

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

**DEPARTEMENT GENIE DE L'EAU**

## **MEMOIRE DE FIN D'ETUDES**

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

**Option : Conception Des Systèmes d'assainissement**

**THEME :**

**CONCEPTION DE LA STATION D'EPURATION DE  
LA VILLE DE RAHOUIA W. TIARET.**

**Présenté par :**

**M<sup>r</sup> BAHRI NACEUR**

**DEVANT LES MEMBRES DU JURY**

<b>Nom et prénom</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
<b>M<sup>r</sup> M. MEDDI</b>	<b>PROFESSEUR</b>	<b>Président</b>
<b>M<sup>me</sup> F.DERNOUNI</b>	<b>M A.A</b>	<b>Examinatrice</b>
<b>M<sup>me</sup> N.CHENITI</b>	<b>M A.B</b>	<b>Examinatrice</b>
<b>M<sup>me</sup> C.MAZARI</b>	<b>M A.A</b>	<b>Examinatrice</b>
<b>M<sup>me</sup> S.BELLAABAS</b>	<b>M A.B</b>	<b>Examinatrice</b>
<b>M<sup>me</sup> S.HARKAT</b>	<b>M A.B</b>	<b>Promotrice</b>

**Juillet -2012**

# DEDICACE

## ***Je Dédie ce modeste travail***

*Spécialement A mes parents qui ont toujours été les étoiles de mon ciel et ont illuminé mon*

*Chemin depuis ma naissance, je ne les remercierai jamais assez (mon père et ma mère que Dieu me les garde. nchallah);*

*A mes très chères frères et sœurs;*

*A mes oncles maternelle et paternelle ;*

*A mes tantes maternelle et paternelle;*

*A tout mes Amis: sans exception.*

*A tout qui connaitre BAHRI NACEUR,*

*Et tout le groupe de 5 eme année.*

*A tout mes amis (es) de l'école.*

# BAHRI NACEUR

# REMERCIEMENT

*Avant tout, je remercie DIEU qui a illuminé mon chemin et qui m'a armé de courage pour achever mes études.*

*Mes forts remerciements à ma mère et mon père... Je remercie fortement ma promotrice : M<sup>me</sup> SADOUNE née Harkat.Samra de m'avoir orienté par ses conseils judicieux dans le but de mener a bien ce travail.*

*Par la même occasion je remercie :*

*Mes Enseignants de l'ENSH pour leurs contributions à ma formation d'ingénieur d'état en hydraulique.*

*Mes remerciements vont également à : mes frères et mes sœurs.*

*Et tous mes amis sans exception.*

*À celui qui n'a jamais hésité le moindre instant à se tenir à mes côtés afin de me soutenir, m'aider, et m'encourager*

*Ma gratitude va également aux membres du jury pour honorer ma soutenance et pour l'effort fourni afin de juger ce travail.*

*Qu'il me soit permis de remercier toutes les personnes qui ont Contribuées de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.*

NACEUR ..... BAHRI

## ملخص:

إن الهدف الأساسي من دراسة مشروع محطة التصفية لمدينة رحوية ولاية تيارت هو تحسين الظروف البيئية بالإضافة إلى الحفاظ و حماية محيط "واد مالحة" و حماية الصحة العمومية من اجل استغلال مياه هذا الأخير فــــي سقي الأراضي الفلاحية.

- المدينة مجهزة بشبكة من نوع أحادي تضمن صرف المياه الخام في المستقبل نحو موقع المحطة.
- تطرقنا في هذه المذكرة إلى كيفية تجسيد هذه المحطة بحسب قدرة استيعابها وهذا يتم على مرحلتين أساسيتين.
- تتمثل الأولى في معالجة التلوث الناتج عن التجمع السكاني 29الف نسمة لا فاق 2020
- بينما تتناول المرحلة الثانية أشغال توسيع المحطة لضمان قدرة الاستيعاب إلى 40الف نسمة .
- وقد انتهجنا في هذه المرحلة الطريقة البيولوجية بالوحل المنشط بحمولة متوسطة.

## Résumé:

L'étude de projet de la station d'épuration à boues activées de la ville de RAHOUIA wilaya de TIARET à pour but, d'améliorer les conditions écologiques de la région et la qualité des eaux de l'oued Melha.

Ce projet est inclus dans le cadre du développement durable dans les régions ayant des capacités considérables surtout agricoles.

Les eaux brutes arrivent a la station d'épuration par l'intermédiaire d'un réseau unitaire.

La réalisation de cette station d'épuration des eaux usées se fait selon leur capacité en deux phases:

La première phase permettra de traiter la pollution de 29000 équivalent habitant à l'horizon 2020.

L'extension (2<sup>ème</sup> phase) correspond à une augmentation de la capacité initiale de la station soit une capacité de 40000 équivalent habitant. Le principe du traitement considéré, est d'une épuration biologique par boue activée avec une charge moyenne.

## SUMMARY:

The study of the project of purification station of RAHOUIA aims to ameliorate and improve the ecologic conditions of the province as well as the waters quality of Oued Melha.

This project is included to direct water towards different regions of TIARET. These region have considerable capacities agricultural.

The waste water reaches to the station by intermediary of a Unitarian network the realisation of a purification station of consumed waters with its capacity .This station is made into two phases;

The first phase will permit to treat pollution due to the population of 29 000 inhabitants till 2020 horizons.

The second phase consists of extension workshops. These latter correspond to an increase of the initial capacity of the station of 40000 habitants. The principle of treatment is to provide a biological purification by activated mud with an average charge.

# SOMMAIRE

## INTRODUCTION GENERAL

### CHAPITRE.I : Présentation du site

I.Présentation et délimitation de la zone d'étude :	2
I.1. Situation géographique:	2
I.2. Caractéristiques climatiques :	3
I.2. 1. Température de l'air :	4
I.2.2.Humidité de l'air	4
I.2.3. Vitesse du vent	5
I.2.4. Direction du vent.....	6
I.2.4.1.Vents fréquents.....	6
I.2.4.2.Vitesses fréquents.....	7
I.2.5. LA PLUVIOMETRIE.....	7
I.3. Structure de la ville et son développement	7
I.4. Etude des cultures agricoles.....	8
I.5.La production animale	9
I.6. Situation du réseau d'Assainissement.....	9
I.7.Topographie du site :	11
I.8. Etude démographique de la région d'étude	11
I.8.1 Données démographiques	11
I.8.2 Estimation de la population actuelle et future.....	11
I.8.3Infrastructures socio-économiques	12
I.8.4 - Inventaire des industries existantes et projetées :	14
I.9. - Ressources hydriques.....	15
I.9.1.-Alimentation en eau potable	15
I.9.2-Ouvrages de stockage	15
I.9.3-Dotation.....	16
I.10.Conclusion :	16

## **CHAPITRE II : Les procédés des épurations des eaux usées**

II.1).Introduction :	17
II-2)-Prétraitements physiques :	17
II-2-1)-Dégrillage :	17
II-2-2)-Tamisage :	18
II-2-3)-Dessablage :	18
II-2-4)-Dégraissage-déshuilage :	19
II-3)-Traitements primaires :	19
II-4)-Traitements secondaires :	20
II-4-1)-Traitement physico-chimique :	20
II-4-1-1)-Coagulation :	20
II-4-1-2)-Floculation :	20
II-4-1-3)-Neutralisation :	21
II-4-1-4)-Décantation :	21
Avantages:	21
Inconvénient:	21
II -4-2)- Traitement biologique :	22
II -4-2-1)- Epannage :	22
Avantages et inconvénients :	22
II -4-2-2) - Les lits bactériens:	22
.Avantages et inconvénients :	22
II-4-2-3). Les disques biologiques :	23
Avantages et inconvénients :	24
II-4-2-4). Lagunage :	24
A). Le lagunage naturel :	24
B). Le lagunage aéré :	26
II-4-2-5). Boues activées :	26
II-4-2-6. Avantages et inconvénients.	28
II-5)-CONCLUSION :	29

## **CHAPITRE III : Analyse des eaux usées et estimation de la pollution**

III-1): Introduction :	30
III-2): Prélèvement et échantillonnage :	30
III-3): Paramètres des analyses :	31
III-4)-Interprétation des résultats d'analyses obtenus :	32
III-4-1)- PH :	32
III-4-2)- Matières en suspension (MES):	32
III-4-3)-: Demande chimique en oxygène (DCO).	32
III-4-4)- Demande biochimique en oxygène (DBO5) :	32
III-4-5)- Biodégradabilité et nature du rejet :	33
III-5)-Calcul des débits :	33
III-5-1)-Pour l'horizon 2020 :	34
III-5-2)-Pour l'horizon 2035 :	35
III-6)-Détermination des charges polluantes :	35
III-6-1)-Calcul théorique :	36
III-6-1-1)-Les charges de pollution journalières :	36
III-6-2)-Calcul pratique.	36
III-6-2-1)-Les charges de pollution journalières :	36
III-7)-CONCLUSION	37

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

IV-1)-Introduction :	38
IV-2)- Calculs de base pour le dimensionnement :	38
IV-3)- Prétraitement :	39
IV-3-1)-Dégrillage :	39
IV-3-2)-Dessablage - Déshuilage:	44
IV-3-2-1)-Horizon 2020:	45
IV-3-2-2)-Horizon 2035:	46
IV-3-2-3)- Calcul des quantités des matières éliminées par le désableur :	47
IV-4)-Les traitements primaires :	48

IV-4-1):Introduction :	48
IV-4-2)- Choix du décanteur primaire :	48
IV-4-3)- Données de départ pour le calcul du décanteur primaire :	48
IV-4-4)-Dimensionnement du décanteur :	49
IV-4-4-1) - Horizon 2020:	49
IV-4-4-2)- Horizon 2035:	50
IV-5)-Les traitements secondaires :	51
IV-5-1)- Intoduction:	51
IV-5-2)- Théorie de l'épuration par boue activée :	51
IV-5-3)- Etude de la variante à moyenne charge :	52
IV-5-3-1):Horizon 2020:	52
IV-5-3-2):Horizon 2035:	59
IV-5-4)- Etude de la variante à faible charge :	61
IV-5-4-1):Horizon 2020:	61
IV-5-4-2):Horizon 2035:	65
IV-6)-La désinfection :	66
IV-6-1)- Introduction :	66
IV-6-2)- Dose du chlore à injecter :	67
IV-6-2-1)- Horizon 2020 :	67
IV-6-2-2)- Horizon 2035 :	68
IV-7)-Traitement des boues :	68
IV-7-1):Introduction :	68
IV-7-2)-Variante à moyenne charge :	69
IV-7-2-1)-Dimensionnement pour Horizon 2020 :	69
IV-7-2-2)-Dimensionnement pour Horizon 2035 :	71
IV-7-3)- Variante à faible charge :	75
IV-7-3-1)- Horizon 2020 :	75
IV-7-3-2)- Horizon 2035 :	75

## **Chapitre V : Calcul hydraulique :**

V.1.Introduction :	76
V.2.Emplacement des ouvrages dans le site de la station :	76
V.3.Déversoir d'orage :	76
V. 3.1.DIMENSIONNEMENT DU DEVERSOIR D'ORAGE:	77

V.3.2	Dimensionnement de la conduite de fuite :	77
V.3.3	Dimensionnement de la conduite By-pass :	77
V.4	Profil hydraulique :	78
V.4.1	COTES MOYENNES DU TERRAIN NATUREL DES ZONES D'IMPLANTATION DES OUVRAGES :	78
V.4.2	CALCUL DES PERTES DE CHARGES, DIAMETRES ET DES LONGUEURS DES CONDUITES RELIANT LES OUVRAGES DE LA STATION D'EPURATION :	78
V.4.2.1	Calcul des longueurs des conduites reliant les ouvrages :	78
V.4.2.2	Calcul des diamètres des conduites reliant les ouvrages ainsi que les pertes de charges :	79
V.4.3	Calcul des cotes piézométriques et cotes de radier des différents ouvrages :	80
V.5	Station de relevage :	81
V.5.1	LE VOLUME DU BASSIN :	82
V.5.2	CALCUL DU DIAMETRE DE LA CONDUITE DE REFOULEMENT:	82
V.5.3	CALCUL DE LA HAUTEUR MANOMETRIQUE DE LA POMPE :	82
V.5.4	Choix de la pompe :	83

## **CHAPITRE VI : Gestion et exploitation de la station d'épuration**

VI-1)	Introduction :	84
VI-2)	Mesures et contrôles effectués au niveau de la station d'épuration :	84
VI-3)	Contrôle de fonctionnement:	85
VI-3-2)	Contrôles périodiques :	85
VI-4)	Entretien des ouvrages :	85
VI-4-1)	Le dégrilleur :	85
VI-4-2)	Déssableur-déshuileur :	86
VI-4-3)	Bassin d'aération :	86
VI-4-4)	Clarification :	86
VI-4-5)	Désinfection des eaux épurées :	86
VI-4-6)	Lits de séchage :	86
VI-4-7)	Epaississeur :	87
VI-5)	Conclusion.	87

### **Conclusion général.**

## LISTE DES TABLEAUX

<b><u>Tableau N°I.1.</u></b> les caractéristiqueq géograhique de la station .....	3
<b><u>Tableau N°I.2.</u></b> Températures mensuelles et annuelle de l'air, °C .....	4
<b><u>Tableau N°I.2.1</u></b> Températures périodique de l'air, °C .....	4
<b><u>Tableau N°I.3.</u></b> Humidité relative de l'air, % .....	5
<b><u>Tableau N°I.4 :</u></b> Vitesses du vent mensuelle et annuelle (m/s) .....	5
<b><u>Tableau N°I.5.</u></b> Direction du vent .....	6
<b><u>Tableau N°I.6.</u></b> Vitesse du vent .....	7
<b><u>Tableau N°I.7 :</u></b> : Affectation des sols de la ville de Rahouia .....	8
<b><u>Tableau N°I.8 :</u></b> : Cultures de la ville de Rahouia .....	9
<b><u>Tableau N°I.9 :</u></b> Production animale de la ville : .....	9
<b><u>Tableau N°I.9.1 :</u></b> Evolution de la population entre 1966/2005 .....	11
<b><u>Tableau N°I.9.2. :</u></b> Evolution de la population future (2005-2035) .....	12
<b><u>Tableau N°I.9.3 :</u></b> Education et Formation .....	13
<b><u>Tableau N°I.9.4 :</u></b> Activités industrielles existantes dans la ville de Rahouia_ ..	15
<b><u>TableauN°II.1 :</u></b> classement des procédés par boues activées : .....	27
<b><u>TableauN°II.2 :</u></b> Avantages et inconvénients des différents procédés : .....	28
<b><u>Tableau. N°III.1 :</u></b> Résultat de l'Analyse des eaux usées au niveau du rejet de la ville DE RAHOUIA (W.TIARET) .....	31
<b><u>Tableau N°III.2 :</u></b> Biodégradabilité du rejet. (SourceDRE.TIARET) .....	33
<b><u>Tableau N°III.3 :</u></b> les charges de pollution journalières (calcul théorique) ...	36
<b><u>Tableau N°III-4 :</u></b> Les charges de pollutions journalières (calcul pratique) .....	36
<b><u>Tableau N° III-5:</u></b> Récapitulatif des données de base .....	37

<b><u>Tableau N°IV-1:</u></b> Estimation de la composition des eaux usées aux différents horizons d'études.....	38
<b><u>Tableau N°IV- 2:</u></b> Tableau récapitulatif des résultats de dimensionnement pour l'horizon 2020. ....	42
<b><u>Tableau N° IV-3 :</u></b> Tableau récapitulatif des résultats de dimensionnement pour l'horizon 2035.....	44
<b><u>Tableau N°IV-4 :</u></b> Récapitulatif des résultats :.....	47
<b><u>Tableau N° IV-5:</u></b> récapitulatif des résultats des calculs du décanteur :.....	51
<b><u>Tableau N° IV-6:</u></b> Charge massique en fonction de a' et b' .....	54
<b><u>Tableau N° IV-7:</u></b> Les résultats de l'horizon 2035 à moyenne charge:.....	60
<b><u>Tableau N° IV-8:</u></b> Les résultats de l'horizon 2035 à faible charge:.....	66
<b><u>Tableau N° IV-9:</u></b> Tableau récapitulatif des résultats à moyenne charge :.....	74
<b><u>Tableau N° IV-10:</u></b> Les résultats de l'horizon 2035 à faible charge :.....	75
<b><u>Tableau N° V.1 :</u></b> Côtes moyenne du terrain naturel de la zone d'implantation des différents ouvrages de la station.....	78
<b><u>Tableau N° V.2 :</u></b> Longueurs des conduites entre les ouvrages de la Station.....	79
<b><u>Tableau N° V.3 :</u></b> Récapitulatif des résultats :.....	81

## LISTE DES FIGURES

<u>Figure N° 1 : Site d'implantation de la future Step de Rahouia</u> .....	3
<u>Figure N° I-2 : température annuelle de l'air, °Cs (%)</u> .....	4
<u>Figure N° I-3 : Humidité de l'air (%)</u> .....	5
<u>Fig. I-4 : vitesse du vent annuelle (m/s)</u> .....	5
<u>Graphe N°1 : Ajustement des a une loi log normal</u> .....	9
<u>Photo N°1 : Etat du rejet secondaire de la ville de Rahouia</u> .....	10
<u>Figure.N°II.1 : Grille mécanique courbe</u> .....	18
<u>Photo N° II.1 : Grille mécanique droite</u> .....	18
...	
<u>Figure N° II.2 : Poste de prétraitement des eaux usées</u> .....	19
<u>Figure N° II.3 : Décanteur lamellaire</u> .....	20
<u>Figure N° II.4 : Décanteur flocculateur, type clarifloculateurs</u> .....	20
<u>Figure N° II.5: Traitement physico-chimique</u> .....	21
<u>Figure N° II.6 Lit bactérien</u> .....	23
<u>Figure N° II.7: Le disque biologique</u> .....	24
<u>Figure N° II.8. Lagunage naturel</u> .....	28
<u>Photo N°III.1 rejet principal de la ville de Rahouia</u> .....	31

## **LISTE DES PLANS**

**PLAN n° 1 :** Plan de masse de la step a boues activées de RAHOUIA W.TIARET.

**PLAN n° 2 :** Plan de situation de la step de RAHOUIA.

**PLAN n° 3 :** Ouvrages de la station d'épuration DE RAHOUIA.

**PLAN n° 4 :** profil hydraulique de la step de RAHOUIA.

**PLAN n° 5 :** Levé topographique.

## **Introduction générale**

L'activité humaine, même la plus élémentaire comme le fait de s'alimenter génère des déchets solides ou liquides, si on les laissait s'accumuler, ces déchets finiront par rendre notre cadre de vie inhabitable. C'est pour cela que depuis l'antiquité, l'homme a mis en place, dans les villes, des systèmes d'assainissement de simples égouts pour conduire les eaux usées et les eaux de pluies, vers la rivière.

Les eaux usées qu'elles soient industrielles ou ménagères ne devraient pas être directement rejetées dans le milieu naturel, car elles peuvent engendrer de graves problèmes environnementaux et de santé publique. Le traitement ou l'épuration des eaux usées a donc pour objectif de réduire la charge polluante qu'elles véhiculent. Par conséquent elles devraient être dirigées vers des stations d'épuration dont le rôle est de concentrer la pollution contenue dans les eaux usées sous forme d'un petit volume d'un résidu, de boues, et de rejeter une eau épurée répondant à des normes bien précises, et cela grâce à des procédés physico-chimiques ou biologiques.

L'objectif principal de l'étude du système d'épuration des eaux usées de la ville de Rahouia consiste à protéger les deux oueds (Oued Malha ) contre la pollution qui seront ensuite destinées à l'irrigation.

Dans notre cas les eaux usées de la ville de Rahouia, sont déversées directement dans Oued Malha ; c'est ce qui nous a incités à penser à la conception d'une station d'épuration pour la ville de Rahouia, surtout sachant que les habitants de la région s'intéressent beaucoup au domaine de l'agriculture, ce qui nous a fait penser à la réutilisation des ces eaux usées dans l'irrigation.

Le contenu comprendra différentes parties. Nous allons faire une analyse assez poussée de la présentation de la ville de Rahouia.

Puis, on traitera en détail une recherche bibliographique portant sur la pollution des eaux et les différentes techniques d'épuration existantes en mettant en évidence leurs efficacités.

On consacrera une étude pour la mesure et l'analyse des différents paramètres de la pollution ainsi que le débit entrant.

Ensuite, on fera une étude du dimensionnement de la station d'épuration pour deux horizons 2020 et 2035.

En terminant par un calcul hydraulique relatif à cette station.

# **Chapitre I**

## **Présentation**

### **du site**

## Présentation de site

### I.Présentation et délimitation de la zone d'étude :

Notre zone d'étude se situe à plus d'1 Km au Nord-Ouest de la ville de Rahouia(wilaya de Tiaret), à proximité du rejet principal (Rejet 1), il borde la RN 23 reliant Tiaret à Rélizane, la superficie de ce site avoisine 3 à 4 ha.

Les rejets des eaux usées domestiques et industrielles déversées sans aucun traitement préalable dans l'Oued el Malha.

Ce site a été proposé par les services techniques de l'hydraulique et de l'A.P.C puis adopté par l'équipe technique pour les diverses raisons suivantes :

- Terrain communal.
- Accessibilité du site.
- Relief du site (pas très accidenté).
- Présence de sources énergétiques (électricité).
- Présence d'un milieu récepteur naturel (Oued Melha).
- Proximité du collecteur général du réseau d'assainissement.
- Disponibilité d'importantes surfaces agricoles avoisinant le site.
- Eloignement du centre urbain afin d'éviter d'éventuels désagréments dus aux mauvaises odeurs, moustiques,.....etc.

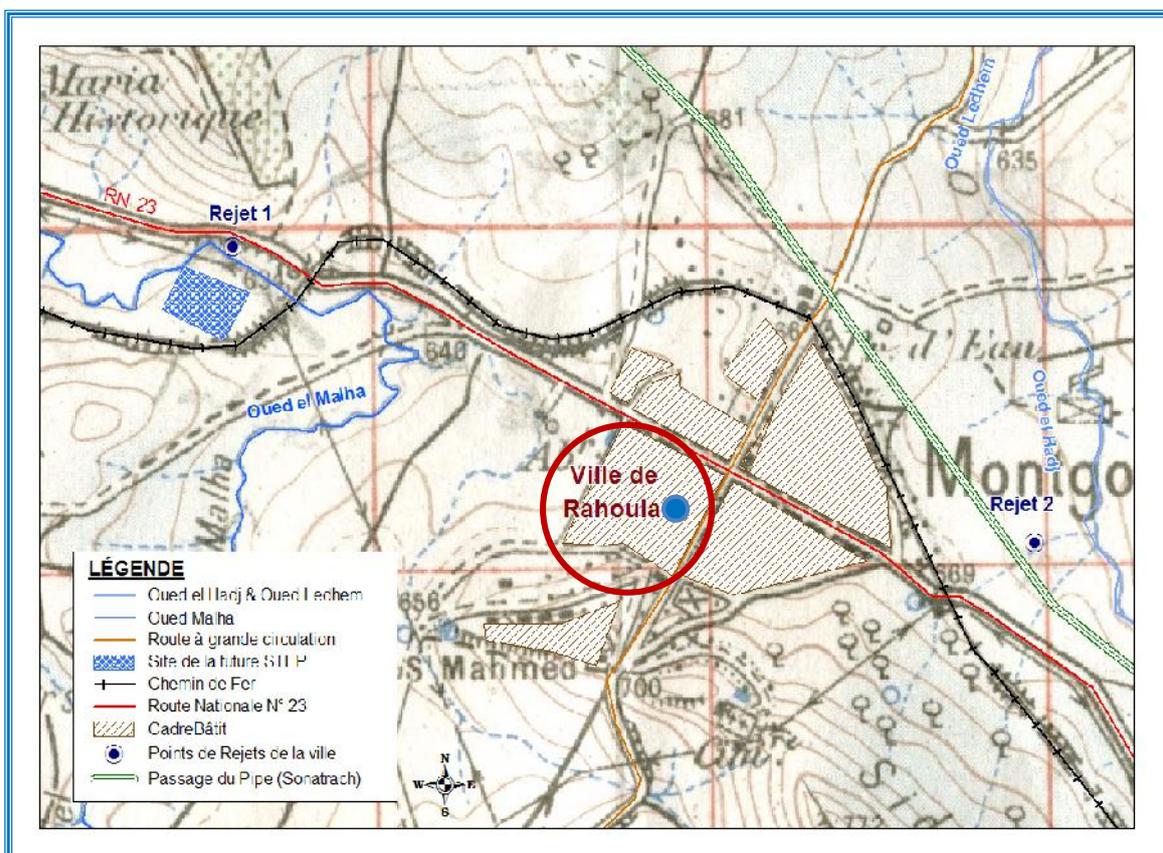
#### I.1.Situation géographique :

Une position géographique stratégique, faisant de la commune de RAHOUIA la ville carrefour des grandes villes de l'Ouest Algérien.

La ville de RAHOUIA se situe au Nord-Ouest de la Wilaya de TIARET, a une distance de 40 Km de la ville de Wilaya, sur une altitude élevée avec une moyenne de 590 m environ. Elle se situe sur les axes de transit RN 23 et RN 91 et constitue un pôle d'attraction avantageux qui permet et favorise le développement du tertiaire.

