guerree.**- Guide de l'assainissement dans les agglomérations urbaines et rurales : la collecte.- Paris : Eyrolles, 1986.- 239p.
- [3]. **Degrémont.**- Mémento technique de l'eau : T. 1.- 10<sup>e</sup> ed.- Paris : Degrémont, 2005.- 785p.
- [4]. **Divet, H ; Schulhor,P.**- traitement des eaux.- Paris : presses universitaires de France, 1980.- (que sais-je ?).-128p.
- [5]. **Duchene, P.**- les systèmes de traitement des boues des stations d'épuration des petites collectivités.- Paris : Lavoisier, 1991.-88p.
- [6]. **E. Edeline.**- L'épuration biologique des eaux : théorie et technologie des reacteurs –Paris : lavoisier-Tec &Doc, 1996.- 303p.
- [7]. **Edward E. Baruth.**- Water Treatment plant design.- 4<sup>e</sup> ed. –Paris: McGraw- Hill, 1990. - multipagination.
- [8]. **Gaid, Abdelkader.**- Epuration biologique des eaux usées urbaine : T.1.- Alger : OPU, 1987.-261p.
- [9]. **Gaid, Abdelkader.**- Epuration biologique des eaux usées urbaine : T.2.- Alger : OPU, 1987.-261p.
- [10]. **J.P.Beacharc, P.Boutin, B.Mercier...**[et.al.]- traitement des eaux usées.- 2<sup>e</sup> ed.- Paris : Eyrolles, 1987.- 281p.
- [11]. **Marc Satin, Bechir Selmi.** - Guide technique de l'assainissement.-2<sup>e</sup> ed.- Paris : Moniteur, 1999.- 680p.
- [12]. **Marc Satin, Bechir Selmi.** - Guide technique de l'assainissement.-3<sup>e</sup> ed.- Paris : Moniteur, 1999.- 726p.
- [13]. **Monchy,H.**-mémento d'assainissement :mise en service, entretien et exploitation des ouvrages d'assainissement.- 2<sup>e</sup> ed.- Paris : Eyrolles, 1974.- 125p.
- [14]. **P.D.Cemagref,** "Les systèmes de traitement des boues des stations d'épuration des petites collectivités", Paris 1990.
- [15]. **W.W.Eckenfelder.**- Gestion des eaux usées urbaines et industrielles : caractérisation- techniques d'épuration- Aspects économiques.-Paris : technique et documentation, Lavoisier, 1982.- 503p.
- [16]. Y.Gamrasni.-Utilisation agricole des boues d'origine urbain : paris, 1990.



# *Annexes*

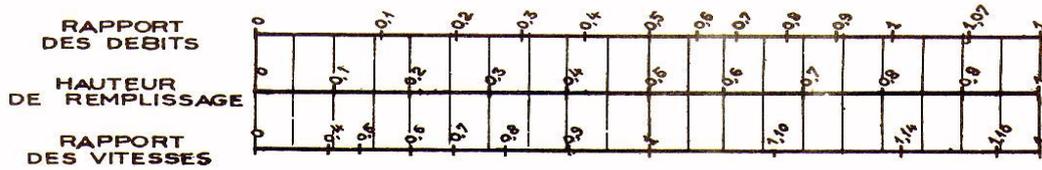
**Annexe n°1**

VAI  
EN FON

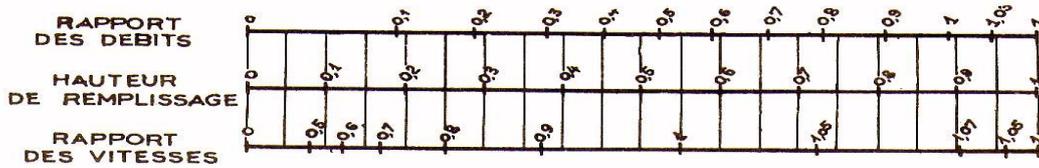
ISES  
ISSAGE

(d'après la formule de Bazin)

a) Ouvrages circulaires



b) Ouvrages ovoïdes normalisés



Exemple - Pour un ouvrage circulaire rempli aux  $\frac{3}{10}$ , le débit est les  $\frac{2}{10}$  du débit à pleine section et la vitesse de l'eau est les  $\frac{78}{100}$  de la vitesse correspondant au débit à pleine section

# Annexe n°2

## RÉSEAUX PLUVIAUX EN SYSTÈME UNITAIRE OU SÉPARATIF (Canalisations circulaires – Formule de Bazin)