Elle s'étend sur une superficie totale de 27.554 Ha.et une population de 24.331 habitant, avec des localités limitrophes qui sont :

- Au nord : Les communes de Mendez, Oued Essalem et Sidi Ali Mellal ;
  - A l'Ouest : La commune de Oued Essalem (Wilaya de Relizane) ;
  - A l'Est : Les communes de Sidi Ali Mellal et Guertoufa ;
  - Au Sud : Les communes de Djillali Ben Amar et Machraa Sfa.
- Les sols sont variés et la pluviométrie moyenne annuelle varie de 370 mm à 385 mm par an.
- Le relief est accidenté et présente une forte sensibilité à l'érosion.
- Le climat est de type méditerranéen avec une tendance à la semi aridité. Les changements de temps et les chutes de pluies se manifestent surtout à la fin de l'automne et au début du printemps.



**Figure N°01 :** Site d’implantation de la future STEP de Rahouia

**I.2. Caractéristiques climatiques :**

Le climat est une ressource naturelle qui est un facteur important à considérer pour un projet de système d’épuration, car il intervient dans le fonctionnement du procédé d’épuration d’une part et d’autre part dans le choix du site.

La station météorologique existante, susceptible d’être considérée comme représentative de la région d’étude et possédante de données fiables, est celle de Tiaret. La station se trouve à proximité de la zone d’étude en zone montagneuse.

Tableau N°I.1 : Les caractéristiques géographiques de la station:

<u>Station</u>	<u>Latitude</u>	<u>Longitude</u>	<u>Altitude</u>
TIARET	35° 21	01° 28E	977 m

*Source d'information: DRE(TIARET)*

La valeur de l’indice Climatique caractérisant le type du climat régnant sur l’ensemble de la région d’étude calculé par la relation ci après ;On trouve que la zone d’étude appartienne à un climat tempéré :

$$I = P / (T+10) = 450 / (15 +10)$$

D’Ou :

- I- indice climatique ;
- P- moyenne des pluies annuelles en m
- T - température moyenne annuelle en °C

**I.2.1. Température de l'air :**

La température moyenne annuelle de l'air est de l'ordre de 15 °C .Les valeurs moyennes mensuelles minimale et maximale correspondent aux mois de Janvier (5.9 °C) et d'Août (26.1 ° C) respectivement.

Le tableau 1 donne les valeurs moyennes mensuelle et annuelle de la température de l'air.

Tableau N°I.2.: Températures moyennes mensuelles et annuelle de l'air, °C

Années	Mois													
	1992-2002	jan	Fév.	Mar	Avar	Mai	Jiu	Juil.	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	An
Moyenne		5,9	6,9	10,0	11,5	16,9	22,7	26,1	26,0	20,3	15,8	10,2	7,2	15,0

*Source d'information: DRE (TIARET)*

Les données mesurées à la station météorologique montrent que la température moyenne de la période allant du mois de novembre à avril est inférieure à la moyenne annuelle, par contre la moyenne des températures de Mai à Octobre, est supérieure à la moyenne annuelle.

Tableau N°I.2.1. : Températures périodiques de l'air, °C

Température de l'air, °C	Périodes		
	Année	Novembre- avril	Mai- Octobre
15		8,9	21,3

*Source d'information: DRE(TIARET)*

Ceci permet de distinguer deux périodes dans l'année :

Saison froide (de Novembre à Avril)

Saison chaude (de Mai à Octobre).

**I.2.2.Humidité de l'air :**

La région d'étude est caractérisée par une humidité élevée à l'exception de la période estivale. Les valeurs maximales de l'humidité sont atteintes aux mois de Décembre -Janvier (76 -79%) et les valeurs minimales aux mois de juillet - Août (35 – 37%).

La distribution mensuelle et annuelle de l'humidité de l'air est donnée dans le tableau ci-dessous :

Tableau N°I.3 : Humidité relative de l'air (%)

Années 1992- 2002	Mois												
	jan	Fév	Mar	Avar	Mai	Jui	Juil	Aot	Sep	Oct	Nov	Dec	Moyenne Annuelle
<b>Moyenne</b>	76	72	66	65	57	44	35	37	53	62	74	79	59

*Source d'information: DRE(TIARET)*

### I.2.3. Vitesse du vent :

La vitesse du vent moyenne annuelle est de (4.4 m/s) .Elle est élevée au mois de janvier et peut atteindre 5 m/s au printemps. Elle chute jusqu'à 3.8 m/s en période d'été.

La distribution moyenne mensuelle et annuelle de la vitesse du vent est illustrée dans le tableau I.4.

Tableau N° I.4 : Vitesses du vent annuel (m/s)

Années	Mois												
1992-2002	jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juiel	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc	An
<b>Moyenne</b>	5,1	4,6	4,4	4,9	4,2	3,9	3,8	3,9	4,1	4,0	4,9	4,6	4,4

*Source d'information: DRE(TIARET)*

### I.2.4. Direction du vent :

La direction du vent est un paramètre important intervenant dans le choix de l'orientation de la station de lagunage afin d'éviter les odeurs nauséabondes provenant de la station en vers les agglomérations avoisinantes. Selon les données d'observation de la station météorologique la région d'étude connaît plusieurs directions du vent. Voir ci dessous

Tableau N°.I.5. Direction du vent

Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juiel	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc
WNW	W	W	W	W	NNE	WSW	W	SSW	SW	W	W

*Source d'information: DRE(TIARET)*

Avec :

- WNW : Ouest-Nord-Ouest ;

- W : Ouest ;
- NNE : Nord-Nord- Ouest ;
- WSW : Ouest –Sud –Ouest ;
- SSW : Sud –Sud -Ouest ;
- SW : Sud –Ouest

La direction Ouest est la prédominante ; Elle doit être prise en considération durant le choix de l'orientation de la station d'épuration.

### **I.2.5.LA PLUVIOMETRIE :**

Les caractéristiques pluviométriques à savoir : les pluies journalières maximales (fréquentielles) et les intensités maximales dans les études d'assainissement sont très nécessaires pour la conception et le dimensionnement des ouvrages hydrauliques (les égouts, les drains urbains, les caniveaux d'évacuation des eaux pluviales), le rééquilibrage des Oueds etc.

Une étude pluviométrique a été effectuée à partir des pluies journalières, mensuelles et annuelles enregistrées au niveau des pluviomètres implantés dans la zone d'étude.

Le choix des pluviomètres a été effectué sur la base des critères suivants :

- Situation géographique des stations.
- Qualité et durée des données d'observation.

Nous avons utilisé la série pluviométrique de la station Rahouia (01-27-02) qui dispose d'une série de 36 années dont 9 sont lacuneuses. Cette station a commencé à fonctionner en 1913 mais en réalité les mesures stationnaires ont commencé en 1945. La station est arrêtée en 1982.

### **I.3. Structure de la ville et son développement :**

#### **a- Relief :**

La ville de Rahouia est située sur les hautes plaines de Ghriss et Tighénif, les collines centrales des Beni Chougrane sont dominées au Sud par le massif d'Oueiles, à l'Est par le plateau de Sidi Daho et au Nord par la forêt de Fergoug. A l'Ouest elles sont délimitées par la vallée de l'Oued et se dirige vers la plaine sublittoral appelée communément les plaines de Habra, la pente varie de 10% et 15%. Elle constitue une limite et une liaison entre deux ensembles homogènes biens distincts :

- Au Sud, les plaines du littoral qui sont composées de terrains plats de très bonne valeur agricole où la pente n'excède pas les 5%.
- Au Nord, les montagnes de Beni Chougrane avec des pentes supérieurs à 20 % atteignant ainsi les 500 m altitude.

**b –Géologie :**

Les hautes plaines de Ghriss sont essentiellement formées par des terrains sédimentaires constitués principalement d'alluvions récentes et anciennes.

Les alluvions récentes occupent la partie centrale de la plaine allant de Froha à Tizi alors que les alluvions anciennes forment la majeure partie de la plaine, surtout à l'Est et au Sud Est. La région dans laquelle s'insère la ville de Mascara est composée de sols jeunes formés essentiellement d'alluvions et de sables et pour la plupart de calcaires lacustres et grès de l'Est au Sud/Ouest.

- 65% des sols sont situés sur un substratum peu cohérent.
- 35 % des sols calcaires sont situés sur un substratum tendre l'exclusion de Quelques superficies limités aux secteurs Sud du substratum est dur.

La région est caractérisée par la bonne épaisseur des alluvions ainsi que la profondeur des sols. Tandis que la présence d'une croûte calcaire constitue une contrainte majeure ainsi que la profondeur limitée dans les zones des bas piémonts selon la morphologie et le substratum. Les sols dans cette région sont constitués par l'apport d'alluvions du quaternaire continental. La fertilité des sols est due en grande partie à la présence d'une importante nappe phréatique.

Sur le plan agrologique, la région de Mascara, offre des sols à bonnes structures agricoles, suffisamment profondes et diversifiés de par la nature des matériaux qui les constituent, leurs caractéristiques chimiques et leurs aspects en surface (sols calcaires profonds assez légers, sols calcaires superficielles, sols rouges profonds, sols alluviaux profonds, sols gypseux, sols argilo-calcaires et des sols bruts d'érosion) afin de permettre une variété de production.

**I.4. Etude des cultures agricoles :**

L'agriculture dans la ville de RAHOUIA demeure l'activité la plus convoitée par sa population après l'activité tertiaire.

La surface agricole totale est estimée à 24 279 Ha dont une surface agricole utile (SAU) de 23 927 Ha et 352 Ha sont incultes.

Le relief de la région est traversé par:

- Oued Malha.

La ville de RAHOUIA compte une ferme pilote et trois formes d'exploitation agricole :

- Exploitation agricole individuelle (EAI).
- Exploitation agricole collective (EAC).
- Exploitation privée (collective et individuelle).

Tableau N° I.7 : Affectation des sols de la ville de Rahouia

<b>EXPLOITATIONS</b>	<b>EAC</b>	<b>EAI</b>	<b>PRIVE</b>	<b>FERME PILOTE</b>
<b>Nombre</b>	60	167	1449	1
<b>Superficie</b>	7991	2714	11945	1629
<b>Exploitants</b>	313	187	1449	31

*Source d'information: DRE(TIARET)*

Toutes ces raisons réunies font que la région de Rahouia connaît actuellement une hétérogénéité modeste des cultures qu'elle exploite. Les cultures céréalières semblent être les plus prédominantes, suivies par les fourrages ainsi que les Cultures jeunes et discrètement les cultures maraîchères comme l'attestent le tableau qui suit :

Tableau N° I.8 : Cultures de la ville de Rahouia

CULTURES	CEREALES	FOURRAGES	MARAICHAGE	CULTURES JEUNES
<b>Superficie (Ha)</b>	11 000	550	Insignifiante	37

*Source : DRE (TIARET).*

### I.5.La production animale:

La production animale dans cette région serait aussi variée, elle compte essentiellement les ovins (20050 têtes), les bovins (745 têtes), l'espèce chevalines (175 têtes), les caprins (1250 têtes), l'apiculture (354 ruches).

Tableau N° I.9 : Production animale de la ville :

<b>OVINS</b>	BELIE RS	BREBI S	ANTENAISES	ANTENAI S	AGNEA UX	AGNELL E
<b>Total: 20050</b>	750	8500	5000	800	2500	2500
<b>Bovins</b>	Vaches	Taureau x	Génisse	Taurillon	Vêles	veaux
<b>Total: 745</b>	330	50	90	70	95	110
<b>Autres élevage (Espèce chevaline)</b>	Juments			Autres		
<b>Total: 175</b>	15			160		
<b>Caprins</b>	Chèvres			Autres		
<b>Total: 1250</b>	650			600		
<b>Apicole</b>	Ruches pleines traditionnelles			Ruches pleines traditionnelles		
<b>Total : 354</b>	150			204		

*Source : DRE (TIARET).*

**I.6. Topographie du site :**

La topographie du site d'implantation de la future station d'épuration de la ville de RAHOUIA est relativement élevée avec une moyenne de 585 m mètres environ.

**I.7. Etude démographique de la région d'étude :****I.7.1. Données démographiques :**

L'analyse de l'évolution de la population est un élément pertinent pour la prise en compte de la quantité de pollution engendrée par une communauté donnée et donc permet de nous renseigner à priori sur la taille de la station d'épuration.

Ainsi, la détermination de la capacité de l'installation épuratoire est fonction du nombre d'habitations susceptibles d'être raccordés au réseau d'assainissement.

Nous procéderons dans ce qui suit, à l'évaluation de la population actuelle, ainsi que son évolution dans les années à venir; celle-ci nous servira de base pour la détermination de la capacité de l'installation épuratoire à prévoir, et ce pour faire face aux besoins locaux en matière d'assainissement et d'épuration des eaux jusqu'à un horizon défini.

**I.7.2. Estimation de la population actuelle et future :**

Pour le dimensionnement de la station d'épuration, nous devons prendre en compte le cas le plus défavorable, c'est à dire le cas où les débits des eaux usées attendus à l'installation épuratoire sont maximums notamment en période d'averses où la ville connaît un apport important d'eaux pluviales.

Il sera donc nécessaire de tenir compte des gros consommateurs d'eau soient :

La population, les activités sanitaires, le secteur scolaire, etc.

La ville de RAHOUIA englobera donc la population de toute la commune comptant ainsi son agglomération chef lieu et sa zone éparse.

Tableau n I.9.1: Evolution de la population entre 1966/2005

Horizons	1966	1977	1987	1998	2005
Population De la ville	4.455	6.346	9.405	13.997	22.038
Taux d'accroissement (%)	3,27	4,01	3,68	6,69	

*Source d'information: DPAT, RGPH.*

La croissance de la population de la ville de RAHOUIA a connu une assez forte évolution entre les années 1977 et 1998 avec des taux qui varient de 3 % à 4 %.

La ville connaît un réel surcroît de sa population entre 1998 et 2005 où le taux d'accroissement atteint 6,69 %. Celui-ci est dû aux mouvements migratoires qu'a connus la ville traduite par l'exode rurale, la situation sécuritaire ainsi que l'offre d'emploi qu'ont

généralisé les activités liées à l'agriculture. Cette évolution tend à se stabiliser autour d'un taux variant entre 2 et 3 %.

Nous opterons pour un taux d'accroissement de **2 %** (qui représente le taux d'accroissement de la wilaya de Tiaret) pour le moyen terme (2020) et le long terme (2035) et ce selon les recommandations de la Direction de l'Hydraulique de la Wilaya de Tiaret. Car d'après eux le chef lieu connaît certes une assez forte croissance mais celui-ci connaîtra une certaine stabilité, en améliorant la périphérie du chef lieu (agglomérations secondaires et zone éparses), en urbanisation, en équipements et infrastructures de base, et par conséquent mettre fin à l'exode rural.

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

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

Avec :

P = Population future ;

P<sub>0</sub> = Population résidente à l'année considérée comme référence ;

n = Nombre d'année séparant l'année de référence et l'année prise en compte ;

T = taux d'accroissement.

Sur la base du taux d'accroissement recommandé ultérieurement, l'évolution de la population se situe de la manière suivante pour la ville de RAHOUIA.

Tableau N° I.9.2.: Evolution de la population future (2005-2035)

<b>Horizons</b>	<b>2005</b>	<b>2020</b>	<b>2035</b>
<b>Population De la ville</b>	22.038	29.660	39.918
<b>Taux d'accroissement %</b>	2		

### **I.7.3. Infrastructures socio-économiques :**

#### **a. Equipements :**

Les équipements proprement dits, hormis le logement, englobent une gamme d'extrême étendue d'installations fixes, édifices pour la plupart, dont la disposition harmonieuse et hiérarchisée constitue l'essence même de la ville.

Nous donnerons ici au mot équipement son acception la plus générale comprenant toutes les installations nécessaires à l'homme pour exercer ces activités et satisfaire ses divers besoins.

Les services et équipements grands consommateurs d'eau qui peuvent constituer une source de pollution hydrique sont définis comme suit :

#### **b- Equipements éducatifs :**

Tableau N°I.9.3 : Education et Formation

<b>Infrastructures socio-économiques (Education et Formation)</b>	<b>Nombre</b>	<b>Effectifs</b>
Formation Professionnelle (Etablissements et annexes)	1	410 stagiaires + 57 inscrits = 467 personnes
Enseignement secondaire	2	782 étudiants + 56 enseignants + 60 administrateurs = 898 personnes
Enseignement fondamental 3 <sup>ème</sup> cycle	3	1420 élèves + 71 enseignants + 20 administrateurs = 1511 personnes
Enseignement fondamental premier et second cycle	13	2976 élèves + 24 enseignants = 3000 personnes

*Source d'information: DPAT Tiaret 2005*

### **c- Equipements Sanitaires :**

La ville de RAHOUIA dispose de plusieurs équipements sanitaires parmi lesquels :

- 1 Hôpital comptant une Polyclinique d'une capacité de 60 lits;
- 4 salles de soins présentent dans les zones rurales La ville de RAHOUIA compte un effectif de personnel médical de 18 personnes et paramédical de 57 personnes soit un total de 75 personnes.

### **d- Equipements culturels et sportifs :**

- Une maison de jeunes d'une capacité de 260 individus.
- Un stade communal d'une capacité de 1000 individus ;
- Un stade de Hand-ball ;
- Un terrain combiné ;
- Une bibliothèque communale ;
- Un centre culturel ;
- Deux salles spécialisées.

### **d- Equipements divers :**

Deux bains (Hammams) ;

- Une gare routière de transport Urbain
- Une gare ferroviaire ;
- Un abattoir ;
- Trois douches.

### **e- Equipements administratifs et services :**

- Siège Daïra ;
- Siège d'APC et annexe ;

- Subdivision de l'hydraulique ;
- Antenne des PTT;
- Siège ADE ;
- Banque BADR ;
- CASORAM ;
- Inspection des impôts ;
- Mutuelle agricole ;
- Antenne Sonelgaz ;
- Subdivision agricole
- Subdivision des infrastructures de bases ;
- Brigade de gendarmerie ;
- Sûreté de Daïra (Police) ;
- Unité de protection civile ;
- Direction d'urbanisme de la Construction et de l'habitat (D.U.C.H) ;
- Siège de garde communale;
- Bureaux de postes Et télécommunication.

#### **f- Equipements religieux :**

- Trois (03) mosquées existantes et une en cours de réalisation ;
- Neuf salles coraniques (09) ;
- Effectifs entre Imam, enseignants coran, Tolba ... etc 20 personnes.

#### **g- Equipements touristiques :**

Les équipements touristiques sont inexistant.

#### **h- Equipements projetés :**

La ville de RAHOUIA a certes bénéficié d'un plan directeur d'aménagement et d'urbanisme (PDAU) mais ce dernier est actuellement sujet a une révision puisqu'il a atteint déjà l'ensemble de ces horizons d'études dont le dernier est l'année 2005. Ce qui ne nous permet pas de nous informer sur les équipements projetés pour les horizons d'études que nous avons préconisé pour notre présente étude. Ceci dit, quelques équipements qui sont actuellement en cours de réalisation et projetés à cours terme nous ont été renseignés par le président d'assemblée populaire de RAHOUIA :

- Une brigade de gendarmerie Une brigade motorisée (motards) ;
- Siège de la Casoral;
- Siège de tribunal d'une superficie de 9800 m<sup>2</sup> ;
- Un commissariat ;
- Une crèche ;
- Deux Hammams ;
- Un complexe de proximité (qui est en cours).

#### **I.7.4. Inventaire des industries existantes et projetées :**

**a. Industries existantes :**

La ville de RAHOUIA compte deux unités industrielles qui sont implantés au sein même de son tissu urbain.

Il est à signaler que la ville de RAHOUIA ne compte pas beaucoup d'unités industrielles. Raison pour laquelle la ville s'est donc tournée vers d'autres secteurs à savoir :

- ▶ Le secteur primaire et tertiaire

Tableau N°I.9.4 : Activités industrielles existantes dans la ville de Rahouia.

N°	Nom unité/Etablissement	Statut juridique	Secteur d'activité
1	ONAB	Public	Unité d'alimentation de bétail
2	Briqueterie	Public	Matériaux de constructions

*Source d'information: APC RAHOUIA*

Néanmoins, leurs rejets s'acheminent vers le réseau de la ville est donc directement dans le milieu naturel (Oued el Malha). A la longue, ces rejets agissent et d'une manière très néfaste sur l'environnement.

**b. Industries projetées :**

La ville de RAHOUIA jouira d'un potentiel agricole important, riche et intensifié si des mesures sérieuses seront prises en considération par les services concernés quant aux moyens éventuels pour le renforcement de l'apport en eau pour redonner vie à ces riches terroirs agricoles qui sont très mal exploités jusque là. L'agriculture demeure donc une activité convoitée par la population locale de la ville.

Dans ce contexte, l'industrie à promouvoir dans cette commune devrait être liée aux potentialités locales de la ville comme :

L'industrie liée à l'agro pastoralisme (la commune dispose d'un potentiel agricole important) qui doit être impérativement pris en charge, préservé et approfondie.

**I.8. - Ressources hydriques :****I.8.1.-Alimentation en eau potable :**

L'alimentation de la ville de RAHOUIA est assurée par le barrage de Bekhedda qui mobilise 1700 m<sup>3</sup>/j et qui demeure le seul apport de la ville.

Des efforts ont été entrepris par les services concernés ainsi que par des particuliers pour essayer de combler le déficit en eau que témoigne la ville par d'éventuels forages et à la recherche de sources d'eau mais ces efforts sont restés vains.

La ville de RAHOUIA est dotée d'un réseau d'alimentation en eau potable qui permet le raccordement de la plupart des habitations existantes, soit 95 % des logements sont raccordés.

*sources : Subdivision de l'hydraulique, RAHOUIA*

**I.8.2-Ouvrages de stockage :**

La ville de Rahouia est dotée de trois (03) réservoirs d'eau (château d'eau) situés au centre ville:

- 1 réservoir d'une capacité de 1000 m<sup>3</sup>
- 1 réservoir d'une capacité de 1000 m<sup>3</sup>
- 1 réservoir d'une capacité de 1000 m<sup>3</sup>

Soit une capacité de stockage globale de 3000 m<sup>3</sup>

*Sources : Subdivision de l'hydraulique, RAHOUIA*

### **I.8.3-Dotation :**

Pour l'évaluation des besoins en eau potable de notre zone d'études, il a été retenu la dotation unitaire de 50 l/j/hab.(source DRE TIARET).

Nous préconisons :

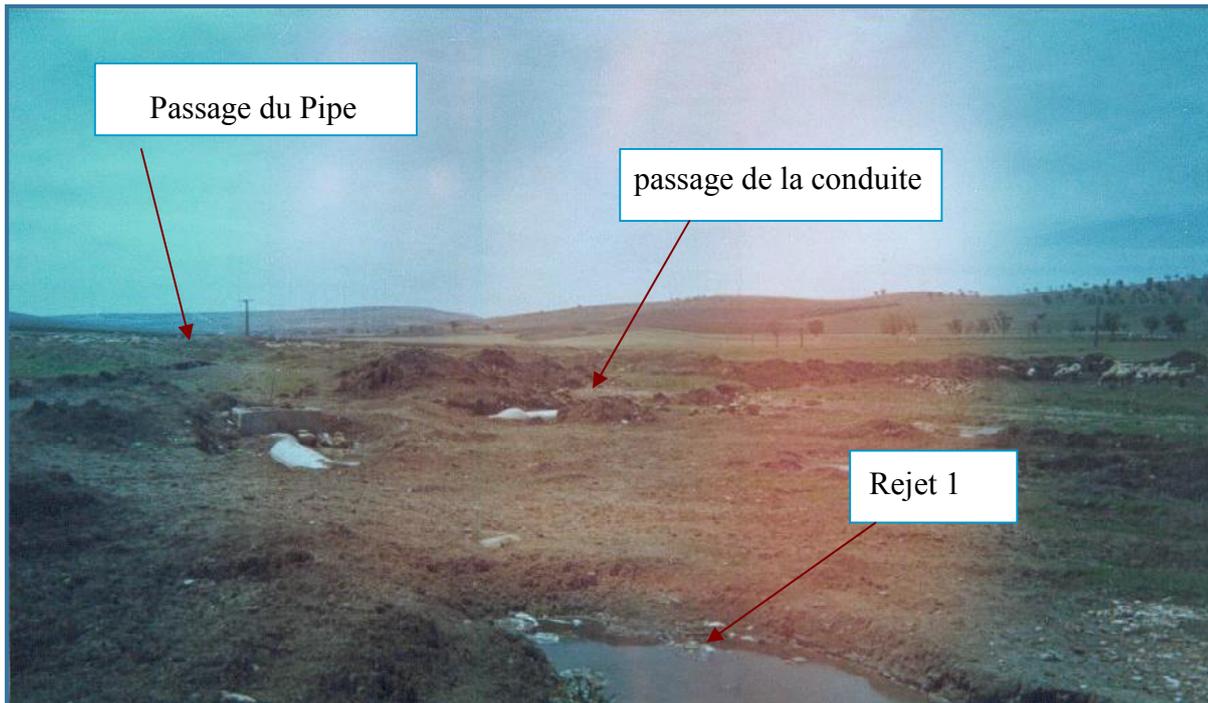
- La même dotation pour le court terme, car d'après les responsables de l'Algérienne des eaux (ADE) de la ville de RAHOUIA qui craignent une régression de cette dotation vu la carence qu'enregistre celle-ci en terme de ressources hydriques.
- Et une dotation de 100 l/j/hab pour le moyen et le court terme, puisqu'on prévoit l'amélioration de la ressource à ces termes.

### **I.8.4- Situation du réseau d'Assainissement :**

L'assainissement est un élément de l'infrastructure qui doit retenir une attention particulière dans les projets pour assurer l'évacuation de l'ensemble des eaux pluviales et usées ainsi que leur rejets dans les exutoires naturels sous des modes compatibles avec les exigences de la santé publique et de l'environnement.

La ville de RAHOUIA est dotée d'un réseau d'assainissement du type unitaire, qui est un ensemble de tronçons ramifiés à partir de l'amont jusqu'à l'exutoire. Le réseau est dépourvu de station de relevage.

Le rejet principale de la ville de Rahouia: qu'on nommera **Rejet1**, ce rejet principal qui draine 100% des eaux usées de la ville. Il se situe au nord-ouest de la ville et parallèlement à la RN 23 en allant vers RELIZANE, il déverse ses eaux dans Oued el Malha.



**Photo N°1** : Etat du rejet secondaire de la ville de Rahouia.

Les eaux usées ne sont pas épurées, elles se jettent dans l'oued qui traverse la région et qui constitue le milieu récepteur :

- Oued el Malha, qui reçoit le rejet principal de la ville de RAHOUIA.

L'évacuation hygiénique de toutes les eaux usées, eaux vannes et pluviales peuvent être nuisibles après leur réintégration dans le cycle hydrologique naturel.

Le taux de raccordement des habitations est de l'ordre de 95 %, les collecteurs principaux dont les diamètres varient entre 600 et 700 mm sont en béton armé et en amiante.

# **Chapitre II**

## **Les procédés d'épuration des eaux**

## **CHAPITRE II :** **Les procédés des épurations des eaux usées :**

### **II.1).Introduction :**

Le traitement des eaux usées a pour but de les dépolluer suffisamment pour qu'elles n'altèrent pas la qualité du milieu dans lequel elles seront finalement rejetées, ou bien être réutilisées dans le cadre des mesures nécessaires à une bonne gestion de l'eau (recyclage) plus particulièrement en milieu industriel.

De l'arrivée à la station d'épuration jusqu'au rejet naturel, le traitement comporte en générale :

- prétraitements physiques
- traitements primaires
- traitements secondaires
- traitements tertiaires.

### **II.2).Prétraitements physiques :**

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

Les prétraitements sont destinés à séparer des eaux résiduaires :

- les matières solides volumineuses risquant d'obstruer les canalisations de l'installation de traitement.
- les matières flottantes et les polluants liquides (huiles, hydrocarbures) non miscibles à l'eau et généralement moins denses que l'eau.

Ils sont constitués d'un ensemble d'opérations physiques et mécaniques : dégrillage, dessablage, déshuilage-dégraissage dont la mise en œuvre est largement dépendante de la nature et des caractéristiques des rejets industriels à traiter et aussi de la ligne de traitement prévue en aval, Comme suite :

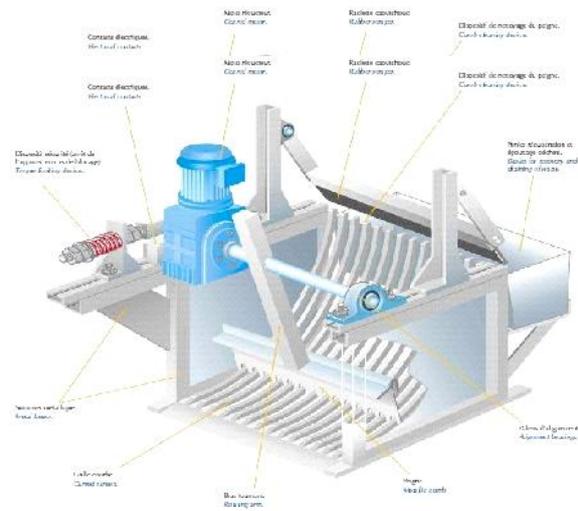
**II.2.1).Dégrillage :** Il permet de séparer les matières volumineuses.

Son principe est extrêmement simple, puisqu'il consiste à faire passer l'eau brute à travers des grilles composées de barreaux placés verticalement ou inclinés de 60 à 80° sur l'horizontale. L'espacement des barreaux varie de 10 à 100 mm. La vitesse moyenne de passage de l'eau entre les barreaux est comprise entre 0,6 et 1 m/s.

Le nettoyage des grilles est réalisé généralement de façon automatique par un dispositif mécanique agissant en amont ou en aval du champ de la grille. On distingue deux types de grilles.

**a) Grilles à nettoyage par l'amont :**

avec un ou deux bras diamétraux rotatifs de nettoyage, équipées de râteaux (éventuellement de brosses sur des grilles très fines), avec éjection automatique des débris dans une goulotte de réception.



**Figure N° II.1 : Grille mécanique courbe.**



Les grilles droites (photo II.1) dans le champ de grille est généralement inclinées de 80° sur l'horizontale et dont le dispositif de nettoyage est du type à râteau ou à grappin alternatif, à commande par câbles, permettant d'obtenir une grande hauteur de relèvement des débris.

**Photo N° II.1 : Grille mécanique droite**

**b). Les grilles mécaniques à nettoyage par l'aval :**

Sont équipées de râteaux peignes, montés sur chaînes, elles peuvent traiter des eaux chargées. Le fonctionnement du dispositif de nettoyage peut être commandé par une temporisation ou/et à partir d'un indicateur de perte de charge différentiel.

**II-2-2). Tamisage :**

Cette opération utilise des grilles de plus faible espacement, peut parfois compléter cette phase du prétraitement ; elle est mise en œuvre dans le cas d'eaux résiduaire chargées de matières en suspension de petite taille. On distingue :

- le macro tamisage (dimensions de mailles > 250μ)
- le micro tamisage (30μ < vide de maille < 150μ)

**II-2-3). Dessablage :**

Le dessablage a pour but d'extraire des rejets industriels, les graviers, les sables et autres matières minérales denses de façon à éviter leur dépôt dans les conduites et canaux, et à protéger les pompes contre l'abrasion.

Il peut devenir indispensable lorsque les usines sont desservies par un réseau unitaire, et notamment pour les industries métallurgiques ou mécaniques.

Le domaine usuel du dessablage porte sur les particules supérieures à 200  $\mu\text{m}$ . Une granulométrie inférieure sera du ressort de la décantation. On distingue :

- les dessableurs couloirs (à écoulement rectiligne), dont la vitesse d'écoulement est variable ou constante
- les dessableurs circulaires, à alimentation tangentielle (figure II.2), à brassage mécanique ou à insufflation d'air (pour éviter les dépôts de matières organiques, en heures creuses, avec faible débit) ;
- les dessableurs rectangulaires à insufflation d'air. On insuffle de l'air qui provoque une rotation de liquide et crée ainsi une vitesse constante de balayage du fond, perpendiculaire à la vitesse du transit. Le sable est extrait soit mécaniquement par raclage vers un poste de réception, puis repris par pompage, soit directement par pompe suceuse montée sur pont roulant.

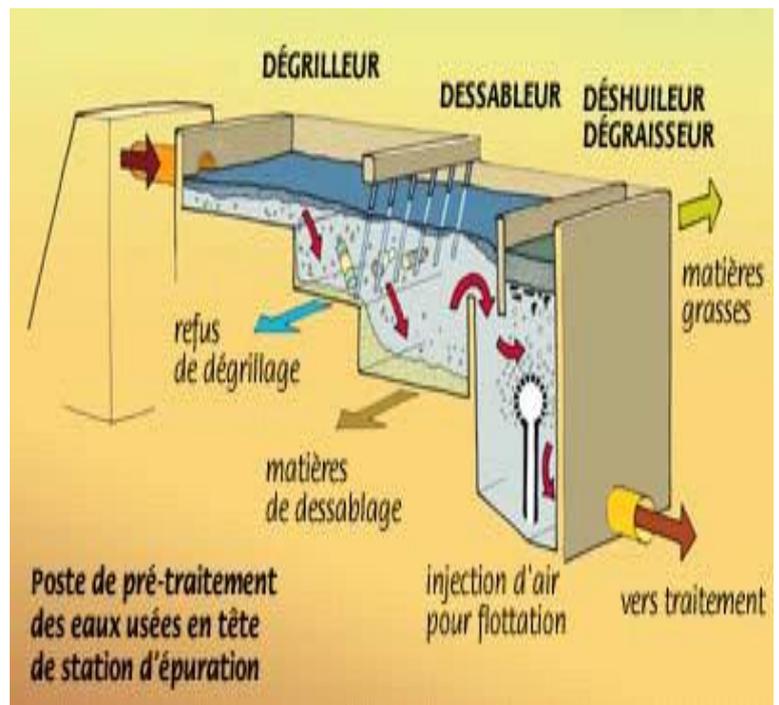
#### **II-2-4)-Dégraissage-déshuilage :**

Ces opérations concernent les eaux résiduaires issues des industries alimentaires (fabriques de conserves de viande, abattoirs, margarineries huileries, etc.), mais aussi des raffineries de pétrole et les industries mécaniques.

Le déshuilage-dégraissage consiste à l'extraction de toutes matières flottantes d'une densité inférieure à celle de l'eau. La teneur de certains rejets industriels (abattoirs, laiteries, etc.) peut

atteindre des valeurs de 300 à 500 mg/l par ailleurs ces matières peuvent former une émulsion stable entretenue par le brassage de l'eau ou constituer une phase indépendante non émulsionnée.

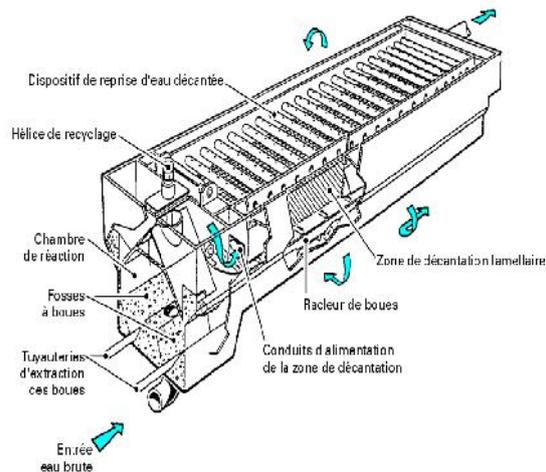
Les huiles et les graisses, lorsqu'elles ne sont pas émulsionnées, sont séparées sous forme de boues flottantes dans des ouvrages longitudinaux ou circulaires comportant une zone d'aération ou les bulles d'air augmentent la vitesse de montée des particules grasses et une zone de tranquillisation où s'effectue la récupération.



**Figure N° II.2 : Poste de pré-traitement des eaux usées.**

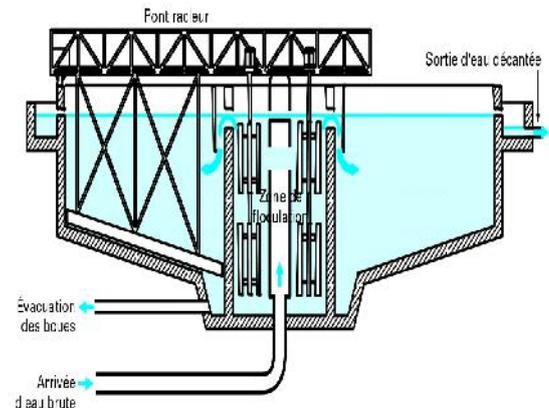
#### **II-3)-Traitements primaires :**

Les eaux provenant du dessableur-déshuilage, doivent passer par le décanteur primaire avant d'arriver au bassin d'aération, en plus ce dernier élimine environ 30 à 35% de la DBO<sub>5</sub>, et 60 à 80% des MES.



**Figure N° II.3 Décanteur lamellaire.**

L'élimination quasi-totale des matières solides implique une coagulation-floculation préalable pour parfaire la clarification. On désigne sous le terme, traitement physico-chimique la séquence coagulation-floculation et décantation. (Figure II.4)



**Figure N° II.4 : Décanteur floculateur, type clarifloculateurs.**

## **II-4)-Traitements secondaires :**

Ce traitement permet d'éliminer les impuretés présentes sous forme soluble, ou lorsque leur taille ne leur permet pas d'être piégées dans le traitement primaire.

Il peut s'envisager selon deux procédés : biologique, physicochimique.

### **II-4-1)-Traitement physico-chimique :**

Après une étape de prétraitement, le traitement physico-chimique consiste en une séparation physique solide-liquide après un ajout de réactifs chimiques ayant provoqué l'agglomération des matières en suspension (MES). Le traitement se déroule en 4 phases : [4]

#### **II-4-1-1)-Coagulation :**

Consiste à déstabiliser des suspensions pour faciliter leur agglomération. Il faut neutraliser leurs charges de manière à réduire leurs forces de répulsion. Ainsi, les colloïdes présents dans les eaux de rivière sont généralement chargés négativement; il faut donc ajouter des coagulants de charge positive tel que les sels de fer ou d'aluminium, minéraux ou cations trivalents employés notamment dans le traitement de l'eau potable. En eaux industrielles, on utilise plutôt des coagulants organiques[4]

#### **II-4-1-2)-Floculation :**

Permet l'agglomération des particules neutralisées par la coagulation. Les flocculants, polymères organiques de synthèse (anioniques, neutres ou cationiques), piègent dans leurs mailles les petites particules déstabilisées pour former un floc. Les flocculants existent sous forme solide, en billes ou en solution, Flocculants minéraux: farines de guar, produit à base d'algues. [4]

#### **II-4-1-3)-Neutralisation :**

Consiste à optimiser le PH des réactions précédentes par ajout d'une base (chaux)

#### **II-4-1-4)-Décantation :**

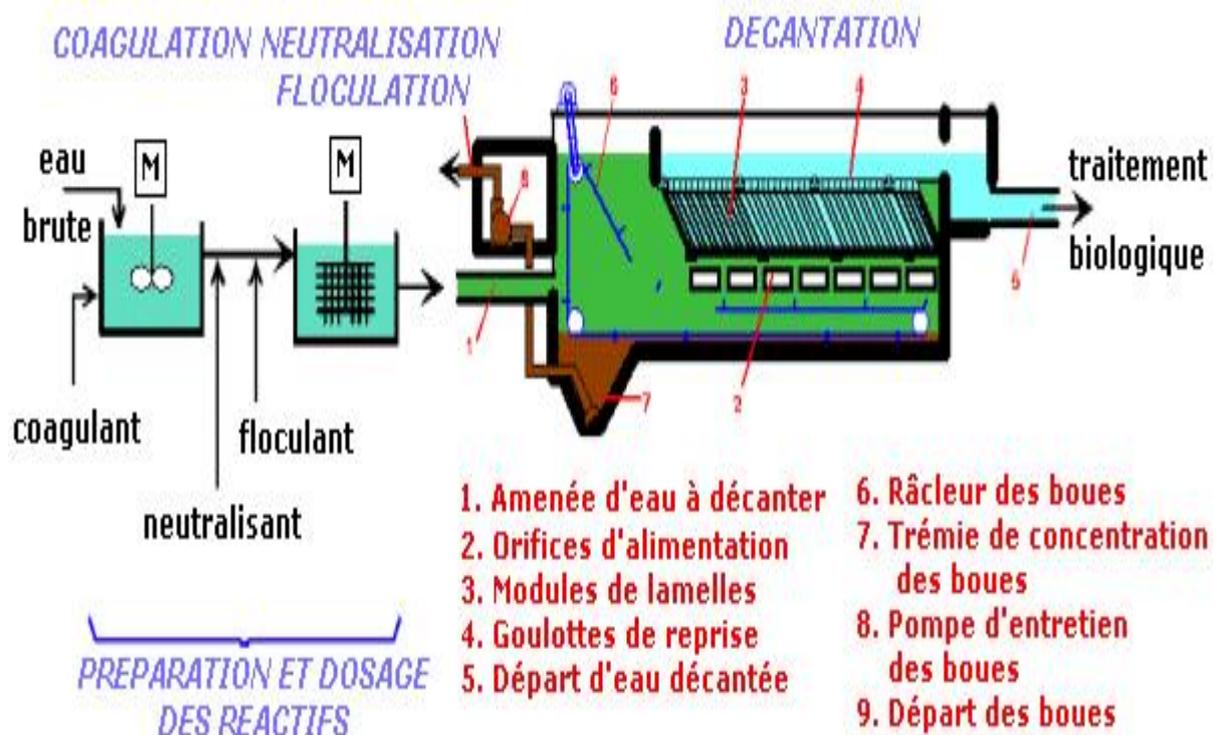
Permet la séparation des phases et donc le rejet de l'eau traitée (eau dont on a retiré les matières en suspension). [4]

#### **Avantage:**

- généralement pour des collectivités de taille moyenne ou importante (>20000 EH) ;
- bonne élimination des MES et du Phosphore ;
- adaptation aux variations de charges (zone touristiques, industrielles) ;
- insensible au non biodégradabilité des effluents ;
- compacité de l'installation et faible emprise au sol. Cela offre une facilité de couverture et donc de désodorisation et par là une meilleure intégration dans l'environnement (adapté aux zones de montagne, au littoral, aux zones urbaines denses, etc.).

#### **Inconvénients:**

- peu adapté aux petites collectivités sans automatisation et sans personnel permanent ;
- élimination incomplète de la pollution organique et de l'azote ;
- coûts d'exploitation élevés (réactifs) ;
- automatisation de l'injection pas toujours satisfaisante pour faire face aux brusques variations de charge ;
- production importante de boues putrescibles



**Figure N° II.5: Traitement physico-chimique**

### **II-4-2-)-Traitement biologique :**

Le traitement biologique des eaux résiduaires est basé sur les mêmes phénomènes que ceux de l'autoépuration naturelle des cours d'eau (rivières, lacs, barrages et mer) sous l'action des micro-organismes aquatiques.

Dans les ouvrages d'épuration biologiques, tous les processus sont intensifiés à cause des conditions artificielles plus favorables à la dégradation de la pollution organique.

Les traitements biologiques permettent de faire passer les éléments présents dans l'eau sous forme soluble ou colloïdale en éléments flocculables et de constituer des agrégats qui peuvent être séparés de la phase liquide.

Parmi les divers organismes responsables des phénomènes biologiques, les bactéries sont les plus importantes et les plus nombreuses.

La dégradation biologique s'accomplit en deux phases presque simultanées :

- une phase d'absorption, très rapide, au cours de laquelle les substances organiques s'absorbent sur la membrane extérieure des cellules.
- une phase d'oxydation, plus lente, au cours de laquelle a lieu l'oxydation des matières organiques en produits de décomposition tels que CO<sub>2</sub> et H<sub>2</sub>O.

La vitesse de dégradation dépend de plusieurs paramètres tels que la quantité d'oxygène, la masse totale de micro-organismes, la température et surtout la nature des substances à traiter. Les principaux procédés d'épuration biologique sont : [5]

#### **II-4-2-1)-Epdage :**

C'est la méthode d'épuration la plus ancienne ; elle consiste à arroser le sol avec les eaux usées ; dans le but d'épurer les eaux et d'engraisser le sol par les substances nutritives contenues dans l'effluent. [4]

#### **Avantages**

- enrichissement du sol par les éléments nutritifs.

#### **Inconvénients**

- risque de contamination des nappes aquifères.
- risque de colmatage des sols.
- utilisation de grandes surfaces de terrain.
- dispersion des germes pathogènes.
- procédé non utilisé en période pluvieuse.

#### **II-4-2-2)-Lits bactériens :**

Ce procédé consiste à alimenter en eau, préalablement décantée, un ouvrage contenant une masse de matériaux (pouzzolane ou plastique) servant de support aux micro-organismes épurateurs qui y forment un film biologique responsable de l'assimilation de la pollution.

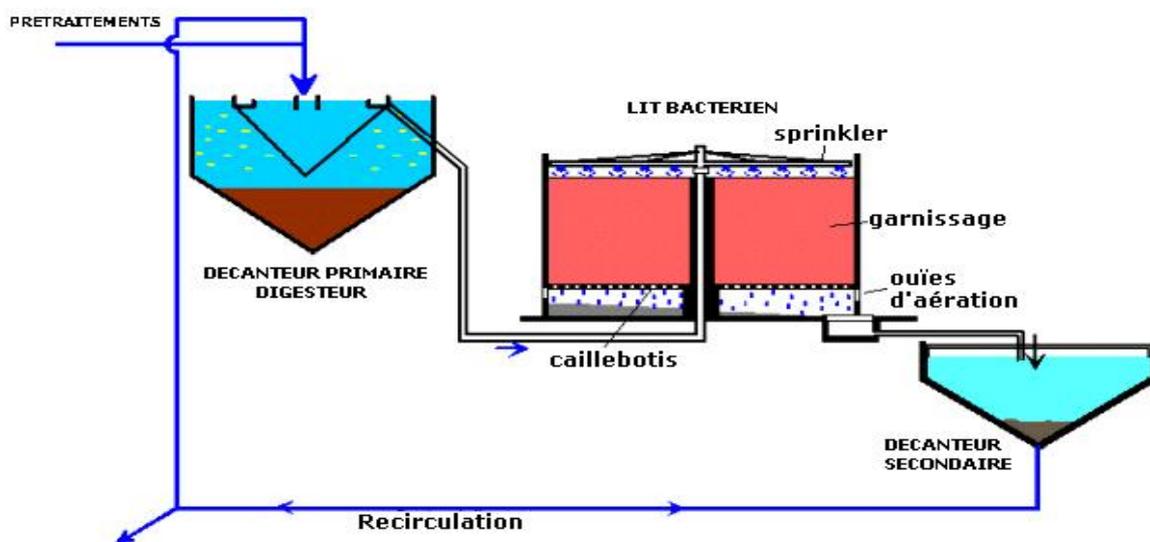
L'aération naturelle se fait grâce à des ouïes d'aération. Le film biologique se décroche au fur et à mesure que l'eau percole. En sortie du lit bactérien se trouve un mélange d'eau traitée et de bio film. Ce dernier sera piégé dans le décanteur sous forme de boues et l'eau traitée rejoint le milieu naturel. La recirculation des boues vers le décanteur digesteur est essentielle. [4]

**Avantages**

- généralement adapté pour des collectivités de taille inférieure à 10 000 EH ;
- faible consommation d'énergie ;
- fonctionnement simple demandant peu d'entretien et de contrôle ;
- peut être installé en amont d'une station à boues activées afin de déconcentrer les effluents du type agroalimentaire ;
- bonne décantabilité des boues ;
- plus faible sensibilité aux variations de charge et aux toxiques que les boues activées.

**Inconvénients**

- coûts d'investissement assez élevés ;
- nécessité de prétraitements efficaces ;
- sensibilité au colmatage et au froid ;
- source de développement d'insectes (en cas de conception et/ou d'exploitation défectueuse) ;
- boues fermentescibles ;
- ouvrages de taille importante si des objectifs d'élimination de l'azote sont imposés.



**Figure N° II.6 :Lit bactérien**

**II-4-2-3)-Disques biologiques :**

L'eau usée, préalablement décantée, alimente un ouvrage dans lequel des disques fixés sur un axe sont mis en rotation à vitesse lente. Sur ces disques biologiques en plastique se développe alors un film bactérien. L'eau usée, préalablement décantée, alimente un ouvrage dans lequel des disques fixés sur un axe sont mis en rotation à vitesse lente. Sur ces disques biologiques en plastique se développe alors un film bactérien.

Dès que le film biologique dépasse une épaisseur de quelques millimètres, il se détache et est entraîné vers le décanteur final où il est séparé de l'eau épurée. Les

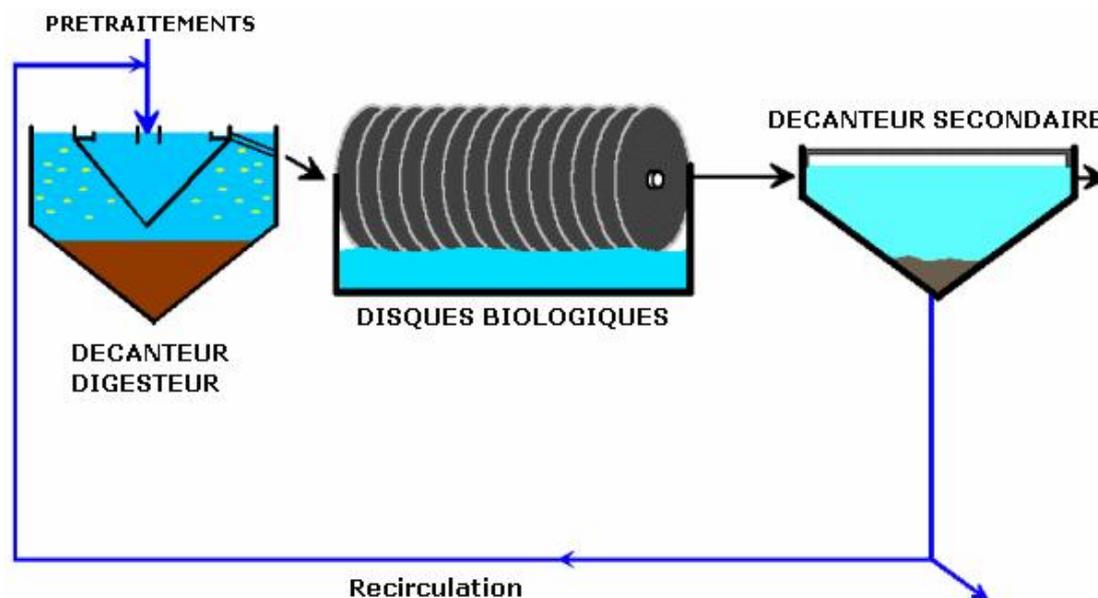
boues ainsi piégées sont renvoyées par pompage périodique vers l'ouvrage de tête pour y être stockées et digérées. [4]

#### Avantages

- généralement adaptés pour les petites collectivités ;
- bonne décantabilité des boues ;
- faible consommation d'énergie ;
- fonctionnement simple demandant peu d'entretien et de contrôle ;
- plus faible sensibilité aux variations de charge que la technique des boues activées.

#### Inconvénients

- performances généralement plus faibles qu'une technique par boues activées, qui tient en grande partie aux pratiques anciennes de conception. Un dimensionnement plus réaliste doit par conséquent permettre d'atteindre des qualités d'eau traitée satisfaisantes ;
- coûts d'investissement importants ;
- grande sensibilité aux variations de température ce qui crée une obligation de couverture ;
- boues putrescibles.



**Figure N° II.7 :Le disque biologique**

#### II-4-2-4)-Lagunage :

Le lagunage est une technique d'épuration qui met en œuvre des bassins naturels dans lesquels séjourne l'eau à épurer pendant une période plus ou moins longue. Ci-après on a les différentes variantes de lagunage. [6]

#### A. Le lagunage naturel :

Le lagunage est un procédé d'épuration naturelle qui a pour principe d'utiliser la végétation aquatique comme agent épurateur des eaux polluées.

Les plantes aquatiques sont ici utilisées comme support aux colonies bactériennes,

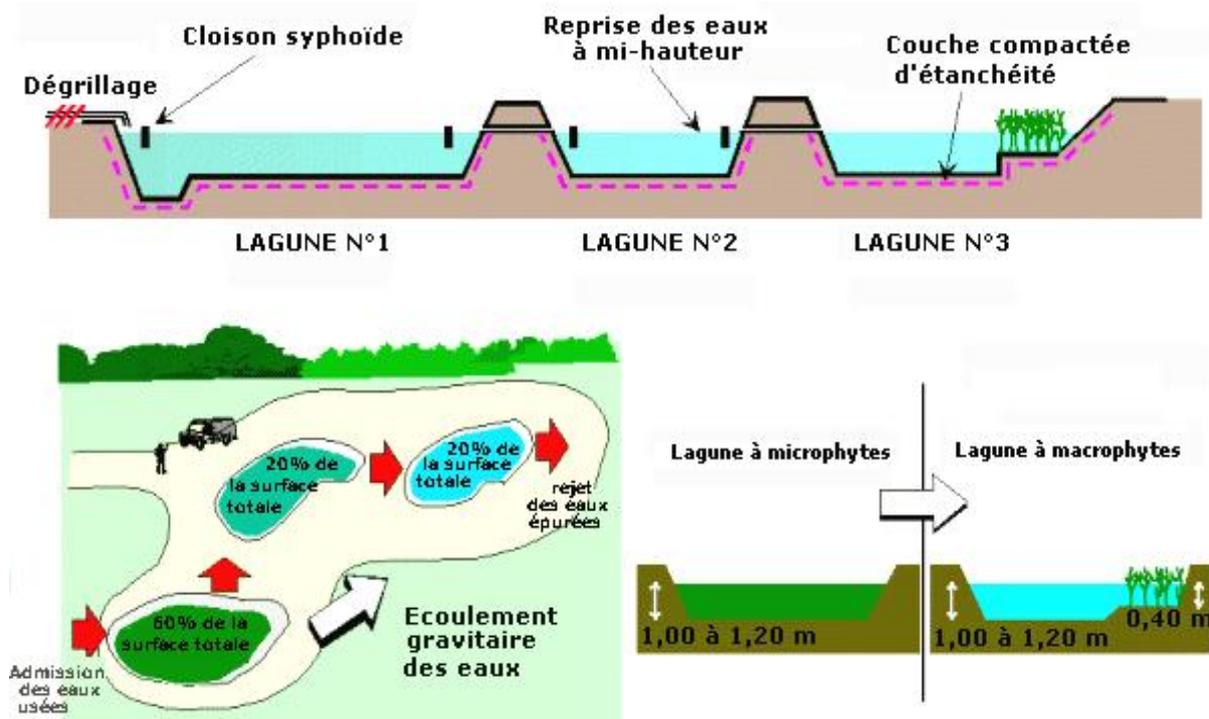
assurant l'épuration efficace de l'eau qui traverse lentement les colonies végétales installées. Les éléments polluants comme les nitrates sont ainsi absorbés par les plantes pour restituer, en sortie de lagunage, une eau de bonne qualité.

### Avantages

- généralement pour des petites stations de taille inférieure à 2000 EH ;
- bien adapté au réseau unitaire (charge hydraulique - dilution) ;
- coûts d'investissement limités (en absence de forte contrainte d'étanchéification) ;
- faibles coûts d'exploitation ;
- bonne intégration dans l'environnement ;
- bonne élimination des pathogènes ;
- boues peu fermentescibles ;
- raccordement électrique inutile ;
- bonne élimination de l'azote (70 %) et du phosphore (60 %).

### Inconvénients

- emprise au sol importante ;
- contraintes de nature de sol et d'étanchéité ;
- variation saisonnière de la qualité de l'eau traitée ;
- nuisances en cas de défaut de conception et/ou d'exploitation (rongeurs, odeurs, moustiques) ;
- élimination de l'azote et du phosphore incomplète ;
- difficultés d'extraction des boues ;
- taille > 100 EH ;
- pas de réglage possible en exploitation ;
- sensibilité aux effluents septiques et concentrés.



**Figure N° II.8. Lagunage naturel**

**B. Le lagunage aéré :**

Regroupe l'ensemble des processus que peut subir une eau résiduaire en vue d'un traitement par oxydation forcée de la matière organique (insufflation d'air) et minéralisation des boues issues du traitement. Il succède à un lagunage primaire pour la décantation. C'est une succession de 3 (ou plus) bassins successifs peu profonds.

L'oxygène est apporté par des échanges avec l'atmosphère au niveau de la surface de l'eau et par la photosynthèse de micro algues. La pollution est détruite par les bactéries présentes dans l'eau, et certains germes par le rayonnement solaire.

Fréquemment utilisé en communes rurales ou pour le traitement de la DCO d'origine agroalimentaire. Ce traitement biologique aérobie reste moyennement efficace, il élimine 80 à 90 % de la DBO et 20 à 30 % de l'azote. Il faut  $\pm 10 \text{ m}^2$  pour traiter 60 g de  $\text{DBO}_5$  par jour, soit un EH (équivalent habitant). La durée du traitement peut aller jusqu'à 60 jours.

**II-4-2-5)-Boues activées :**

Les procédés par boues activées comportent essentiellement une phase de mise en contact de l'eau à épurer avec un floc bactérien en présence d'oxygène suivie par une phase de séparation de ce floc (clarification).

C'est une intensification qui se passe dans le milieu naturel. La différence provient d'une plus grande concentration en micro-organisme donc une demande en oxygène plus importante. De plus pour mettre en suspension la masse bactérienne, une agitation artificielle est nécessaire.

**A. Composants d'une unité biologique :**

Une station de traitement par boues activées comprend dans tous les cas :

- Un bassin dit d'aération dans lequel l'eau à épurer est mise en contact avec la masse bactérienne épuratrice.
- Un clarificateur dans lequel s'effectue la séparation d'eau épuré et de la culture bactérienne.
- Un dispositif de recirculation des boues assurant le retour vers le bassin d'aération des boues biologique récupérées dans le clarificateur, cela permet de maintenir la quantité de micro-organisme constante pour assurer le niveau d'épuration recherché.
- Un dispositif de fourniture d'oxygène à la masse bactérienne présente dans le bassin d'aération.

Un dispositif de brassage afin d'assurer au mieux le contact entre le micro-organisme et la nourriture, d'éviter les dépôts de favoriser la diffusion de l'oxygène. [7]

**B. Classement des procédés par boues activées :**

En épuration d'eau usée un réacteur biologique se caractérise par les paramètres essentiels suivants :

**✓ Charge massique**

La charge massique  $C_m$  est le rapport entre la quantité de pollution dont le substrat introduit dans ce réacteur et la masse de boues activées MVS dans ce réacteur. Cette notion  $C_m$  est importante car elle conditionne pour les différents paramètres de boue le fonctionnement de la boue activée, tel que : [8]

- Le rendement épuratoire.

- La production des boues
- Le degré de stabilisation de boues en excès produites
- Les besoins en oxygène ramenés à la pollution éliminés.

✓ **Charge volumique**

La charge volumique  $C_v$  est le rapport de la pollution journalière reçue en Kg de  $DBO_5$  au volume du bassin d'aération. Cette donnée permet d'évaluer le volume de bassin et elle n'a aucune signification biologique. [8]

**C. Age des boues :**

L'âge des boues  $A_b$  est un rapport entre la masse des boues présentes dans le réacteur et la masse journalière des boues extraite de la station. Cette notion d'âge de boue traduit la présence ou l'absence de germe nitrifications. [8]

**Tableau N° II-1 : classement des procédés par boues activées : [1]**

Appellation	Charge massique $C_m$ (Kg $DBO_5$ /Kg MES .j)	Charge volumique $C_v$ (Kg $DBO_5$ /m <sup>3</sup> .j)	Agés des boues en jour	Rendement (R) d'élimination de la $DBO_5$
<b>Faible charge</b>	$C_m < 0,15$	$C_v < 0,40$	10à30	$R \geq 90\%$ Nitrification possible
<b>Moyenne charge</b>	$0,15 \leq C_m < 0,4$	$0,5 < C_v < 1,5$	4à10	$R = 80\text{à}90\%$ Nitrification possible aux températures élevées
<b>Forte charge</b>	$0,4 \leq C_m < 1,2$	$1,5 < C_v < 3$	1,5à4	$R < 80\%$

- Les rendements annoncés sont donnés dans l'hypothèse d'une bonne séparation de tous les éléments décantables de la liqueur de boues activées.
- Sur des effluents industriels concentrés, les rendements d'épuration sont supérieurs à ceux annoncés ci-dessus.

**D. Choix du procédé d'épuration : [11]**

Pour arriver à dimensionner une station d'épuration il faut choisir une de ces procédés en prenant en considération leurs avantages et inconvénients qu'on va les citer ci-après :

✓ **Procédé à forte charge :**

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

✓ **Procédé à moyenne charge :**

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

✓ **Procédé à faible charge :**

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

**Avantages**

- Réduction de temps de séjour de la pollution et les surfaces du terrain utilisées.
- Plusieurs variantes de ce procédé ont été adoptées pour traiter, selon le cas, les eaux usées à forte, moyenne, et faible charge donnant des rendements assez appréciables.
- Recirculation de la culture bactérienne permet d'enrichir le bassin par les micro-organismes épurateurs.
- Faible influence de la température sur la cinétique de dégradation bactérienne.

**Inconvénient**

- L'exploitation de ce type de station exige un personnel qualifié et une vigilance permanente.

**II-4-2-6)-Avantages et inconvénients :** sont représentés dans le tableau suivant :

**Tableau N° II-2 : Avantages et inconvénients des différents procédés :**

	<b>Avantages</b>	<b>Inconvénients</b>
<b>Forte charge</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Un temps de contact relativement court entre l'eau à épurer et les boues activées ;</li> <li>- Très bonne élimination de l'ensemble des paramètres de pollution.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coût d'investissement assez important ;</li> <li>- Consommation énergétique importante ;</li> <li>- La nitrification est incomplète ou difficile ;</li> <li>- Le bassin d'aération est précédé d'un décanteur primaire.</li> </ul>
<b>Moyenne charge</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La consommation énergétique du poste d'aération est plus faible ;</li> <li>- Prend un espace moyen dans le terrain</li> <li>- Pour toute taille de collectivité.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nécessité de personnel qualifié et d'une surveillance régulière ;</li> <li>- Décantabilité des boues pas toujours aisée à maîtriser.</li> </ul>
<b>Faible charge</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Assure une bonne élimination de DBO<sub>5</sub></li> <li>- Résiste mieux aux fluctuations de charge polluante ;</li> <li>- L'exploitation de telles stations est très simplifiée ;</li> <li>- Prend un petit espace dans le terrain.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le temps de séjour dans le bassin ;</li> <li>- Investissement coûteux ;</li> <li>- Le bassin d'aération, plus largement dimensionné ;</li> <li>- Les boues sont plus concentrées d'où la décantation dans le clarificateur est lente, il faut prévoir une surface très importante.</li> </ul>

D'après ce tableau des avantages et des inconvénients on adopte le procédé d'épuration par boues activées.

**II-5).Conclusion :**

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

# **Chapitre III**

## **Analyse des eaux usées et estimation de la pollution**

**CHAPTRE III :**  
**Analyse des eaux usées et estimation de la pollution**

**III.1.Introduction :**

Les eaux résiduaires ont une origine variable selon les différentes activités humaines : usages domestiques, usages industriels, usages agricoles, entretien des espaces publics etc.... Cette eau déversée en totalité au milieu naturel est susceptible d'entraîner la pollution de ce milieu. La pollution de l'eau est une dégradation physique, chimique ou biologique de cette eau, provoquée par le rejet de substances indésirables qui perturbent les conditions de vie et l'équilibre du milieu aquatique, et induisent d'importantes nuisances : mauvaises odeurs, fermentations, inconforts divers, et des risques sanitaires qui se répercutent, à court terme, sur notre organisme, à travers, la chaîne alimentaire.

L'analyse des eaux usées est une phase très importante pour la conception d'une station d'épuration, elle caractérise les paramètres de pollution de l'eau usée tel que : La DBO, DCO, MES, pH ...etc. qui vont ensuite exprimer la charge polluante.

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

- Mesure des débits.
- Mesure de la température, pH.
- Prélèvement des échantillons.
- Conservation des échantillons.
- Analyse des échantillons.

Ont peut avoir certains analyses qui se font in situ comme c'est le cas pour la température et le pH.

**III.2. Prélèvement et échantillonnage :**

Pour l'établissement du bilan de pollution de la ville de RAHOUIA (W. TIARET), des campagnes d'échantillonnage d'eaux usées urbaines ont été effectuées au niveau des deux principaux exutoires existants :

- ❖ Rejet N°I : ((1<sup>er</sup> cité), des métaux lourds
- ❖ Rejet N°II : (2<sup>ème</sup> cité)) devant être effectuer au niveau de l'exutoire principal.

Les compagnes d'échantillonnage d'eaux usées ont lieu durant les deux jours successifs suivants :

- Lundi 27.11.2006 (80% de la population est raccordée).
- Mardi 28.11.2006 (Jour du marché : (d'abattage des caprins, des ovins et bovins au niveau de l'abattoir).

Lors des compagnes d'échantillonnages d'eaux usées, l'ingénieur chimiste a procédé aux remplissages d'eaux usées dans des flacons en plastique bien propres d'un litre

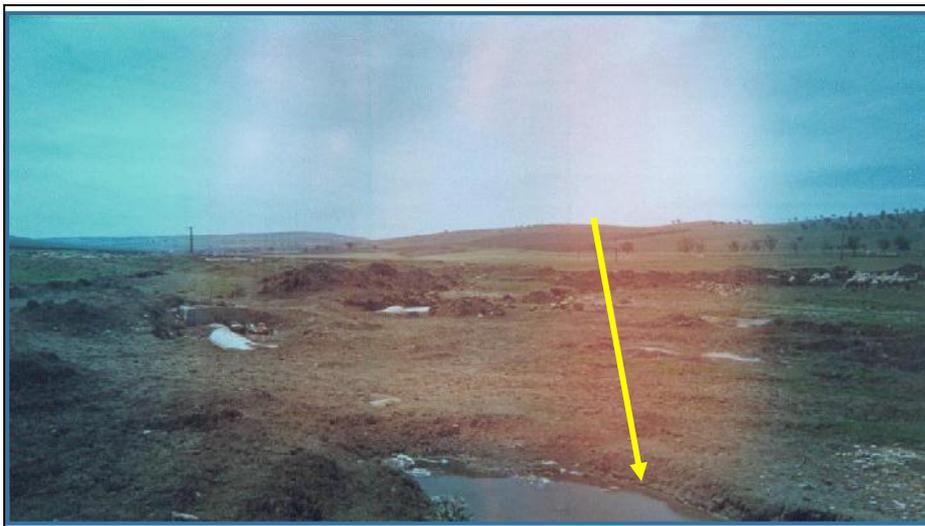
## Chapitre III : Analyse des eaux usées et estimation de la pollution

(soigneusement étiquetés), en procédant au moment de chaque prise, aux mesures de la température.

Tous les échantillons prélevés sont conservés à une température de 4 °C (glacière calorifugée), avant de procéder aux analyses. Il est toutefois nécessaire de rappeler, qu'entre chaque prise d'eau, un temps d'intervalle de deux (02) heures à été respecté par le laborantin. Les prélèvements ont permis de suivre les variations de la pollution générée durant ce laps de temps.

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

La Figure suivante représente le rejet principal de la ville de Rahouia.



**Photo N° III.1** Rejet principal de la ville de Rahouia.

### **III.3. Paramètres des analyses :**

Les paramètres analysés sont les suivants :

- Demande biochimique en oxygène (DBO<sub>5</sub>)
- Demande chimique en oxygène (DCO)
- Matières en suspension (MES) à 105 C°
- Matières en suspension (MES) à 600 C°
- PH

Les effluents liquides de la ville de Rahouia sont issus d'un réseau de type unitaire.

**Tableau. N° III.1 : Résultat de l'Analyse des eaux usées au niveau du rejet de la ville de Rahouia (W.TIARET):**

Paramètres	Quantité	Unité
DBO <sub>5</sub>	302,5	mg/l
DCO	590,4	mg/l
MES à 105 C°	276,5	mg/l
MES à 600 C°	374	mg/l
PH	7,9	-

(Source DRE. Tiaret)

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

### **III-4)-Interprétation des résultats d'analyses obtenus :**

#### **III-4-1)- PH :**

La valeur moyenne de PH est de l'ordre de 7,9. Cette valeur se situe bien dans la fourchette (6,5- 8,5) admise par les normes de rejet d'une eau usée urbaine.

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

#### **III-4-2)- Matières en suspension (MES):**

La concentration moyenne des matières en suspension (MES) de l'effluent brut examiné, représentant la totalité des matières en suspension décantables et non décantables que ce soit organiques ou minérales, Il est d'usage en traitement des eaux d'appeler «Matières en suspension», des impuretés séparables par filtration ou centrifugation.

Les valeurs moyennes de MES à 105<sup>0</sup>C et à 600<sup>0</sup>C obtenues sont respectivement 276,5 et 374 mg/l.

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

#### **III-4-3)- Demande chimique en oxygène (DCO) :**

La demande chimique en oxygène (DCO) représentent la quantité d'oxygène nécessaire pour obtenir une bonne oxydation des matières organiques et minérales présentes dans l'eau. la valeur moyenne de la DCO mesurée est de l'ordre de 590,4 mg/l.

Cette valeur confirmant les caractéristiques d'une eau usée urbaines à caractère domestique moyennement chargée.

#### **III-4-4)- Demande biochimique en oxygène (DBO<sub>5</sub>):**

La demande biochimique en oxygène est, par définition, la quantité d'oxygène (O<sub>2</sub>) nécessaire aux micros organismes vivants pour assurer l'oxydation et la stabilisation des matières organiques présentes dans l'eau usée. Par convention, la DBO est la valeur obtenue après cinq jours d'incubation, DBO<sub>5</sub>. L'essai normalisé prévoit un ensemencement microbien à l'aide d'eau usée domestique, d'une eau de rivière ou d'un effluent de station, et une incubation à 20 °C.

## Chapitre III : Analyse des eaux usées et estimation de la pollution

La valeur moyenne de  $DBO_5$  analysée est de 302,5 mg/l, nous pouvons dire que nous sommes en présence d'une eau usée urbaine normalement chargée en matières organiques biodégradables. La  $DBO_5$  d'une eau usée à une valeur inférieure à celle de la DCO correspondante.

### III-4-5)- Biodégradabilité et nature du rejet :

Les effluents biodégradables sont caractérisés par les paramètres suivants :

→  $DCO / DBO_5 < 2.5$

→  $DCO < 750 \text{ mg/l}$

Il est donc intéressant de vérifier la valeur du rapport  $DCO / DBO_5$  pour déduire la nature de rejet, nous prendrons les valeurs moyennes de la  $DBO_5$  et de la DCO.

Tableau. N° III.2 : Biodégradabilité du rejet.

Paramètre	Rejet
DCO (mg/l)	590,4
$DBO_5$ (mg/l)	302,5
$DCO / DBO_5$	1,95

(Source DRE.TIARET)

La valeur moyenne de  $DCO / DBO_5$  est de l'ordre de 1,95, cette valeur n'est pas loin du rapport de la biodégradabilité  $DCO / DBO_5$  qui est de l'ordre de 2,5.

Ce rapport montre que les rejets du centre de la ville de Rahouia contiennent des matières organiques biodégradables.

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

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

### III-5)-Calcul des débits :

Le volume rejeté par les habitants est estimé à 80 % de la dotation d'AEP. La direction de l'hydraulique de la wilaya de TIARET a adopté une dotation de 100 l/hab. /j pour la ville de Rahouia.

Donc la dotation en eau potable actuelle et future de la population est de **100 l/ha/ j** se qui nous donnent une consommation d'eau potable de **2966 m<sup>3</sup>/j** en **2020** et de **3991,8 m<sup>3</sup>/j** en **2035**.

## Chapitre III : Analyse des eaux usées et estimation de la pollution

Il s'agit de déterminer :

- a- Le débit journalier : «  $Q_j$  » ( $m^3/j$ )
- b- Le débit moyen horaire : «  $Q_{moy, h}$  » ( $m^3/h$ )
- c- Le débit de pointe par temps sec : «  $Q_{pte}$  » ( $m^3/h$ )
- d- Le débit diurne : «  $Q_d$  » ( $m^3/h$ )
- e- Le débit de pointe par temps de pluie.

### III-5-1)-Pour l'horizon 2020 :

en 2020 on a une consommation de **2966**  $m^3/j$ .

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

Le débit total journalier se calcul comme suite :

$$Q_{moy, j} = Q_{cons} * Cr_j$$

$Q_{cons}$  : débit de consommation                       $Cr_j$  : coefficient de rejet = 0,8.

Donc :  $Q_{moy, j} = 2372,8 m^3/j$ .

$$Q_{moy, j} = 2342,8 m^3/j.$$

b) Débit moyen horaire journalier ( $m^3/h$ ) :

Il est donné par la relation suivante :

$$Q_{m, h} = Q_{moy, j} / 24 \quad \text{donc on aura : } Q_{m, h} = 97,61 m^3/h$$

$$Q_{moy, h} = 97,61 m^3/h.$$

c) Débit de pointe en temps sec :

On a la relation suivante :

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

$C_p$  : coefficient de pointe

$$C_p = 1,5 + 2,5 / \sqrt{Q_{moy, j}} \rightarrow \text{Si } Q_{moy, j} > 2,8 l/s$$

$$C_p = 3 \rightarrow \text{Si } Q_{moy, j} \leq 2,8 l/s$$

Dans notre cas :  $Q_{moy, j} = 27,11 l/s$  alors on applique la relation :  $C_p = 1,5 + 2,5 / \sqrt{Q_{moy, j}}$

Donc :  $C_p = 1,98$ . Alors on aura :

$$Q_{pte} = 53,67 l/s \Rightarrow Q_{pte} = 193,26 m^3/h$$

$$Q_{pte} = 193,26 m^3/h.$$

d) Débit diurne:

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

$$Q_d = Q_{moy, j} / 16$$

$$Q_d = 146,42 m^3/h$$

$$Q_d = 146,42 m^3/h.$$

e- Le débit de pointe par temps de pluie :

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

Donc :  $Q_{pte, p} = 27,11 * 3 = 81,33 l/s$

$$Q_{pte, p} = 292,83 m^3/h.$$

## Chapitre III : Analyse des eaux usées et estimation de la pollution

### III-5-2)-Pour l'horizon 2035 :

En 2020 on a une consommation de **3991,8 m<sup>3</sup>/j**.

a) Débit moyen journalier en Q<sub>moy j</sub> (m<sup>3</sup>/j) :

Le débit total journalier se calcul comme suite :

$$Q_{moy j} = Q_{cons} * Cr_j$$

Q<sub>cons</sub> : débit de consommation                      Cr<sub>j</sub> : coefficient de rejet = 0,8.

Donc : Q<sub>moy j</sub> = **3193,44 m<sup>3</sup>/j**.

$$Q_{moy j} = 3193,44 \text{ m}^3/\text{j.}$$

b) Débit moyen horaire journalier (m<sup>3</sup>/h) :

Il est donné par la relation suivante :

$$Q_{m h} = Q_{moy j} / 24 \quad \text{donc on aura : } Q_{m h} = 133,06 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{moy h} = 133,06 \text{ m}^3/\text{h.}$$

c) Débit de pointe en temps sec :

On a la relation suivante :

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

C<sub>p</sub> : coefficient de pointe

$$C_p = 1,5 + 2,5 / \sqrt{Q_{moy j}} \quad \rightarrow \text{Si } Q_{moy j} > 2,8 \text{ l/s}$$

$$C_p = 3 \quad \rightarrow \text{Si } Q_{moy j} \leq 2,8 \text{ l/s}$$

Dans notre cas : Q<sub>moy j</sub> = **36,96 l/s** alors on applique la relation :  $C_p = 1,5 + 2,5 / \sqrt{Q_{moy j}}$

Donc : C<sub>p</sub> = **1,91**. Alors on aura :

$$Q_{pte} = 70,59 \text{ l/s} \Rightarrow Q_{pte} = 254,14 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{pte} = 254,14 \text{ m}^3/\text{h.}$$

d) Débit diurne:

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

$$Q_d = Q_{moy j} / 16$$

$$Q_d = 199,59 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_d = 199,59 \text{ m}^3/\text{h.}$$

e- Le débit de pointe par temps de pluie :

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

Donc : Q<sub>pte,p</sub> = 36,96 \* 3 = 110,88 l/s

$$Q_{pte, p} = 399,18 \text{ m}^3/\text{h.}$$

### III-6)-Détermination des charges polluantes :

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

## Chapitre III : Analyse des eaux usées et estimation de la pollution

### III-6-1)-Calcul théorique :

Pour un réseau d'assainissement de type unitaire on a les valeurs suivantes :

$$DBO_5 = 70 \text{ g/hab/j}$$

$$MES = 80 \text{ g/hab/j}$$

#### III-6-1-1)-Les charges de pollutions journalières :

Elles s'expriment par :

$$C_{DBO_5} = DBO_5 * N_{hab}$$

$$C_{MES} = MES * N_{hab}$$

**Tableau N° III-3 : les charges de pollution journalières (calcul théorique) :**

Horizon	Population	$C_{DBO_5}$ (Kg/j)	$C_{MES}$ (Kg/j)
2020	29660	2076,2	2372,8
2035	39918	2794,26	3193,44

(Source DRE .TIARET).

### III-6-2)-Calcul pratique :

#### III-6-2-1)-Les charges de pollutions journalières :

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

$$DBO_5 = 302,5 \text{ mg/l}$$

$$MES = 276,5 \text{ mg/l}$$

$$C_{DBO_5} = DBO_5 (\text{Kg/m}^3) * Q_{moy} (\text{m}^3/\text{j})$$

$$C_{MES} = MES (\text{Kg/m}^3) * Q_{moy} (\text{m}^3/\text{j})$$

**Tableau. N°III.4 : Les charges de pollutions journalières (calcul pratique)**

Horizon	$Q_{moy j}$ ( $\text{m}^3/\text{j}$ )	$C_{DBO_5}$ (Kg/j)	$C_{MES}$ (Kg/j)
2020	2342,8	708,69	647,78
2035	3193,44	966,02	882,98

Et dans le tableau qui suit la récapitulatif des données de base :

**Tableau N° III-5 : Récapitulatif des données de base :**

Donnée de base	2020	2035
Population	29660	39918
Débit journalier (m <sup>3</sup> /j)	2342,8	3193,44
Débit moyen horaire (m <sup>3</sup> /h)	97,61	133 ,06
Débit de pointe en temps sec (m <sup>3</sup> /h)	193,26	254,14
Débit diurne (m <sup>3</sup> /h)	146,42	199,59
Charge en DBO <sub>5</sub> (Kg/j)	708 ,69	966,02
Charge en MES (Kg/j)	647,78	882,98

### **IV-7)-CONCLUSION :**

En conclusion d'après les résultats obtenus on constate que les valeurs expérimentales sont inférieures aux valeurs théoriques.

Pour le dimensionnement de la future station on utilise le débit de pointe par temps sec pour les raisons suivantes :

- Pour des raisons économiques.
- Eviter le surdimensionnement des ouvrages de traitements.

Les eaux usées rejetées par la ville de RAHOUIA sont constituées d'eaux usées urbain et d'une eau usée industriel, qui est celle de l'abattoir ; cette eau est assimilée à une eau usée urbaine. Selon le calcul du rapport  $\frac{DCO}{DBO} \leq 2$  cette eau pourrait être traitée par un procédé biologique.

# **Chapitre IV**

## **Dimensionnement de la station d'épuration**

**CHAPITRE IV :**  
**Dimensionnement de la station d'épuration :**

**IV.1).Introduction :**

Le dimensionnement de la STEP dépend de la charge d'entrée, qui est fonction de débit et des concentrations moyennes des paramètres de pollution (DBO<sub>5</sub>, MES...).

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

Le projet que nous proposons est établi en tenant compte du fait que la station sera réalisée en deux phases :

- la première phase satisfait les besoins de 2020.
- la seconde qui sera une extension de la première faisant face aux besoins du 2035.

**IV-2)- Calculs de base pour le dimensionnement :**

Tous les ouvrages de la station ont été dimensionnés pour traiter les eaux usées à l'horizon 2020 et 2035.

D'après le chapitre précédent on a calculé les débits et les charges polluantes de notre zone d'étude aux différents horizons (2020 et 2035). Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau suivant :

**Tableau N° IV-1 : Estimation de la composition des eaux usées aux différents horizons d'études.**

Paramètres	Unités	Horizon d'étude	
		2020	2035
Type de réseau	-	Unitaire	Unitaire
Capacité de la station	Eq/hab.	29660	39918
$Q_{moy, j}$	m <sup>3</sup> /j	2342,8	3193,44
$Q_{moy, h}$	m <sup>3</sup> /h	97,61	133,06
$K_p$	-	1,98	1,91
$Q_{pte, s}$	m <sup>3</sup> /h	193,26	254,14
$Q_{pte, p}$	m <sup>3</sup> /h	292,83	399,18
$Q_d$	m <sup>3</sup> /h	146,42	199,59
Charge journalière en DBO <sub>5</sub>	Kg/j	708,69	966,02
Concentration correspondante C <sub>DBO5</sub>	mg/l	302,5	302,5
Charge journalière en MES	Kg/j	647,78	882,98
Concentration correspondante C <sub>MES</sub>	mg/l	486	486

**IV-3)- Prétraitement :**

Le dimensionnement du prétraitement a été effectué pour les deux horizons 2020 et 2035 et en considérant le débit de pointe de temps de pluie.

**IV-3-1)-Dégrillage :**

L'opération de dégrillage permet :

- De protéger la station contre l'arrivée des gros objets susceptibles de provoquer des bouchages au niveau de différentes unités de l'installation.
- D'éliminer les matières volumineuses charriées par l'eau brute, qui pourraient nuire à l'efficacité des traitements ultérieurs.

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

- Le dégrillage fin : écartement de 3 à 10 mm
- Le dégrillage moyen : écartement de 10 à 45 mm
- Le dégrillage grossier : écartement de 50 à 100 mm. [5]

On distingue deux types de grilles :

- **Grilles courbes** : Elles sont formées de barreaux plats, et sont utilisées pour des profondeurs du canal variant de 0,5 à 1,8m.
- **Grilles droites** : Elles sont inclinées de 90° par rapport à l'horizontal et sont parfois verticales. Ce type de grilles peut être utilisé par les grandes profondeurs du canal (2 à 3m) avec un espacement des barreaux (40 à 60mm)..

**NB** : La vitesse moyenne d'écartement à travers les grilles est de l'ordre de 0,6 à 1 m/s, cette vitesse peut atteindre 1,3 à 1,4 au débit maximal.

Le dimensionnement du dégrilleur est effectué à un débit de point à temps de pluie.

Tel que :  $Q_{pte,p} = (3\div 5) Q_{moy,j}$  Avec :  $Q_{pte,p}$  : débit de point à temps de pluie.et

$Q_{moy,j}$  : débit moyen journalier.

**a)-dimensionnement de canal d'amené (l'horizon 2020) :**

-Section du canal :

On a :

$$Q_{pte,p} = V * S \rightarrow S = Q_{pte,p} / V$$

Où :

$Q_{pte,p}$  : débit de pointe de temps de pluie ( $m^3/s$ )

V : vitesse de passage dans le canal (m/s)

S : section du canal ( $m^2$ )

$$\text{Alors: } S = 0,081/0,6 \rightarrow S = 0,14 m^2$$

$$\mathbf{S = 0,14 m^2}$$

-Hauteur du canal :

$$S = l \times H \rightarrow H = S / l$$

Ou :

H : Hauteur du canal (m)

l: Largeur du canal (m).

On prend : l= 0,8 m.

$$\text{Alors : } H = 0,14/0,8 \rightarrow H = 0,18m$$

$$\mathbf{H = 0,18m}$$

-Rayon hydraulique :L'expression du rayon hydraulique :  $R_h = S / 1 + 2 H$ 

Ou : H : Hauteur du canal (m).

l: Largeur du canal (m). S : section du canal (m<sup>2</sup>).Alors :  $R_h = 0,14 / (0,8 + 2 \times 0,18) R_h = 0,12 \text{ m}$ Donc :  $(R_h)^{2/3} = 0,24 \text{ m}$ -Pente du canal :On a:  $V = (i)^{0,5} * K_s * R^{2/3} \rightarrow (i)^{0,5} = V / K_s * R^{2/3}$ K<sub>s</sub> : Coefficient de rugosité entre 70 et 80.Alors :  $i = (0,6 / (75 * 0,24))^2 = 0,00111 \text{ m/m}$ **i = 0,00111 m/m****b)-dimensionnement de grille :**-Section libre de la grille :

$$S' = (e / e + d) * S$$

Où : S' : section libre de la grille

e : Espacement barreaux (e=20)

d : Epaisseur barreaux (d=10)

Donc :  $S' = (20 / 30) * 0,14 = 0,093 \text{ m}^2$ **S' = 0,093 m<sup>2</sup>**La Vitesse dans la grille :

$$V = Q_{\text{pte, p}} / S'$$

Où : V : Vitesse dans la grille

Q<sub>pte, p</sub> : Débit de pointe de temps de pluie

S' : Section libre de la grille

Alors :  $V = 0,081 / 0,093 = 0,87 \text{ m/s}$ **V = 0,87 m/s**Largeur du passage de la grille : l'

$$l' = S' / H$$

Où : l' : Largeur du passage de la grille

S' : Section libre de la grille

H : Hauteur du canal.

Alors :  $l' = 0,093 / 0,18 = 0,52 \text{ m}$ **l' = 0,52 m**-Nombre d'ouverture :Où : Nombre d'ouverture =  $l' / e$ 

e: Espacement barreaux. (e=20mm)

l' : Largeur du passage de la grille

Alors : Nombre d'ouverture =  $0,52 / 0,02 = 26 \text{ ouverture}$ -Nombre des barreaux :Nombre de barreaux = Nombre d'ouverture - 1 donc Nombre de barreaux =  $26 - 1 = 25$ .**25 barreaux.**Largeur fermée : l''

l'' = nombre des barreaux \* d

Ou : d : Epaisseur barreaux (d=10mm).

Donc : l'' = 25 \* 10 = 250 mm.

**l''=250mm**

-Largeur de la chambre de dégrillage :

l = Largeur ouverte + Largeur fermée.

l = 0,52 + 0.25 = 0,77 m

**l=0,77m**

Calcul des pertes de charge :

On détermine la perte de charge dans un dégrilleur par la relation de Kirschmer :

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

Avec: ΔH: perte de charge (m).

β : coefficient dépendant de la forme des barreaux (forme circulaire :β=1,79 ). [5]

e : espacement entre les barreaux (cm).

d: épaisseur des barreaux

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

α : angle d'inclinaison de la grille (α =60°).

V : vitesse dans la grille.

Le tableau ci-après résume tous les résultats du dimensionnement pour l'horizon 2020.

**Tableau .N°IV-2:Tableau récapitulatif des résultats de dimensionnement pour l'horizon 2020.**

<b>OUVRAGE : DEGRILLEUR</b>	<b>29660 habitant</b>	
<b>CANAL</b>		
Débit	0,081	m <sup>3</sup> /s, débit de pointe à temps de pluie
Vitesse	0,60	m/s, prendre entre 0,6 et 0,8 m/s
Largeur canal	0,8	m
Section canal	0,14	m <sup>2</sup>
Hauteur canal	0,18	m
Rayon hydraulique (R)	0,12	m
R <sup>2/3</sup>	0,24	
Coefficient de rugosité Ks	75	prendre entre 70 et 80 ( béton brute)
RACINE (pente) (I)	0,033	
Pente (I)	0,00111	0,032%
<b>GRILLE FINE</b>		
Epaisseur barreaux (d)	10	mm
Espacement barreaux (e)	20	mm eau réside, urbaine 15<e<30mm
Hauteur des barreaux (h)	0,52	m
B	1,79	Forme circulaire

Perte de charge	0,024	m
Section libre de la grille	0,093	m <sup>2</sup>
Vitesse dans la grille	0,87	m/s
Largeur de passage de la grille	0,52	m
Nombre d'ouvertures	26	-
Largeur ouverte	0,52	m
Nombre de barreaux	25	
Largeur fermée	0,25	m
Largeur de la chambre de Dégrillage	0,77	m
<b>GRILLE GROSSIERE</b>		
Epaisseur barreaux (d)	20	mm
Espacement barreaux (e)	50	mm eau réside, urbaine 50<e<100mm
Hauteur des barreaux (h)	0,52	m
$\beta$	1,79	Forme circulaire
Perte de charge	0,015	m
Section libre de la grille	0,1	m <sup>2</sup>
Vitesse dans la grille	0,81	m/s
Largeur de passage libre	0,55	m
Nombre d'ouverture	11	-
Largeur ouverte	0,52	m
Nombre de barreaux	10	
Largeur fermée	0,2	m
Largeur de la chambre de dégrillage	0,72	m

On remarque que les pertes de charges pour les deux dégrilleuses sont faibles.

-Pour l'horizon 2035 on fait le procédé de calcul avec leurs données.

Le tableau ci-après résume tous les résultats du dimensionnement pour l'horizon 2035 :

**Tableau. N° IV-3: Tableau récapitulatif des résultats de dimensionnement pour l'horizon 2035.**

<b>OUVRAGE : DEGRILLEUR</b>	<b>39918 hab</b>	
<b>CANAL</b>		
Débit	0,11	m <sup>3</sup> /s, débit de pointe à temps de pluie
Vitesse	0,60	m/s, prendre entre 0,6 et 0,8 m/s
Largeur canal	0,8	m
Section canal	0,18	m <sup>2</sup>
Hauteur canal	0,23	m
Rayon hydraulique (R)	0,14	m
R <sup>2/3</sup>	0,27	
Coefficient de rugosité Ks	75	prendre entre 70 et 80 (béton brute)
RACINE (pente) (I)	0,0296	
Pente (I)	0,00087	0,03%
<b>GRILLE FINE</b>		
Epaisseur barreaux (d)	10	mm
Espacement barreaux (e)	20	mm eau réside, urbaine 15<e<30mm
Hauteur des barreaux (h)	0,12	m
B	1,79	Forme circulaire
Perte de charge	0,027	m
Section libre de la grille	0,12	m <sup>2</sup>
Vitesse dans la grille	0,92	m/s
Largeur de passage de la grille	0,52	m
Nombre d'ouvertures	26	-
Largeur ouverte	0,52	m
Nombre de barreaux	25	-
Largeur fermée	0,25	m
Largeur de la chambre de Dégrillage	0,77	m

<b>GRILLE GROSSIERE</b>		
Epaisseur barreaux (d)	20	mm
Espacement barreaux (e)	50	mm eau réside, urbaine $50 < e < 100$ mm
Hauteur des barreaux (h)	0,67	m
$\beta$	1,79	Forme circulaire
Perte de charge	0,017	m
Section libre de la grille	0,13	m <sup>2</sup>
Vitesse dans la grille	0,85	m/s
Largeur de passage libre	0,57	
Nombre d'ouverture	12	-
Largeur ouverte	0,60	m
Nombre de barreaux	11	
Largeur fermée	0,22	m
Largeur de la chambre de dégrillage	0,82	m

**Conclusion :**

Les pertes de charge obtenues pour les deux dégrilleurs sont faibles.

Afin d'avoir une souplesse dans l'exploitation et l'entretien, on prévoit deux dégrilleurs fonctionnant en parallèle ; un dégrilleur grossier à l'amant, et un dégrilleur fin à l'entrée de la station.

**IV-3-2)-Dessablage - Déshuilage:**

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

Il est composé de deux zones :

- l'une aéré pour le dessablage : les sables et les matières lourdes sont récupérées au fond de l'ouvrage.
- les huiles et les graisses sont récupérées en surface.

Le bassin est équipé d'un pont racleur sur lequel est suspendue une pompe d'extraction des sables, les huiles sont raclées vers une fosse par les racleurs de surface.

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

$$\text{vérifiée : } \frac{L}{H} \leq \frac{V_e}{V_s}$$

Où :

$V_e$  : La vitesse horizontale (vitesse d'écoulement)

$V_s$  : Vitesse de sédimentation.

$L$  : Longueur de bassin.

$H$  : Profondeur du bassin.  $H= 1$  à  $2,5$

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

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

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

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

#### **IV-3-2-1)-Horizon 2020:**

Le débit de pointe :  $Q_{pte, p} = 0,081 \text{ m}^3/\text{s}$ : [débit de pointe de temps de pluie ( $m^3/\text{s}$ )].

A) Section verticale :

$$S_v = \frac{Q_p}{V_e} = \frac{0,081}{0,3} \quad S_v = 0,27 \text{ m}^2$$

B) Section horizontale :

$$S_h = \frac{Q_p}{V_s} = \frac{0,081}{0,01} \quad S_h = 8,1 \text{ m}^2$$

C) Longueur du dessableur :

On prend : La hauteur  $H=1 \text{ m}$ ,  $\frac{L}{H} = 3$  Donc :  $L=3 \text{ m}$ .

D) Largeur du dessableur :

$$B = \frac{S_h}{L} = \frac{8,1}{3} = 2,7 \text{ m} \quad \text{On prend : } B = 2,7 \text{ m}$$

E) Volume du bassin :

$$V = S_h \cdot H = 8,1 * 1 \quad V = 8,1 \text{ m}^3$$

F) Le temps de séjour dans le bassin :

$$t_s = \frac{V}{Q_p} = \frac{8,1}{0,081} = 100'' \quad t_s = 1' 40''$$

G) Le volume d'air à insuffler dans le dessableur :

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

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

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

$$q_{air} = 0,081 * 1,5 = 0,122 \text{ m}^3 \text{ d'air} / \text{s}$$

$$q_{air} = 437,4 \text{ m}^3 \text{ d'air} / \text{h}$$

**IV-3-2-2)-Horizon 2035:**

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

$$Q_p = Q_{p(2035)} - Q_{p(2020)} = 0,11 - 0,081$$

$$Q_p = 0,029 m^3 / s$$

Pour le dimensionnement, on prend :

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

$$V_s = 40 m / h = 0,01 m / s. \quad \text{et} \quad H = 1 m.$$

**A) Section verticale :**

$$S_v = \frac{Q_p}{V_e} = \frac{0,029}{0,3} \quad S_v = 0,096 m^2$$

**B) Section horizontale :**

$$S_h = \frac{Q_p}{V_s} = \frac{0,029}{0,01} \quad S_h = 2,9 m^2$$

**C) Longueur du dessableur :**

On prend : La hauteur  $H=1 m$ ,  $\frac{L}{H} = 3$  Donc :  $L=3 m$

**D) Largeur du dessableur :**

$$B = \frac{S_h}{L} = \frac{2,9}{3} = 0,96 m \quad \text{On prend : } B = 0,96 m$$

**E) Volume du bassin :**

$$V = S_h \cdot H = 2,9 \cdot 1 \quad V = 2,9 m^3$$

**F) Le temps de séjour dans le bassin :**

$$t_s = \frac{V}{Q_p} = \frac{2,9}{0,029} = 100'' \quad t_s = 1' 40''$$

**G) 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. [5]  $q_{air} = Q_p \cdot V$

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

$$q_{air} = 0,029 * 1,5 = 0,043 m^3 d'air / s \quad q_{air} = 156,6 m^3 d'air / h$$

**Tableau N° IV-4 : Récapitulatif des résultats de dimensionnement de dessableure-déshuileure :**

Désignations	unité	2020	2035
Dessableur			
Débit de pointe en temps de pluie	m <sup>3</sup> /h	292,83	399,18
Vitesse d'écoulement	m/s	0,3	0,3
Vitesse de sédimentation	m/s	0,01	0,01
Section verticale	m <sup>2</sup>	0,27	0,096
Section horizontale	m <sup>2</sup>	8,1	2,9
Langueur	m	3	3
Largeur	m	2,7	0,96
Hauteur	m	1	1
Temps de séjour	s	100	100
Débit d'air à insuffler	m <sup>3</sup> /h	437,4	156,6

**IV-3-2-3) Calcul des quantités des matières éliminées par le dessableur :**

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

Celles-ci représentent 30% des MES.

Les MES contiennent 30% de MM et 70% de MVS.

**-Horizon 2015 :**

- La charge en MES à l'entrée de dessableur est  $MES=647,78\text{Kg/j}$
- Les matières volatiles en suspension MVS contenues dans les MES sont :

$$MVS=647,78*0,70=453,45\text{Kg/j}$$

- Les matières minérales contenues dans les MES sont :

$$MM=647,78*0,3=194,33\text{Kg/j}$$

- Les matières minérales éliminées :

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

$$MM_e=194,33*0,70=136,03\text{Kg/j}$$

Les matières minérales à la sortie de dessableur :

$$MM_s=MM-MM_e=194,33-136,03=58,3\text{Kg/j}$$

- Les MES à la sortie de dessableur:

$$MES_s=MVS+MM_s=453,45+58,3$$

$$MES_s=511,75\text{Kg/j}$$

**-Horizon 2035:**

- La charge en MES à l'entrée de dessableur est  $MES=882,98\text{Kg/j}$
- Les matières volatiles en suspension MVS contenues dans les MES sont :

$$MVS=882,98*0,70=618,08\text{Kg/j}$$

- Les matières minérales contenues dans les MES sont :

$$MM=882,98*0,3=264,89\text{Kg/j}$$

- Les matières minérales éliminées :  
Un dessableur permet d'éliminer 70% des matières minérales totales  
 $MM_e=264,89*0,70=185,43\text{Kg/j}$
- Les matières minérales à la sortie de dessableur :  
 $MM_s=MM-MM_e=264,89-185,43=79,46\text{Kg/j}$
- Les MES à la sortie de dessableur:  
 $MES_s= MVS+ MM_s=618,08+79,46$   $MES_s=697,54\text{Kg/j}$

#### **IV-4)-Les traitements primaires :**

##### **IV-4-1) Introduction :**

Le processus principal du traitement primaire est la décantation qui permet une séparation de deux phases liquide solide, par simple gravité.

On a vu qu'au cours du dessablage une bonne partie de particules grenues (sable) ont été éliminées mais l'eau usée véhicule toujours de telles particules (200 $\mu$ ) ainsi que des particules coalescentes que l'on peut s'en débarrasser par simple sédimentation en vue d'alléger les traitements ultérieurs.

L'eau usée préalablement dégraillée et dessablée, contient encore des matières organique et minérales décantables, qui vont subir une décantation.

Ces matières correspondent aux états suivants :

##### **a- décantation libre ou grenu :**

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

##### **b- décantation diffuse ou coalescent :**

Elle correspond aux particules qui s'agglutinent et flocculent au furet 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.

Les différents types de décanteurs :

-décanteur cylindro-conique.

-décanteur à flux horizontal.

-décanteur circulaire.

##### **IV-4-2)- Choix du décanteur primaire :**

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

##### **IV-4-3)- Données de départ pour le calcul du décanteur primaire :**

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. [4]

La vitesse limitée est donnée par la relation :  $V = Q_p/Q_m$

$$V_{\text{lim}} = Q_p / S_h \quad (\text{m/h})$$

Où :

$Q_p$ : débit de pointe par temps sec.

$S_h$ : surface horizontale du décanteur.

Pour le décanteur circulaire, la charge hydraulique (vitesse ascensionnelle) est de 2,5 m/h. [4]

#### **IV-4-4)-Dimensionnement du décanteur :**

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

Le volume du décanteur primaire est donné par la relation :  $V = Q_p * T_s$ .

##### **IV-4-4-1) - Horizon 2020:**

$$Q_p = 193,26 \text{ m}^3/\text{h} = 0,054 \text{ m}^3/\text{s} \quad \text{et} \quad V_{\text{lim}} = 2,5 \text{ m/h.}$$

VI-4-4-1-1): La surface horizontale du décanteur:

$$S_h = Q_p / V_{\text{lim}} = 193,26 / 2,5 = 77,3 \text{ m}^2 \quad \text{on prend :} \quad \mathbf{S_h = 78 \text{ m}^2}$$

IV-4-4-1-2)-Volume du décanteur ( $T_s = 1,5\text{h}$ ):

$$V = 289,89 \text{ m}^3 \quad \text{on prend} \quad \mathbf{V = 290 \text{ m}^3}.$$

IV-4-4-1-3)- La hauteur du décanteur :

$$H = V / S_h = 105 / 30 \quad \text{donc} \quad H = 3,72\text{m} \quad \text{on prend} \quad \mathbf{H = 4 \text{ m.}}$$

IV-4-4-1-4): Le diamètre du décanteur:

$$\mathbf{D} = \sqrt{\frac{4 * V}{\pi * H}} = \sqrt{\frac{4 * 290}{3,14 * 4}} = 9,6\text{m} \quad \text{on prend} \quad \mathbf{D = 10 \text{ m.}}$$

IV-4-4-1-5): Détermination du temps des séjours :

- pour le débit moyen horaire  
 $T_s = V / Q_{\text{moy}} = 290 / 97,61 = 3 \text{ h.}$
- pour le débit de pointe par temps sec :  
 $T_s = V / Q_p = 290 / 193,26 = 1,5 \text{ h.}$

IV-4-4-1-6): Calcul de la quantité de boues éliminées :

On sait que la décantation primaire permet l'élimination de :  
35% de  $\text{DBO}_5$  et 60% de MES.

**a) Charge à l'entrée du décanteur :**

$$\text{DBO}_5' = 708,69 \text{ Kg/j} \quad \text{et} \quad \text{MES}' = 511,75 \text{ Kg/j}$$

**b) Les charges éliminées par la décantation primaire :**

$$\text{DBO}_{5e} = 0,35 * \text{DBO}_5' = 0,35 * 708,69 = \mathbf{248,04 \text{ Kg/j}}$$

$$\text{MES}_e = 0,6 * \text{MES}' = 0,6 * 511,75 = \mathbf{307,05 \text{ Kg/j}}$$

$$MM_e = 0,41 * MES_e = 0,41 * 307,05 = \mathbf{125,89 \text{ Kg/j}}$$

$$MVS_e = 0,59 * MES_e = 0,59 * 307,05 = \mathbf{181,16 \text{ Kg/j.}}$$

**c) Les charges à la sortie du décanteur primaire :**

$$MES_s = MES' - MES_e = 511,75 - 307,05 = \mathbf{204,7 \text{ Kg/j}}$$

$$DBO_{5s} = DBO_{5'} - DBO_{5e} = 708,69 - 248,04 = \mathbf{460,65 \text{ Kg/j}}$$

$$MM_s = 0,41 * MES_s = 0,41 * 204,7 = \mathbf{83,93 \text{ Kg/j}}$$

$$MVS_s = 0,59 * MES_s = 0,59 * 204,7 = \mathbf{120,77 \text{ Kg/j.}}$$

#### IV-4-4-2)- Horizon 2035:

$$Q_p = Q_{p2035} - Q_{p2020} = 254,14 - 193,26$$

$$Q_p = 60,88 \text{ m}^3/\text{h} \quad \text{et} \quad V_{lim} = 2,5 \text{ m/h.}$$

IV-4-4-1-1): La surface horizontale du décanteur:

$$S_h = Q_p / V_{lim} = 60,88 / 2,5 = 24,35 \text{ m}^2 \quad \text{on prend :} \quad \mathbf{S_h = 25 \text{ m}^2}$$

IV-4-4-1-2)-Volume du décanteur (Ts = 1,5h) :

$$V = 91,32 \text{ m}^3 \quad \text{on prend} \quad \mathbf{V = 92 \text{ m}^3.}$$

IV-4-4-1-3)- La hauteur du décanteur :

$$H = V / S_h = 92 / 25 \quad \text{donc} \quad H = 3,68 \text{ m} \quad \text{on prend} \quad \mathbf{H = 4 \text{ m.}}$$

IV-4-4-1-4): Le diamètre du décanteur:

$$D = \sqrt{\frac{4 * V}{\pi * H}} = \sqrt{\frac{4 * 92}{3,14 * 4}} = 5,41 \text{ m} \quad \text{on prend} \quad \mathbf{D = 5,5 \text{ m.}}$$

IV-4-4-1-5): Détermination du temps des séjours :

- pour le débit moyen horaire  
 $T_s = V / Q_{moy} = 92 / 133,06 = 0,7 \text{ h} = 42 \text{ min}$
- pour le débit de pointe par temps sec :  
 $T_s = V / Q_p = 92 / 254,14 = 0,36 \text{ h} = 21 \text{ min} 36 \text{ sec.}$

IV-4-4-1-6): Calcul de la quantité de boues éliminées :

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

35% de  $DBO_5$  et 60% de MES.

**a) Charge à l'entrée du décanteur :**

$$DBO_{5'} = 966,02 \text{ Kg/j} \quad \text{et} \quad MES' = 882,98 \text{ Kg/j}$$

**b) Les charges éliminées par la décantation primaire :**

$$DBO_{5e} = 0,35 * DBO_{5'} = 0,35 * 966,02 = \mathbf{338,1 \text{ Kg/j}}$$

$$MES_e = 0,6 * MES' = 0,6 * 882,98 = \mathbf{529,79 \text{ Kg/j}}$$

$$MM_e = 0,41 * MES_e = 0,41 * 529,79 = \mathbf{217,21 \text{ Kg/j}}$$

$$MVS_e = 0,59 * MES_e = 0,59 * 529,79 = \mathbf{312,58 \text{ Kg/j.}}$$

**c) Les charges à la sortie du décanteur primaire :**

$$MES_s = MES' - MES_e = 882,98 - 529,79 = \mathbf{353,19 \text{ Kg/j}}$$

$$DBO_{5s} = DBO_5' - DBO_{5e} = 966,02 - 338,1 = 627,92 \text{ Kg/j}$$

$$MM_s = 0,41 * MES_s = 0,41 * 353,19 = 144,81 \text{ Kg/j}$$

$$MVS_s = 0,59 * MES_s = 0,59 * 353,19 = 208,38 \text{ Kg/j.}$$

Dans le tableau c'est après les résultats récapitulatif des calculs du décanteur.

**Tableau N°:IV-5: récapitulatif des résultats des calculs du décanteur :**

Décanteur primaire	Unité	2020	2035
Surface horizontale	m <sup>2</sup>	78	25
Volume	m <sup>3</sup>	290	92
Hauteur	m	4	4
Diamètre	m	10	5,5
Temps de séjour pour le débit moyen horaire	h	3	0,7
Temps de séjour pour le débit de pointe en temps sec	h	1,5	0,36

#### **IV-5)-Les traitements secondaires :**

##### **IV-5-1)-Introduction :**

Les procédés biologiques ont réalisé ces dernières années de grands progrès permettant d'atteindre une efficacité remarquable dans l'élimination des matières organiques.

Le traitement biologique est très adapté pour les eaux usées urbaines, ce traitement biologique repose sur l'utilisation des micro-organismes naturellement présents dans les eaux, que l'on concentre dans les bassins d'épuration par floculation ou par fixation sur des supports inertes.

L'épuration biologique s'effectue conformément à l'ensemble classique suivant :

- L'aération.
- La clarification, où s'effectue la séparation "boues / eaux traitées".
- La recirculation des boues assurant le réensemencement en boues dans les bassins d'aération.

##### **IV-5-2)-Théorie de l'épuration par boue activée :**

Le procédé consiste à provoquer le développement d'une culture bactérienne dispersée sous forme de flocon dans un bassin brassé et aéré (bassin d'aération) et alimenté en eau à épurer.

Ce bassin de brassage a pour but d'éviter les dépôts et d'homogénéiser le mélange du floc bactérien et de l'eau usée (liqueur mixte). L'aération qui peut se faire à partir de l'air ou d'un gaz enrichi en oxygène, a pour but de dissoudre ce gaz dans la liqueur mixte afin de répondre aux besoins des bactéries épuratrices aérobies. Après un certain temps de contact suffisant, la liqueur mixte est envoyée dans un clarificateur appelé parfois décanteur secondaire destiné à séparer l'eau épurée des boues. Ces dernières sont en partie recyclées dans le bassin d'aération pour y maintenir une concentration suffisante en bactéries épuratrices et l'excédent (boues en excès) est évacué vers le traitement des boues.

Le traitement par boues activées développera trois principaux procédés de traitement :

- 1) Boues activées à forte charge

2) Boues activées à moyenne charge

3) Boues activées à faible charge.

Et d'après les définitions de différents procédés et leurs avantages et inconvénients, on va choisir de dimensionner la station par deux procédés moyenne et à faible charges et cela en vue de faire une étude économique entre ces deux dernières ainsi que c'est le plus répandu en Algérie.

#### **IV-5-3)- Etude de la variante à moyenne charge :**

-La charge massique (Cm) :

C'est le rapport de la pollution exprimé en DBO<sub>5</sub> entrant par unité de masse de boues présentées.

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

Pour le traitement à moyenne charge nous avons :

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

-La charge volumique (Cv) :

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

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

Pour le traitement à moyenne charge :

$$0,6 < C_v < 1,5 \text{ Kg DBO}_5 \text{ / m}^3 \text{ j} \quad [2]$$

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

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

#### **IV-5-3-1): Horizon 2020:**

-Débit moyen journalier  $Q_{\text{moy j}} = 2342,8 \text{ m}^3 \text{ / j}$

-Débit moyen horaire  $Q_{\text{moy h}} = 97,61 \text{ m}^3 \text{ / h}$

-Débit de pointe par temps sec  $Q_p = 193,26 \text{ m}^3 \text{ / h}$

-Débit diurne  $Q_d = 146,42 \text{ m}^3 \text{ / h}$

-Charge polluante à l'entrée du bassin  $L_0 = 460,65 \text{ Kg / j}$

-La concentration des MVS dans le bassin ( $X_a$ ).

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

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

-Concentration de l'effluent en DBO<sub>5</sub>

$$S_0 = L_0 / Q_{\text{moy j}} = 460,65 / 2342,8 = 196,62 \text{ mg/l}$$

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

$$L_f = S_f \cdot Q_{\text{moy j}} = 0,03 \cdot 2342,8 = 70,28 \text{ Kg DBO}_5 \text{ / j}$$

-La charge polluante éliminée

$$L_e = L_0 - L_f = 460,65 - 70,28 = 390,37 \text{ Kg DBO}_5 \text{ / j}$$

-Le rendement de l'épuration :  $\eta_{ep} = (L_0 - L_f) / L_0 = (390,37 / 460,65) \cdot 100 = 84,74\%$

#### **A): Dimensionnement du bassin d'aération :**

Le bassin d'aération est dimensionné sur la base des charges massique et volumique.

Le bassin sera de forme rectangulaire, de longueur L et de largeur B et de hauteur H.

a) Volume du bassin :

$$V_a = L_0 / C_v$$

$C_v$  : Charge volumique (kg DBO/m<sup>3</sup>.j)

$L_0$  : charge polluante (kg DBO/j)

Donc :  $V = L_0 / C_v = 460,65 / 1,2 = 383,88 \text{ m}^3$ . On prend :  $V = 384 \text{ m}^3$

On divise le volume en deux donc on aura deux bassin d'aération

$$V_1 = V_2 = 384 / 2 = 192 \text{ m}^3$$

b) La hauteur du bassin :

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

c) Surface horizontale du bassin :

$$S_h = \frac{V}{H} = \frac{192}{4} = 48 \quad \text{donc} \quad S_h = 48 \text{ m}^2$$

d) La largeur du bassin :

On utilise la relation de TABASARAN  $\frac{B}{H} = 1 \div 2,5$

Avec : B : largeur

$$H : \text{hauteur} \quad \frac{B}{H} = 1 \Rightarrow B = 1 * 4 \quad B = 4 \text{ m} .$$

e) La longueur du bassin :

$$L = \frac{S_h}{B} = \frac{48}{4} = 12 \text{ m} \quad \text{On prend : } L = 12 \text{ m}$$

f) La masse de boues dans le bassin :

$$X_a = \frac{L_0}{C_m} = \frac{460,65}{0,4} = 1151,63 \text{ Kg}$$

g) Concentration de boues dans le bassin :

$$[X_a] = \frac{X_a}{V} = \frac{1151,63}{384} = 3 \quad [X_a] = 3 \text{ Kg} / \text{m}^3$$

h) Calcul du temps de séjour :

-Pour le débit moyen horaire :

$$T_s = \frac{V}{Q_{\text{moy},h}} = \frac{192}{97,61} = 1 \text{ h } 58 \text{ min}$$

-Pour le débit de pointe par temps sec :

$$T_s = \frac{V}{Q_p} = \frac{192}{193,26} = 1 \text{ h}$$

-Pour le débit diurne :

$$T_s = \frac{V}{Q_d} = \frac{192}{146,42} = 1h19 \text{ min}$$

### **B)-Besoin en oxygène :**

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

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

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

$$q_{o_2} = a' L_e + b' Xa \quad (\text{Kg/j}).$$

Le : la charge DBO<sub>5</sub> éliminée (Kg/j)

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

a' : la fraction de pollution transformé en énergie de synthèse au cours de l'épuration et c'est aussi la quantité d'oxygène à fournir aux bactéries pour qu'elles synthétisent la matière vivante à partir d'une pollution. [5]

b' : coefficient cinétique de respiration endogène.

**Tableau N°:IV-6- Charge massique en fonction de a' et b' [5]**

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

On a Cm = 0,4 Kg DBO<sub>5</sub> /Kg MVS.j     a' = 0,53 et b' = 0,09     Donc :

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

$$q_{o_2} = 0,53 * 390,37 + (0,09 * 1151,63) = 310,54 \text{ Kg O}_2/\text{j}$$

**La quantité d'oxygène horaire :**

$$q_{o_2}/24 = 310,54/24 = 12,94 \text{ Kg O}_2/\text{h}$$

**La quantité d'oxygène nécessaire pour un m<sup>3</sup> du bassin :**

$$q_{o_2}/\text{m}^3 = 310,54/192 = 1,62 \text{ Kg O}_2/\text{m}^3/\text{j}$$

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

$$q_{o_2} \text{ pte} = (a' L_e / T_d) + (b' * Xa / 24)$$

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

Td : période diurne en heures Td = 16h

(Le = Se.Qmoy.j/Td) : la DBO<sub>5</sub> à éliminer en période diurne.

$$q_{o_2} \text{ pte} = 0,53 * 390,37 / 16 + (0,09 * 1151,63 / 24) = 17,25 \text{ Kg O}_2/\text{h}$$

### **C)-Système d'aération :**

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

#### **1) Aérateur par insufflation d'air (a air comprimé) :**

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

- **Diffuseurs à grosses bulles :**

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

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

- **Diffuseurs à moyennes bulles :**

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

- **Diffuseurs à fines bulles :**

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

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

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

## 2) Aérateurs de surface :

Il existe deux types principaux d'aérateur de surface :

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

L'apport spécifique varie de 1,5 à 2,0 Kg O<sub>2</sub>/Kwat.h [4]

- Les appareils à axe vertical on les subdivise en deux types :

- turbines tentes avec des vitesses de 40 à 100 tr/ mn et des apports spécifiques brut de 0,8 à 1,5 Kg O<sub>2</sub>/Kwat.h [4]
- turbines rapides (750 à 1500 tr/ mn)

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

### Calcul de l'aérateur de surface à installer :

#### 1. La quantité totale d'oxygène transférée par unité de puissance dans les conditions standard (N<sub>o</sub>) :

On doit tenir compte de :

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

Elle est déterminée par la formule d'HORMANIK.  $N_o = 1,98 \cdot 10^{-3} P_a + 1$  (kg / kwh). [12]

$P_a$  : Puissance par m<sup>2</sup> du bassin

$P_a = (70 \div 80) \text{ w/m}^2$ . On prend  $P_a = 75 \text{ w/m}^2$

$N_0 = 1,98 \cdot 10^{-3} * 75 + 1 = 1,15 \text{ kg O}_2/\text{kWh}$

$$N = N_0 \cdot \left( \frac{(\beta \cdot C_s - C_L) a' C^{(T-20)}}{C_s} \right) (\text{kgO}_2 / \text{kwh})$$

$C_L$  : concentration en oxygène dissout dans la masse liquide à  $T=25^\circ\text{C}$

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

$C_s$  : concentration de saturation en oxygène à la surface aux conditions standard à  $20^\circ\text{C}$  et 760 mm de mercure.

$C_s = 8,7 \text{ mg/l}$  pour les aérateurs de surface. [5]

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

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

cet effet est donnée par : 
$$\beta = \frac{C_s(\text{eau usée})}{C_s(\text{eau épurée})}$$

$\beta$  : est de l'ordre de 0,9 . [5]

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

$a' = 0,85 \text{ à } 0,95$  . [4]

$$N = N_0 \cdot \left( \frac{(0,9 * 8,7 - 1,5) 0,85 * 1,02^{(25-20)}}{8,7} \right) = 0,78 (\text{kgO}_2 / \text{kwh}) .$$

## 2. Calcul de la puissance nécessaire à l'aération « puissance requise pour oxygénation »

**Wa :**

$W_a = q(\text{O}_2) \text{pte} / N = 17,25 / 0,78 = 22,12 \text{ Kwh}$

## 3. Calcul de la puissance de brassage et le maintien des solides en suspension dans le bassin :

$W_n = Sh * P_a$                       Où :

$Sh$  : surface horizontale du bassin ( $\text{m}^2$ )

$P_a$  : puissance absorbée par  $\text{m}^2$  du bassin ( $\text{w/m}^2$ )

$$W_n = 48 * P_a * 10^{-3} . \text{ tq : } P_a = 75 \text{ W/m}^2 \quad \text{Donc} \quad W_n = 3,6 \text{ Kw}$$

## 4. Le nombre d'aérateurs dans le bassin :

$N = W_a / W_n$

$N = 22,12 / 3,6 = 6,14$     donc  $N = 6$  aérateurs.

## 5. Besoin en énergie de l'aérateur :

Dans les conditions normales, l'apport spécifique en énergie des aérateurs est de  $1,5 \text{ Kg O}_2/\text{Kwh}$

$E = q(\text{O}_2) \text{pte} / 1,5 = 17,25 / 1,5$     donc                       $E = 11,5 \text{ Kwh /h}$ .

## D)- Bilan de boues :

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

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

$$\Delta X = X_{\min} + X_{dur} + a_m L_e - b X_a - X_{eff} \quad \text{avec :}$$

$X_{\min}$  : Boues minérales

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

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

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

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

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

$$\text{tq: } b = \frac{b'}{1,42}$$

$b'$  : Coefficient cinétique de respiration endogène. = 0,09. Donc :  $b = \frac{0,09}{1,42} = 0,063$

$X_a$  : Masse totale de MVS dans le bassin (Kg)

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

La charge journalière en MES est 204,7 Kg/j

$$X_{\min} = 0,3 * 204,7 = 61,41 \text{ Kg / j}$$

$$X_{dur} = 0,3 \cdot MVS \quad \text{Alors :} \quad X_{dur} = 0,3(0,7 * 204,7) = 43 \text{ Kg / j}$$

$$a_m L_e = 0,55 * 390,37 = 214,7 \text{ Kg / j}$$

$$b X_a = 0,063 * 1151,63 = 72,55 \text{ Kg / j}$$

$$X_{eff} = 0,03 * 1151,63 = 34,55 \text{ Kg / j}$$

Alors :

$$\Delta X = 61,41 + 43 + 214,7 - 72,55 - 34,55$$

$$\Delta X = 212,01 \text{ Kg / j}$$

➤ **Concentration de boues en excès :**

$$\text{On a : } X_m = \frac{1200}{I_m} \quad \text{Avec :}$$

$X_m$  : Concentration de boues en excès

$I_m$  : L'indice de Mohlman

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

Cet indice représente le volume occupé par un gramme de poids sec de boues après décantation d'une demi-heure dans une éprouvette de 1 litre. On prend :  $I_m = 125$

$$\text{D'où :} \quad X_m = \frac{1200}{125}$$

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

➤ **Le débit de boues en excès :**

Ce débit est donné par :

$$Q_{exés} = \frac{\Delta X}{X_m} = \frac{212,01}{9,6} \quad \text{donc :} \quad Q_{exés} = 22,08 m^3 / j$$

➤ **Le débit spécifique par m<sup>3</sup> de bassin :**

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

$V$  : volume de bassin

$$\text{Donc :} \quad q_{sp} = \frac{212,01}{384}$$

$$q_{sp} = 0,55 Kg / m^3 \cdot j$$

➤ **Le taux de recyclage:**

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

Le taux de recyclage peut varier de 15 à 100% du 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. On a :  $[X_a] = \frac{Xa}{V} = 1153,63/384 = 3 Kg/m^3$

$$\text{Donc :} \quad R = \frac{100 * 3}{\frac{1200}{125} - 3} \quad R = 45,45\%$$

➤ **Le débit des boues recyclées :**

$$Q_r = R * Q_j \quad \text{Donc :} \quad Q_r = 0,45 * 2342,8$$

$$Q_r = 1054,26 m^3 / j$$

➤ **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.

$$\text{Donc :} \quad A_b = \frac{X_a}{\Delta X} = \frac{1153,63}{212,01} = 5,44 \text{ jours.}$$

$A_b = 5$  jours et 10 heures.

**E)-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).

➤ **Dimensionnement du clarificateur :**

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.

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 par temps sec :  $Q_p = 193,26\text{m}^3/\text{h}$ .

Le volume du décanteur :

$$V = Q * t_s = 193,26 * 1,5$$

$$V = 290\text{m}^3$$

La surface horizontale du décanteur:

$$S_H = \frac{Q}{V_a} = \frac{193,26}{2,5} \qquad S_H = 77,3\text{m}^2$$

La hauteur du décanteur :

$$H = \frac{V}{S_H} = \frac{290}{77,3} = 3,75\text{m}$$

On prend : **H=4m**. donc **V= 309m<sup>3</sup>** .

Le diamètre du décanteur :

$$D = \sqrt{\frac{4 * V}{\pi * H}} = \sqrt{\frac{4 * 309}{3,14 * 4}} = 9,92\text{m}$$

On prend D=10m

Le temps de séjour :

$$T_s = V / Q_h$$

$$T_s = 309 / 97,61 \qquad T_s = 3,17\text{h} = 3\text{h}10\text{min}$$

**IV-5-3-2): Horizon 2035:**

**Tableau n° : IV-7 : Les résultats de l'horizon 2035 à moyenne charge:**

Désignations	Unité	2035
- <b>Données de base</b>		
• Débit moyen journalier $Q_{\text{moy j}}$	$\text{m}^3/\text{j}$	850,64
• Débit moyen horaire $Q_{\text{moy h}}$	$\text{m}^3/\text{h}$	35,45
• Débit de pointe par temps sec $Q_p$	$\text{m}^3/\text{h}$	60,88
• Débit diurne $Q_d$	$\text{m}^3/\text{h}$	53,17
• Charge polluante à l'entrée du bassin $L_0$	$\text{Kg}/\text{j}$	627,92
• Concentration de l'effluent en $\text{DBO}_5$ $S_0$	$\text{mg}/\text{l}$	738,17
• La charge polluante à la sortie $L_f$	$\text{KgDBO}_5/\text{j}$	25,52
• La charge polluante éliminée $L_e$	$\text{KgDBO}_5/\text{j}$	602,4
• Le rendement de l'épuration $\eta_{ep}$	%	95

<p>- <b>Dimensionnement du bassin d'aération</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Volume du bassin V</li> <li>• Hauteur du bassin H</li> <li>• Surface horizontale du bassin Sh</li> <li>• Largeur du bassin B</li> <li>• Longueur du bassin L</li> <li>• La masse de boues dans le bassin Xa</li> <li>• Concentration de boues dans le bassin [Xa]</li> <li>• Temps de séjours Ts débit moyen horaire</li> <li style="padding-left: 100px;">débit de pointe par temps sec</li> <li style="padding-left: 100px;">débit diurne</li> </ul>	<p>m<sup>3</sup> m m<sup>2</sup> m m Kg Kg/m<sup>3</sup> h h h</p>	<p>523 4 131 4 32,5 1569,8 3 14h45m 8h35m 9h50m</p>
<p>- <b>Besoin en oxygène</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantité d'oxygène journalière q<sub>o2</sub></li> <li>• La quantité d'oxygène horaire q<sub>o2</sub>/24</li> <li>• La quantité d'oxygène nécessaire pour un m<sup>3</sup> du bassin q<sub>o2</sub>/m<sup>3</sup></li> <li>• La quantité d'oxygène nécessaire en cas de pointe q<sub>o2</sub> pte</li> </ul>	<p>KgO<sub>2</sub>/j KgO<sub>2</sub>/h KgO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>.j KgO<sub>2</sub>/h</p>	<p>460,5 19,2 0,88 25,84</p>
<p>- <b>Calcul de l'aérateur de surface à installer</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Calcul de la puissance nécessaire à l'aération Wa</li> <li>• Calcul de la puissance de brassage et le maintien des solides en suspension dans le bassin Wn</li> <li>• Le nombre d'aérateurs dans le bassin N</li> <li>• Besoin en énergie de l'aérateur E</li> </ul>	<p>Kw Kw - Kwh/h</p>	<p>33,12 9,83 4 17,22</p>
<p>- <b>Dimensionnement du décanteur secondaire</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Volume du bassin V</li> <li>• Surface horizontale du décanteur Sh</li> <li>• Hauteur du décanteur H</li> <li>• Le diamètre du décanteur D</li> <li>• Le temps de séjours Ts</li> </ul>	<p>m<sup>3</sup> m<sup>2</sup> m m h</p>	<p>94 25 3,75 5,5 2h39m</p>
<p>- <b>Bilan de boues</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Calcul de la quantité des boues en excès Δx</li> <li>• Concentration de boues en excès X<sub>m</sub></li> <li>• Le débit de boues en excès Q<sub>exce</sub></li> <li>• Le débit spécifique par m<sup>3</sup> de bassin q<sub>sp</sub></li> <li>• Le taux de boues recyclées R</li> <li>• Le débit des boues recyclées Q<sub>r</sub></li> <li>• Age des boues A<sub>b</sub></li> </ul>	<p>Kg/j Kg/m<sup>3</sup> m<sup>3</sup>/j Kg/m<sup>3</sup>.j % m<sup>3</sup>/j j</p>	<p>365,44 9,6 38 0,7 64,1 545,23 4j17h</p>

**IV-5-4)- Etude de la variante à faible charge :**

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

- le dégrilleur
- le dessableur déshuileur
- le décanteur secondaire

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

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

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

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

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

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

On prendra :  $C_v = 0,35 \text{ Kg DBO}_5/\text{m}^3\text{j}$ .

**IV-5-4-1):Horizon 2020:**

-Débit moyen journalier  $Q_{\text{moy j}} = 2342,8 \text{ m}^3/\text{j}$

-Débit moyen horaire  $Q_{\text{moy h}} = 97,61 \text{ m}^3/\text{h}$

-Débit de pointe par temps sec  $Q_p = 193,26 \text{ m}^3/\text{h}$

-Débit diurne  $Q_d = 146,42 \text{ m}^3/\text{h}$

-Charge polluante à l'entrée du bassin  $L_o = 708,69 \text{ Kg/j}$

-Concentration de l'effluent en  $\text{DBO}_5$

$$S_o = L_o / Q_{\text{moy j}} = 708,69 / 2342,8 = 302,5 \text{ mg/l}$$

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

$$L_f = S_f \cdot Q_{\text{moy j}} = 30 \cdot 2342,8 = 70,28 \text{ Kg DBO}_5/\text{j}$$

-La charge polluante éliminée

$$L_e = L_o - L_f = 708,69 - 70,28 = 638,41 \text{ Kg DBO}_5/\text{j}$$

-Le rendement de l'épuration

$$\eta_{\text{ep}} = (L_o - L_f) / L_o = 638,41 / 708,69 = 90\%$$

**A):Dimensionnement du bassin d'aération :****a)Volume du bassin :**

$$V = L_o / C_v$$

Donc :  $V = L_o / C_v = 708,69 / 0,35 = 2024,8 \text{ m}^3$ . On prend :  **$V = 2025 \text{ m}^3$**

On devise le volume on deux donc on aura deux bassin d'aération

$$V_1 = V_2 = 2025 / 2 = 1012,5 \text{ m}^3$$

**b)La hauteur du bassin :**

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

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

**c) Surface horizontale du bassin :**

$$S_h = \frac{V}{H} = \frac{1012,5}{4} = 253,12$$

Donc

$$S_h = 253 \text{ m}^2$$

d) La largeur du bassin :

On utilise la relation de TABASARAN  $\frac{B}{H} = 1 \div 2,5$

Avec : B : largeur

$$H : \text{hauteur} \quad \frac{B}{H} = 2,5 \Rightarrow B = 2,5 * 4 \quad B = 10m .$$

e) La longueur du bassin :

$$L = \frac{S_h}{B} = \frac{253}{10} = 25,3m \quad \text{On prend : } L = 25,3m$$

f) La masse de boues dans le bassin :

$$X_a = \frac{L_o}{C_m} = \frac{708,69}{0,1} = 7086,9Kg$$

g) Concentration de boues dans le bassin :

$$[X_a] = \frac{X_a}{V} = \frac{7086,9}{2025} = 3,5 \quad [X_a] = 3,5Kg / m^3$$

h) Calcul du temps de séjour :

-Pour le débit moyen horaire :

$$T_s = \frac{V}{Q_{moy.h}} = \frac{1012,5}{97,61} = 10h22 \text{ min}$$

-Pour le débit de pointe par temps sec :

$$T_s = \frac{V}{Q_p} = \frac{1012,5}{193,26} = 5h14 \text{ min}$$

-Pour le débit diurne :

$$T_s = \frac{V}{Q_d} = \frac{1012,5}{146,42} = 6h54 \text{ min}$$

**B )-Besoin en oxygène :**

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

$$q_{o_2} = a' L_e + b' X_a \quad (\text{Kg/j}).$$

Le : la charge DBO<sub>5</sub> éliminé (Kg/j)

X<sub>a</sub> : masse totale de boues présente dans le bassin d'aération (Kg)

a' : coefficient respirométrique du système cellulaire a' = 0,65

b' : coefficient cinétique de respiration endogène b' = 0,07 j<sup>-1</sup>

Donc :

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

$$q_{o_2} = 0,65 * 638,41 + (0,07 * 7086,9) = 911,05 \text{ Kg O}_2/\text{j}$$

**La quantité d'oxygène horaire :**

$$q_{o_2} = 911,05/24 = 37,96 \text{ Kg O}_2/\text{h}$$

**La quantité d'oxygène nécessaire pour un m<sup>3</sup> du bassin :**

$$q_{o_2} \text{ m}^3 = 911,05/1012,5 = 0,9 \text{ Kg O}_2/\text{m}^3/\text{j}$$

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

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

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

Td : période diurne en heures Td = 16h

(Le = Se.Qmoy.j/Td) : la DBO<sub>5</sub> à éliminer en période diurne.

$$q_{O_2 \text{ pte}} = (0,65 \cdot 638,41/16) + (0,07 \cdot 7086,9/24) = 46,6 \text{ Kg O}_2/\text{h.}$$

**C )-Calcul de l'aérateur de surface à installer :****1. La quantité totale d'oxygène transférée par unité de puissance dans les conditions standard (N<sub>0</sub>) :**

Elle est déterminée par la formule d'HORMANIK.  $N_0 = 1,98 \cdot 10^{-3} \cdot P_a + 1 \text{ (kg / kwh)}$ .

$$P_a = (70 \div 80) \text{ w/m}^2. \text{ On prend } P_a = 75 \text{ w/m}^2$$

$$N_0 = 1,98 \cdot 10^{-3} \cdot 75 + 1 = 1,15 \text{ kg O}_2/\text{kWh}$$

$$N = N_0 \left( \frac{(\beta \cdot C_s - C_L) a' C^{(T-20)}}{C_s} \right) \text{ (kgo}_2 \text{ / kwh)}$$

C<sub>L</sub> : concentration en oxygène dissout dans la masse liquide à T=25°C

C<sub>L</sub> = (1,5 ÷ 2) mg/l., on prend C<sub>L</sub> = 1,5 mg/l.

C<sub>s</sub> : concentration de saturation en oxygène à la surface aux conditions standard à 20°C et 760 mm de mercure.

C<sub>s</sub> = 8,7 mg/l pour les aérateurs de surface. [5]

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

β est de l'ordre de 0,9.

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

a' = 0,85 à 0,95. [2]

$$N = 1,15 \cdot \left( \frac{(0,9 \cdot 8,7 - 1,5) 0,85 \cdot 1,02^{(25-20)}}{8,7} \right) = 0,78 \text{ (kgo}_2 \text{ / kwh)}$$

**2. Calcul de la puissance nécessaire à l'aération « puissance requise pour oxygénation »**

**Wa :**

$$W_a = q(O_2)_{\text{pte}} / N = 46,6 / 0,78 = 59,74 \text{ Kw}$$

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

$$W_m = Sh \cdot P_a$$

$$W_m = 253 \cdot 75 \cdot 10^{-3} = 18,97 \text{ Kw}$$

**4. Le nombre d'aérateurs dans le bassin :**

$$N = W_a / W_m$$

$$N = 59,74 / 18,97 = 3.$$

N = 3 aérateurs.

**5. 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

$$E = q(\text{O}_2) \text{ pte} / 1,5 = 46,6 / 1,5 = 31 \text{ Kwh / h.}$$

$$E = 31 \text{ Kwh / h}$$

**D )-Décanteur secondaire (clarificateur) :**

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

**E )- Bilan de boues :****➤ Calcul de la quantité des boues en excès :**

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

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

$$X_{\min} = 0,3 * 511,75 = 153,53 \text{ Kg / j}$$

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

$$X_{dur} = 0,3(0,7 * 511,75) = 107,47 \text{ Kg / j}$$

$$a_m L_e = 0,55 * 638,41 = 351,13 \text{ Kg / j}$$

$$b X_a = 0,063 * 708,6 = 44,64 \text{ Kg / j}$$

$$X_{eff} = 0,03 * 7086,9 = 212,6 \text{ Kg / j}$$

Alors :

$$\Delta X = 153,53 + 107,47 + 351,13 - 44,64 - 212,6$$

$$\Delta X = 354,89 \text{ Kg / j}$$

**➤ Taux de recyclage des boues :**

$$X_m = \frac{1200}{I_m} \quad \text{Avec :}$$

$X_m$  : Concentration de boues en excès

$I_m$  : L'indice de Mohlman

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

On prend :  $I_m = 125$

$$\text{D'où : } X_m = \frac{1200}{125}$$

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

**➤ Le débit de boues en excès :**

Ce débit est donné par :

$$Q_{exés} = \frac{\Delta X}{X_m} = \frac{354,89}{9,6} \quad Q_{exés} = 36,97 \text{ m}^3 / \text{j}$$

**➤ Le débit spécifique par m<sup>3</sup> de bassin :**

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

$V$  : volume de bassin                      Donc :

$$q_{sp} = \frac{354,89}{2025} \qquad q_{sp} = 0,18 \text{ Kg} / \text{m}^3 \cdot \text{j}$$

➤ **Le débit des boues recyclées :**

Il est donné par l'expression suivante :

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

$R$  : taux de recyclage (%)

$[X_a]$  : concentration des boues dans le bassin = 3,5 Kg/m<sup>3</sup>                      Donc :

$$R = \frac{100 * 3,5}{\frac{1200}{125} - 3,5} \qquad R = 57,38\%$$

➤ **Age des boues :**

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

$$A_b = \frac{X_a}{\Delta X} = \frac{7086,9}{354,89} = 19 \text{ jours } 23 \text{ h.}$$

$A_b$  = 19 jours et 23 heures.

**IV-5-4-2): Horizon 2035:**

**Tableau N° : IV-8 : Les résultats de l'horizon 2035 à faible charge:**

Désignations	Unité	2035
<b>- Données de base</b>		
• Débit moyen journalier $Q_{\text{moy j}}$	m <sup>3</sup> /j	850,64
• Débit moyen horaire $Q_{\text{moy h}}$	m <sup>3</sup> /h	35,45
• Débit de pointe par temps sec $Q_p$	m <sup>3</sup> /h	60,88
• Débit diurne $Q_d$	m <sup>3</sup> /h	53,17
• Charge polluante à l'entrée du bassin $L_o$	Kg/j	966,02
• Concentration de l'effluent en DBO <sub>5</sub> $S_o$	mg/l	1135,6
• La charge polluante à la sortie $L_f$	KgDBO <sub>5</sub> /j	25,52
• La charge polluante éliminée $L_e$	KgDBO <sub>5</sub> /j	940,5
• Le rendement de l'épuration $\eta_{ep}$	%	97
<b>- Dimensionnement du bassin d'aération</b>		
• Volume d'un bassin $V$	m <sup>3</sup>	2760
• Hauteur du bassin $H$	m	4
• Surface horizontale d'un bassin $S_h$	m <sup>2</sup>	690
• Largeur d'un bassin $B$	m	10
• Longueur d'un bassin $L$	m	69



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

#### **IV-6-2)- Dose du chlore à injecter :**

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

#### **IV-6-2-1)- Horizon 2020 :**

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

#### **IV-6-2-1-1)- La dose journalière :**

$$D_j = Q_{\text{moy } j} (Cl_2) = 2342,8 * 0,01 = 23,43 \text{ Kg/j}$$

#### **IV-6-2-1-2)- Calcul de la quantité du javel pouvant remplacer la quantité du chlore:**

On prend une solution d'hypochlorite à 20°

1° de chlorométrie → 3,17 g de Cl<sub>2</sub>/ NaClO

20° de chlorométrie → X

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

#### **IV-6-2-1-3)- La quantité d'hypochlorite nécessaire :**

$$1 \text{ m}^3 (\text{NaClO}) \rightarrow 63,4 \text{ Kg de Cl}_2$$

$$Q_j \quad \rightarrow 23,43$$

$$Q_j = 23,43 / 63,4 = 0,37 \text{ m}^3 (\text{NaClO})/j = 8,88 \text{ l/h}$$

#### **IV-6-2-1-4)- La quantité annuelle d'hypochlorite :**

$$Q_a = Q_j * 365 = 135,05 \text{ m}^3 (\text{NaClO})/an$$

#### **➤ Dimensionnement du bassin de désinfection :**

$$Q_{\text{pte}} = 193,26 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$T_s = 30 \text{ mn}$$

#### **-Le volume du bassin :**

$$V = Q_{\text{pte}} * T_s = 193,26 * 30/60 = 97 \text{ m}^3$$

#### **-La hauteur du bassin :**

On fixe H = 3m

#### **-La surface horizontale :**

$$Sh = V/H = 32,33 \text{ m}^2$$

On prend Sh = 33 m<sup>2</sup>

#### **-La largeur et la longueur :**

On prend L = 8m donc B = Sh / L = 33 / 6

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

**IV-6-2-2)- Horizon 2035 :**IV-6-2-1-1)- La dose journalière :

$$D_j = Q_{\text{moy } j} (Cl_2) = 850,64 * 0,01 = 8,51 \text{ Kg/j}$$

IV-6-2-1-3)- La quantité d'hypochlorite nécessaire :

$$Q_j = 8,51 / 63,4 = 0,13 \text{ m}^3 \text{ (NaClO)/j} = 3,22 \text{ l/h}$$

IV-6-2-1-4)- La quantité annuelle d'hypochlorite :

$$Q_a = Q_j * 365 = 47,45 \text{ m}^3 \text{ (NaClO)/an}$$

➤ **Dimensionnement du bassin de désinfection :**

$$Q_{\text{pte}} = 60,88 \text{ m}^3/\text{h} \quad \text{et} \quad T_s = 30 \text{ mn.}$$

-Le volume du bassin :

$$V = Q_{\text{pte}} * T_s = 60,88 * 30/60 = 31 \text{ m}^3$$

-La hauteur du bassin :

$$\text{On fixe } H = 3 \text{ m}$$

-La surface horizontale :  $Sh = V/H = 10,33 \text{ m}^2$ On prend  $Sh = 10,5 \text{ m}^2$ -La largeur et la longueur : On prend  $L = 5 \text{ m}$  donc  $B = Sh / L = 10,5 / 5 \quad B = 2,1 \text{ m}$ **IV-7)-Traitement des boues :****IV-7-1): Introduction :**

Le but du traitement des boues est de réduire le volume et de rendre inerte les boues. La diminution du volume est obtenue par l'élimination de l'eau. Il faut réduire la teneur en matières organiques pour éviter toute fermentation. Le choix du traitement est fonction de l'origine et de la qualité des boues.

➤ **Epaississement :**

C'est la première étape pour réduire le volume de boues et en augmenter la concentration pour permettre la déshydratation. Le concentrateur statique présente deux phases de fonctionnement.

➤ **stabilisation :**

La stabilisation est un processus qui limite les fermentations en vue de favoriser la valorisation agricole des boues. On distingue les stabilisations chimiques ou biologiques. Pour ce dernier cas, les phénomènes peuvent être aérobies ou anaérobies. Il s'agit alors de l'étape de digestion des boues.

Pour bloquer les fermentations bactériennes, le PH requis est de l'ordre de 10 à 11. Le composé de choix est la chaux vive. Son incorporation se réalise à une boue déjà floculée égouttée. Un mélange intime est indispensable. Celui-ci est obtenu avec un malaxeur à vis. L'addition de chaux provoque une forte élévation de température et par conséquence une évaporation de l'eau. Un dosage de 15 à 25% par rapport au MS est préconisé.

➤ **Déshydratation :**

Les procédés de déshydratation ont pour objectif de faire passer la boue de l'état liquide à une consistance plus ou moins solide, qui devra évidemment reprendre aux exigences de désinfection choisie.

**IV-7-2)-Variante à moyenne charge :**

**IV-7-2-1)-Dimensionnement pour Horizon 2020 :**

**A)-Dimensionnement de l'épaississeur :**

La production journalière des boues est de :

- La boue primaire  $DX_p = DBO_{5e} + MESe$

$$DX_p = 248,04 + 307,05 = 555,09 \text{ Kg/j}$$

- Boues secondaire  $DX_s = 212,01 \text{ Kg/j}$

Donc la quantité totale journalière des boues sera :

$$DX_{totale} = DX_t = 555,09 + 212,01 = \mathbf{767,1 \text{ Kg/j}}$$

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

Pour les boues primaires  $S_1 = 20 \text{ à } 30 \text{ g/l}$  [3]

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

**a)Calcul du débit journalier reçu par l'épaississeur :**

Le débit arrivant du décanteur primaire :

$$Q_1 = DX_p / S_1 = 555,09 / 25 = 22,2 \text{ m}^3/\text{j}$$

Le débit arrivant du décanteur secondaire :

$$Q_2 = DX_s / S_2 = 212,01 / 10 = 21,2 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$\text{Le débit total } Q_t = Q_1 + Q_2 = \mathbf{37,77 \text{ m}^3/\text{j}}$$

**b)La concentration du mélange :**

$$S = DX_t / Q_t = 767,1 / 37,77 = \mathbf{20,31 \text{ Kg/m}^3}$$

**c)Le volume de l'épaississeur :**

$$V = Q_t * T_s = 37,77 * 2 = 75,54 \text{ m}^3$$

$$\mathbf{V = 76 \text{ m}^3}$$

/  $T_s$  : temps de séjours = 2j (1 à 15 j).

**d)La surface horizontale :**

Pour une profondeur de  $H = 3\text{m}$  on calcul :

$$Sh = V / H = 76 / 3 = \mathbf{26 \text{ m}^2}$$

**e)Le diamètre :**

$$D = \sqrt{\frac{4 * Sh}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 * 26}{3,14}} = \mathbf{5,75 \text{ m}}$$

**B )-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 [3]

**a)Le débit des boues arrivant au digesteur :**

$$Q_d = DX_t / 80 = 767,1/80 = 9,6 \text{ m}^3/\text{j}$$

**b)Le temps de séjour du digesteur :**

$$T_s = 175 * 10^{(-0,03.t)} \quad t_q : t = 35^\circ\text{C} \text{ [4]}$$

$$T_s = 15,6 \text{ jours.}$$

**c) Le volume du digesteur :**

$$V_d = Q_d * T_s = 9,6 * 15,6 = 150 \text{ m}^3$$

On prend  $V_d = 150 \text{ m}^3$

**d)Le diamètre du digesteur :**

$$D_d = \sqrt{\frac{V_d * 4}{\pi * H}} = \sqrt{\frac{110 * 4}{3,14 * 4}} = 6 \text{ m} \quad t_q : H = 4 \text{ m}$$

**e)La surface horizontale :**

$$S_h = \frac{\pi * D^2}{4} = \frac{3,14 * 6^2}{4} = 28 \text{ m}^2$$

**f)La quantité de matières sèches des boues fraîches :**

$$F_g = Q_d * F_s * K_s$$

$K_s$  : poids spécifique de la matière sèche de la boue fraîche.  $K_s = 1 \text{ tonne /m}^3$

$F_s$  : la teneur en matières solides.  $F_s = 3 \text{ à } 4\%$  on prend 4%

$$\text{Donc : } F_g = 9,6 * 1 * 0,04 = 0,38 \text{ tonne /j [12]}$$

**g) La quantité de matière organique dans la boue fraîche :**

Elle présente 60% de la quantité des matières sèches des boues fraîches

$$F_o = 0,6 * F_g = 0,6 * 0,38 = 0,23 \text{ T /j}$$

**➤ La quantité du gaz produite :**

Elle est donnée par la formule suivante :

$$Q_{\text{gaz}} = 138 (t^\circ)^{1/2} * F_o = 138 (35)^{1/2} * 0,23 = 188 \text{ m}^3/\text{j}$$

**➤ La quantité moyenne du gaz :**

On prendra 75% du gaz théorique

$$Q' = 0,75 * Q_{\text{gaz}} = 0,75 * 188 = 141 \text{ m}^3/\text{j}$$

**➤ La quantité du méthane (CH<sub>4</sub>):**

$Q_{\text{CH}_4} = (0,6 \text{ à } 0,65) Q'_{\text{gaz}}$  on prend  $Q_{\text{CH}_4} = 0,65 Q'_{\text{gaz}}$

$$Q_{\text{CH}_4} = 0,65 * 141 = 91,65 \text{ m}^3/\text{j}$$

**➤ La quantité du gaz carbonique CO<sub>2</sub> :**

$Q_{\text{CO}_2} = (0,3 \text{ à } 0,35) Q'_{\text{gaz}}$  on prend  $Q_{\text{CO}_2} = 0,3 Q'_{\text{gaz}}$

$$Q_{\text{CO}_2} = 0,3 * 141 = 42,3 \text{ m}^3/\text{j}$$

➤ **La quantité restante de gaz :**

Les 5% sont constituées par l'autre gaz (NH<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>...)

$$Q_{\text{rest}} = 0,05 * Q_{\text{gaz}} = 0,05 * 141 = 7,05 \text{ m}^3/\text{j}$$

➤ **La quantité minérale dans la boue :**

$$F_m = F_g - F_o = 0,38 - 0,23 = 0,15 \text{ T/j}$$

➤ **La quantité de boues digérées :**

Elle est donnée par l'expression suivante (Q<sub>r</sub>)

$$Q_r = F_{gf} \left( \frac{1}{d_g f_g} + \frac{1}{d_{ff} + 1} + \frac{1}{d_f} \right) \quad \text{Avec:}$$

F<sub>f</sub> : teneur en matière solide dans la boue digérée F<sub>f</sub> = 10%

d<sub>ff</sub> : poids spécifique de la matière sèche de la boue digérée d<sub>ff</sub> = 2 T/m<sup>3</sup>

d<sub>f</sub> : poids spécifique de l'eau en excès dans le digesteur d<sub>f</sub> = 1 T/m<sup>3</sup>

$$F_{gf} = F_m + F_o (1 - 0,138 * T^{1/2}) = 0,15 + 0,23(1 - 0,138 * 35^{1/2})$$

$$F_{gf} = 0,19 \text{ T/j}$$

$$Q_r = 0,19 \left( \frac{1}{1} * 0,38 + \frac{1}{2} + \frac{1}{1} \right) = 0,8 \text{ m}^3/\text{j}$$

**C)-Dimensionnement des lits de séchage :**

Le dimensionnement de cet ouvrage se fait par la quantité de boues refoulées vers l'épaississeur qui est égale à 212,01 Kg/j.

**a)Le volume d'un lit :**

e : l'épaisseur maximale des boues qui est comprise entre 20 à 30 cm [2]

On prend e = 30 cm

La longueur L = (20 à 30) m On prend L = 20 m :

$$H = 1 \text{ m} \quad \text{et} \quad B = 8 \text{ m} \quad \text{donc} \quad V = 8 * 20 * 0,3 = 48 \text{ m}^3$$

La concentration de boues activées épaissies est de 20 à 50 g/l. [4]

On prenant une concentration de 25 g/l. le volume journalier des boues épandues sera :

$$V_e = \frac{212,01}{25} = 8,5 \text{ m}^3/\text{j}$$

**b)Volume des boues épandues par lit et par an :**

On admet que le lit sert 10 fois par an

$$\text{Donc :} \quad V_a = 10 * V = 10 * 48 = 480 \text{ m}^3$$

**c)Volume de boue à sécher par an :**

$$V_{an} = 8,5 * 365 = 3102,5 \text{ m}^3/\text{an}$$

**d)Nombre de lits nécessaires :**

$$N = V_{an} / V_a = 3102,5 / 480 \quad N = 7 \text{ lits}$$

La surface totale des lits de séchage sera :  $S_T = 7 * 160 = 1120 \text{ m}^2$

**IV-7-2-2)-Dimensionnement pour Horizon 2035 :**

**A)-Dimensionnement de l'épaississeur :**

La production journalière des boues est de :

- La boue primaire DX<sub>p</sub> = DBO<sub>5e</sub> + MESe

$$DX_p = 338,1 + 529,79 = 867,89 \text{ Kg/j}$$

- Boues secondaires DX<sub>s</sub> = 365,44 Kg/j

Donc la quantité totale journalière des boues sera :

$$DX_{\text{totale}} = DX_t = 867,89 + 365,44 = \mathbf{1233,3 \text{ Kg/j}}$$

a) Calcul du débit journalier reçu par l'épaississeur :

Le débit arrivant du décanteur primaire :

$$Q_1 = DX_p / S_1 = 867,89 / 25 = 34,72 \text{ m}^3/\text{j}$$

Le débit arrivant du décanteur secondaire :

$$Q_2 = DX_s / S_2 = 365,44 / 10 = 36,54 \text{ m}^3/\text{j}$$

Le débit total  $Q_t = Q_1 + Q_2 = 71,26 \text{ m}^3/\text{j}$

b) La concentration du mélange :

$$S = DX_t / Q_t = 1233,3 / 71,26 = 17,3 \text{ Kg/m}^3$$

c) Le volume de l'épaississeur :

$$V = Q_t * T_s = 71,26 * 2 = 142,52 \text{ m}^3$$

$$V = 143 \text{ m}^3$$

/  $T_s$  : temps de séjours = 2j (1 à 15 j).

d) La surface horizontale :

Pour une profondeur de  $H = 3\text{m}$  on calcul :

$$Sh = V / H = 143 / 3 = 47 \text{ m}^2$$

e) Le diamètre :

$$D = \sqrt{\frac{4 * Sh}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 * 47}{3,14}} = 7,75 \text{ m}$$

**B )-Dimensionnement du digesteur :**a) Le débit des boues arrivant au digesteur :

$$Q_d = DX_t / 80 = 1233,3 / 80 = 15,4 \text{ m}^3/\text{j}$$

b) Le temps de séjour du digesteur :

$T_s = 15,6$  jours.

c) Le volume du digesteur :

$$V_d = Q_d * T_s = 15,4 * 15,6 = 240 \text{ m}^3$$

On prend  $V_d = 240 \text{ m}^3$

d) Le diamètre du digesteur :

$$D_d = \sqrt{\frac{V_d * 4}{\pi * H}} = \sqrt{\frac{240 * 4}{3,14 * 4}} = 8,75 \text{ m} \quad \text{tq : } H = 4 \text{ m}$$

e) La surface horizontale :

$$Sh = \frac{\pi * D^2}{4} = \frac{3,14 * 8,75^2}{4} = 60 \text{ m}^2$$

f) La quantité de matières sèches des boues fraîches :

$$F_g = Q_d * F_s * K_s$$

$$\text{Donc : } F_g = 15,4 * 1 * 0,04 = 0,62 \text{ tonne /j}$$

g) La quantité de matière organique dans la boue fraîche :

$$F_o = 0,6 * F_g = 0,6 * 0,62 = 0,37 \text{ T /j}$$

**➤ La quantité du gaz produite :**

$$Q_{\text{gaz}} = 138 (t^\circ)^{1/2} * F_o = 138 (35)^{1/2} 0,37 = 302 \text{ m}^3/\text{j}$$

➤ **La quantité moyenne du gaz :**

$$Q' = 0,75 * Q_{\text{gaz}} = 0,75 * 302 = 226,5 \text{ m}^3/\text{j}$$

➤ **La quantité du méthane (CH<sub>4</sub>):**

$$Q_{\text{CH}_4} = 0,65 * 226,5 = 147,23 \text{ m}^3/\text{j}$$

➤ **La quantité du gaz carbonique CO<sub>2</sub> :**

$$Q_{\text{CO}_2} = 0,3 * 226,5 = 67,95 \text{ m}^3/\text{j}$$

➤ **La quantité restante de gaz :**

$$Q_{\text{rest}} = 0,05 * Q_{\text{gaz}} = 0,05 * 302 = 15,1 \text{ m}^3/\text{j}$$

➤ **La quantité minérale dans la boue :**

$$F_m = F_g - F_o = 0,62 - 0,37 = 0,25 \text{ T/j}$$

➤ **La quantité de boues digérées :**

Elle est donnée par l'expression suivante (Q<sub>r</sub>)

$$Q_r = F_{gf} \left( \frac{1}{d_g f_g} + \frac{1}{d_{ff}} + \frac{1}{d_f} \right) \quad \text{Avec:}$$

F<sub>f</sub> : teneur en matière solide dans la boue digérée F<sub>f</sub> = 10%

d<sub>ff</sub> : poids spécifique de la matière sèche de la boue digérée d<sub>ff</sub> = 2 T/m<sup>3</sup>

d<sub>f</sub> : poids spécifique de l'eau en excès dans le digesteur d<sub>f</sub> = 1 T/m<sup>3</sup>

$$F_{gf} = F_m + F_o (1 - 0,138 * T^{1/2}) = 0,25 + 0,37(1 - 0,138 * 35^{1/2})$$

$$F_{gf} = 0,32 \text{ T/j}$$

$$Q_r = 0,32 \left( \frac{1}{1} * 0,62 + \frac{1}{2} + \frac{1}{1} \right) = 1 \text{ m}^3/\text{j}$$

**C )-Dimensionnement des lits de séchage :**

Le dimensionnement de cet ouvrage se fait par la quantité de boues refoulées vers l'épaississeur qui est égale à 365,44 Kg/j.

**a)Le volume d'un lit :**

e : l'épaisseur maximale des boues qui est comprise entre 20 à 30 cm [2]

On prend e = 30 cm

La longueur L = (20 à 30) m On prend L = 20 m :

$$H = 1 \text{ m} \quad \text{et} \quad B = 8 \text{ m} \quad \text{donc} \quad V = 8 * 20 * 0,3 = 48 \text{ m}^2$$

La concentration de boues activées épaissies est de 20 à 50 g/l [4]

On prenant une concentration de 25 g/l. le volume journalier des boues épandues sera :

$$V_e = \frac{365,44}{25} = 14,6 \text{ m}^3/\text{j}$$

**b)Volume des boues épandues par lit et par an :**

On admet que le lit sert 10 fois par an

$$\text{Donc :} \quad V_a = 10 * V = 10 * 48 = 480 \text{ m}^3$$

**c)Volume de boue à sécher par an :**

$$V_{an} = 14,6 * 365 = 5329 \text{ m}^3/\text{an}$$

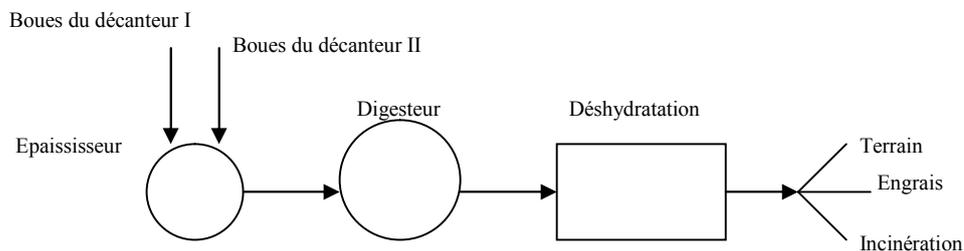
**d)Nombre de lits nécessaires :**

$$N = V_{an} / V_a = 5329 / 480 \quad N = 11 \text{ lits}$$

La surface totale des lits de séchage sera :  $S_T = 11 * 160 = 1760 \text{ m}^2$

Tableau N° : IV-9: Tableau récapitulatif des résultats à moyenne charge :

Désignations	unité	2020	2035
<b>- Dimensionnement de l'épaississeur</b>			
• Concentration à l'entrée de l'épaississeur pour DI	g/l	25	25
• Concentration à l'entrée de l'épaississeur Pour DII	g/l	10	10
• Débit journalier reçu par l'épaississeur	Kg/j	37,77	71,26
• Temps de séjour	J	2	2
• Volume	m <sup>3</sup>	76	143
• Hauteur	m	3	3
• Surface	m <sup>2</sup>	26	47
• diamètre	m	5,75	7,75
<b>- Dimensionnement du digesteur</b>			
• Débit des boues arrivant au digesteur	m <sup>3</sup> /j	9,6	15,4
• Temps de séjour du digesteur	j	16	16
• Volume	m <sup>3</sup>	150	240
• Diamètre	m	4	4
• Surface horizontale	m <sup>2</sup>	28	60
• Quantité de matières sèches des boues fraîches	T/j	0,38	0,62
• Quantité de matière organique des boues fraîches	T/j	0,23	0,37
• Quantité du gaz produite	m <sup>3</sup> /j	188	302,22
• Quantité moyenne du gaz	m <sup>3</sup> /j	141	226,5
• Quantité du méthane	m <sup>3</sup> /j	91,65	147,23
• Quantité du gaz carbonique	m <sup>3</sup> /j	42,3	67,95
• Quantité restante de gaz	m <sup>3</sup> /j	7,05	11,33
• Quantité minérale dans la boue	T/j	0,15	0,25
• Quantité de boues digérées	m <sup>3</sup> /j	0,8	1
<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	8,5	14,6
• 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	3102,5	5329
• Nombre de lits	-	7	11
• La surface totale des lits de séchage	m <sup>2</sup>	1120	1760

**Figure : N° : IV-1 : Schéma de traitement des boues à moyenne charge****IV-7-3)- 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 N° : IV-10: Calcul des ouvrages de traitement à faible charge :**

Désignations	unité	2020	2035
<b>- Dimensionnement de l'épaisseur</b>			
• Concentration à l'entrée de l'épaisseur	g/l	10	10
• Débit journalier reçu par l'épaisseur	Kg/j	35,49	7
• Temps de séjour	J	2	2
• Volume	m <sup>3</sup>	71	14
• Hauteur	m	3	3
• Surface	m <sup>2</sup>	24	5
• diamètre	m	5,5	2,5
<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	14,2	3
• 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	5183	1095
• Nombre de lits	-	11	3
• La surface totale des lits de séchage	m <sup>2</sup>	1760	480

# **Chapitre V**

## **Calcul hydraulique**

## 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.Emplacement des ouvrages dans le site de la station :

L'arrivée des eaux à la station d'épuration est comme suit :

Les eaux usées et pluviales sont collectés dans un seul collecteur vers un déversoir d'orage qui sert à séparer les eaux pluviales des eaux usées tel que :

Les eaux pluviales sont déversées directement dans Oued el Malha. et les eaux usées sont dirigées vers les différents ouvrages de la station.

A l'amont de la station, on place un autre déversoir qui est le By-pass pour éviter l'écoulement vers la STEP en cas de panne, ainsi l'emplacement des différents ouvrages va suivre le sens de la pente naturelle du terrain pour qu'on ait un écoulement gravitaire le long de la station d'épuration.

### V-3)-Déversoir d'orage :

Le principe de fonctionnement de cet ouvrage en système unitaire est d'effectuer le déversement dans le milieu naturel des débits d'orage et de ne dériver vers la station que les débits des eaux usées, appelées « débit en temps sec ».

La partie déversant est acheminée vers Oued el Malha, dans notre cas on optera pour un déversoir à seuil latéral.

Le débit de pointe par temps de pluie :  $Q_{pte} = 399,18 \text{ m}^3/\text{h} = 400 \text{ m}^3/\text{h} = 0,111 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Le débit pluvial a été estimé par la D R E de **TIARET** à  $Q_{pl} = 1821 \text{ l/s} \text{ c à d } 1,82 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Donc le collecteur principal véhiculera un débit de :

$$Q_v = Q_{pte} + Q_{pl} = 0,111 + 1,82 = 1,93 \text{ m}^3/\text{s}.$$

#### ➤ A l'amont du déversoir :

On calcul le diamètre du collecteur qui véhiculera le débit d'eau total en 2035 :

$$Q_v = 1,93 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$I = 0,1\%$$

Et d'après l'abaque de Basin (I) :

$D_e = 1600 \text{ mm}$  (diamètre à l'entrer du déversoir)

$$Q_{ps} = 2,55 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (débit a pleine section)}$$

$$V_{ps} = 1,15 \text{ m/s} \text{ (vitesse a pleine section)}$$

Et d'après l'abaque de Bazin (II) :

$$r_Q = Q_v/Q_{ps} = 1,93/2,55 = 0,75 \text{ (rapport des débits)}$$

$$rH = He/De = 0,65 \Rightarrow He = 0,65 * 1600 = 1040 \text{ m (hauteur de remplissage)}$$

$$rV = V/Vps = 1,08 \Rightarrow V = 1,08 * 1,15 = 1,24 \text{ m/s (rapport des vitesses)}$$

➤ **A l'aval du déversoir :**

$$Q_{pte} = 0,111 \text{ m}^3/\text{s} \quad \text{et} \quad I = 0,1\%$$

D'après l'abaque de Bazin (I)

$$D_s = 550 \text{ mm}$$

$$Q_{ps} = 0,15 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_{ps} = 0,48 \text{ m/s}$$

Et d'après l'autre abaque (II)

$$rQ = 0,73; \quad rH = 0,63; \quad rV = 1,07;$$

$$\text{Le débit diverse par le déversoir d'orage est : } Q_d = Q_v - Q_{pte} = 1,93 - 0,111$$

$$Q_d = 1,81 \text{ m}^3/\text{s}$$

**V. 3.1.DIMENSIONNEMENT DU DEVERSOIR D'ORAGE:**

La hauteur d'entrée **He = 720 mm**

La hauteur de sortie **Hs = 264 mm**

$$\text{La lame d'eau déversée } H_d = (H_e - H_s) / 2 = (720 - 264) / 2 = 228 \text{ mm}$$

Donc la largeur du seuil déversant sera :

$$b = (3 * Q_d) / 2m(2g)^{1/2} H_d^{3/2} \quad \text{Avec :}$$

m : coefficient de débit dépend de la forme du seuil et varie également suivant la hauteur de la lame d'eau déversée pour les crêtes minces  $m = 0,6$

g : L'accélération de la pesanteur  $\text{m}^2/\text{s}^2$

$$b = (3 * 1,81) / 2 * 0,6 * (2 * 9,81)^{1/2} * 0,288^{3/2} = 6,60 \text{ m}$$

Pour avoir une sécurité on prend **b = 8 m**

**V.3.2.Dimensionnement de la conduite de fuite :**

C'est une conduite qui sert à évacuer l'eau de pluie rejetée par le déversoir d'orage vers l'oued ainsi pour avoir un bon écoulement, cette conduite doit être en béton.

On a une pente de 1%

$$Q_d = 1,81 \text{ m}^3/\text{s}$$

D'après l'abaque de Bazin (I) on aura :

$$D_d = 1000 \text{ mm}$$

$$Q_{ps} = 2,7 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_{ps} = 2,5 \text{ m/s}$$

$$\text{Donc } rQ = 0,67 \quad \text{D'après l'abaque de Bazin (II) on aura : } r_h = 0,6 \quad \text{et} \quad R_v = 1,06$$

**V.3.3.Dimensionnement de la conduite By-pass :**

Cette conduite est appelée à véhiculer un débit de  $Q_{pte} = 0,111 \text{ m}^3/\text{s}$  sous une pente de 0,5% et elle devra intervenir lors d'un danger sur la station, et l'eau est dirigée vers la station de relevage vers le milieu récepteur. Comme on doit avoir une grille de même dimension que le dégrilleur

$$Q_{pte} = 0,111 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$I = 0,5\%$$

D'après l'abaque de Bazin (01)

$D_s = 420 \text{ mm}$

$Q_{ps} = 0,175 \text{ m}^3/\text{s}$

$V_{ps} = 0,9 \text{ m/s}$

Et d'après l'autre abaque (02)

$r_Q = 0,63$ ;  $r_H = 0,57$ ;  $r_V = 1,05$ .

#### **V.4.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.4.1.COTES MOYENNES DU TERRAIN NATUREL DES ZONES D'IMPLANTATION DES OUVRAGES :**

**Tableau N° V.1 : Cotes moyenne du terrain naturel de la zone d'implantation des différents ouvrages de la station**

Désignation des ouvrages	Cotes du terrain naturel (m)
Dégrilleur	626,30
Dessableur-deshuilleur	626,24
Décanteur primaire	626,71
Bassin d'aération	625,04
Décanteur secondaire	624,00
Bassin de désinfection	623,13

#### **V-4-2)- Calcul des pertes de charges, diamètre et la longueur 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 : L'expression de perte de charge est exprimée par la formule de DARCY WEISBACH :

$$\Delta H_T = \frac{K * L * Q^\beta}{D^m} = C_{pA} - C_{pB}$$

Avec :

-K : Coefficient de perte de charge (0,001052) ;

-Q : Débit en  $\text{m}^3/\text{s}$  ; ( $Q=0,111 \text{ m}^3/\text{s}$ ) ;

-L : Longueur de la conduite ;

-D : Diamètre de la conduite ;

- $\beta$  : Coefficient dépendant du régime d'écoulement (1,77) ;

-m : Coefficient dépendant du type de matériau de la conduite (4,774) ;

- $C_{pA}$  : Côte du plan d'eau au point A ;

- $C_{pB}$  : Côte du plan d'eau au point B.

**V-4-2-1)-Calcul des longueurs des conduites reliant les ouvrages :**

Pour tous nos calculs on a les longueurs suivantes :

**Tableau N° : V-2 : Longueurs des conduites entre les ouvrages de la Step :**

Ouvrages	L(m)
Dégrilleur -Déssableur-deshuilleur	9,2
Déssableur-deshuilleur - Décanteur I	17,25
Décanteur I - Bassin d'aération	24
Bassin d'aération - Décanteur II	16,1
Décanteur II - Bassin de désinfection	11,5

**V-4-2-2)-Calcul des diametres :**

On a le débit recerclé est :  $Q_{pt} = 400 \text{ m}^3/\text{h}$

On prend la pente I est de 1% pour assuré une bonne recirculation de débit entre les ouvrages.

D'après l'abaque de Bazin (01) :  $D = 375 \text{ mm}$

**V-4-2-3)- Calculs des cotes piézométriques des différents ouvrages :**

On calcule les cotes piézométriques d'après l'équation de BERNOULLI donnée par :

$$P_1/W + V_1^2/2g + Z_1 = P_2/W + V_2^2/2g + Z_2 + H_{1-2}$$

- $P_1/W$  et  $P_2/W$  : énergies de pression dans les sections (1) et (2).
- $V_1/2g$  et  $V_2/2g$  : énergies cinétiques en (1) et (2).
- $Z_2$  et  $Z_1$  : cotes des points (1) et (2).
- $H_{1-2}$  : pertes de charges dans le tronçon (1-2).

La variation de vitesse est très faible, donc les énergies cinétiques peuvent être éliminées il vient :

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

$$\text{On pose : } P_1/W = H_1 \text{ et } P_2/W = H_2$$

$$\text{Donc : } H_1 + Z_1 = H_2 + Z_2 + H_{1-2}$$

$$Cp_1 = H_1 + Z_1 \text{ : cote piézométrique au point (1).}$$

$$Cp_2 = H_2 + Z_2 \text{ : cote piézométrique au point (2).}$$

$$Cp_1' = Cp_2 + H_{1-2}$$

Pour les calculs on aura d'après la formule DARCY WEISBACH la cote piézométrique est

$$\text{donné par cette formule : } Cp_B' = Cp_A' - \frac{K * L * Q^\beta}{D^m}$$

Pour notre station on prendra des conduits en PEHD

Les résultats de calcul sont résumés dans le tableau suivant :

**Tableau N° : V-3: Récapitulatif des résultats :**

Désignation des ouvrages	Côte TN (m)	Perte de charge $\Delta H_T$ (m)	Côte Piézométrique (m)	Hauteur d'eau(m)	Côte du radier
<b>Dégrilleur</b>	626,30	0,0019	626,8	0,5	626,30
<b>Dessableur-déshuilleur</b>	626,24		0,36	626,72	1,5
<b>Décanteur primaire</b>	626,71	0,05		626,37	1,7
<b>Bassin d'aération</b>	625,04		0,034	626,04	0,55
<b>Décanteur secondaire</b>	624,00	0,024		625	0,54
<b>Bassin de désinfection</b>	623,13		624,43	1	623,43

### **V-5)-Station de relevage :**

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

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

Le volume utile de la bache sera de 100 m<sup>3</sup> pour alimenter 1 pompe d'un débit unitaire de 400 m<sup>3</sup>/h

Un déversoir de trop plein sera prévu et la conduite de refoulement sera fabriquée en fonte

Le volume utile de la bache sera de 100 m<sup>3</sup>.

L'installation la plus simple et la plus sûre consiste à placer directement dans le puisard ou la bache de pompage, une ou plusieurs pompes submersibles. Les moteurs, roulements et connexions électriques sont sous enveloppe hermétique, ce qui les met donc à l'abri de l'eau et des chocs.

La conception de ce matériel facilite les entretiens et les réparations par la simplicité de remplacement de toutes ses pièces.

Le dispositif de raccordement est automatique, la mise en place et l'enlèvement de la pompe se fait, sans intervention dans le poste, par simple déverrouillage.

On remonte la pompe à l'aide d'une potence équipée d'un palan manuel à chaîne.

### **V-5-1)-Le volume du bassin :**

Pour le dimensionnement du bassin d'aspiration on utilise le débit de pointe en temps sec de l'horizon 2035. Donc il faut calculer le volume de bassin :

$$V = t * Q_{pt} / 4 * n$$

$Q_{pt}$  : Le débit de pointe par temps sec ( $m^3/s$ ).

$t$  : L'intervalle entre deux démarrages successifs de la pompe qui varie (6-15) mn.

$n$  : Nombre de pompe.

$$V = (15 * 0,071 * 60) / 4 * 4$$

$$V = 4 \text{ m}^3$$

$$S = V/h = 4/3$$

$$S = 1,5 \text{ m}^2$$

Alors:

$$L = 1,5\text{m} \text{ et } b = 1\text{m}$$

### **V-5-2)-Calcul du diamètre de la conduite de relevage:**

Pour le calcul du diamètre de la conduite de relevage vers l'ouvrage d'entrée le dégrilleur sera calculer par la formule de Bonin :  $D_{eco} = \sqrt{Q_{pt}}$  (m).

$$Q_{pt} = 0,111 \text{ m}^3/s \Rightarrow D_{eco} = \sqrt{0,111} = 0,333 \text{ m}$$

Donc le diamètre normalisé est **D = 300mm**

La vitesse d'écoulement est :  $V = 4 * Q / \pi * D^2$

$$V = 1 \text{ m/s}$$

### **V-5-3)-Calcul de la hauteur manométrique de la pompe :**

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

$H_g$  : Hauteur géométrique

$\Delta H$  : Perte de charge

$$H_g = h_1 - h_2$$

$h_1$  : cote au niveau de la bache de réception

$h_2$  : cote au niveau de l'ouvrage d'entrée

$$H_g = 625,65 - 617,15 = 8,5 \text{ m}$$

$$\Delta H = 8\lambda * L * Q^2 / \pi^2 * g * D^5$$

$Q$  : débit refouler  $m^3/s$ .

$D$  : Diamètre de la conduite de refoulement m.

$L$  : Longueur de la conduite de refoulement m.

$\lambda$  : Coefficient de perte de charge

On peut estimer les pertes de charge à 1,00 m

Donc  $H_{mt} = 8,5 + 1 = 9,5$  m.

**V-5-4)-Choix de la pompe :**

On utilise une seule pompe d'assainissement pour le relevage des eaux usées de la bache de réception vers l'ouvrage d'entrée.

Nombre de pompes :	1.
Débit Unitaire :	400 m <sup>3</sup> /h
HMT :	7,8 m
Puissance unitaire :	30 KW
Rendement :	69,7%

# **Chapitre : VI**

## **Gestion et exploitation de la station d'épuration**

**CHAPITRE VI :**  
**Gestion et exploitation de la station d'épuration :**

**VI-1)-Introduction :**

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 au parfait état de la propreté de l'ensemble de la station en nettoyant les rigoles, caniveaux, murs, etc....

Aussi 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.

**VI-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 (DBO<sub>5</sub>)
- ❖ Mesure de la quantité d'oxygène dissous
- ❖ Recherche des substances toxiques
- ❖ Mesure concernant les boues :

Pour obtenir un réglage adéquat de la station d'épuration, on doit jouer essentiellement sur :

- Le taux de recirculation des boues
- Le taux d'aération
- Le taux des boues en excès

Pour régler ces paramètres on aura besoin de savoir :

- La teneur en oxygène dans le bassin d'aération
- Le pourcentage de boues dans le bassin d'aération
- La teneur des MVS dans le bassin d'aération

En fonction des résultats de ces mesures, on fait varier le débit de recirculation, la durée d'aération et le débit de boues en excès jusqu'à savoir une valeur optimale de 4g mvs/l  
Si :

- MVS > 4g/l on augmente le temps de recirculation et la durée d'aération

- MVS < 4g/l on diminue le temps de recirculation et la durée d'aération
- ❖ Temps de marche journalier des principales machines tournantes (pompes, aérateurs, filtres ou centrifugeuses...)  
Chaque contrôle journalier, doit toujours être fait à la même heure pour être représentatif.

### **VI-3)-Contrôle de fonctionnement:**

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.

### **VI-3-1)-Contrôles périodiques :**

Le but essentiel de ces contrôles est d'attribuer aux résultats détenus préalablement des solutions fiables et d'apporter au maître de l'ouvrage les conseils nécessaires à une bonne exploitation en proposant toutes les améliorations ou rectifications qui s'imposent.

Les investigations complémentaires qu'il est souhaitable de mener dans le cadre de ces visites sont :

- \* une mesure de l'oxygène dans le bassin d'aération.
- \* une analyse des boues prélevées dans le bassin d'aération après un fonctionnement de 15 à 20 mn des aérateurs, ayant pour objet de déterminer ( la décantabilité, la teneur en MES, la teneur en MVS).
- \* une analyse de l'effluent épuré sur un prélèvement instantané, considérant que la quantité de l'effluent épuré varie généralement très peu dans une journée sur une station d'épuration.
- \* une visite bilan au moins une fois par an qui consistera à effectuer un diagnostic complet du fonctionnement de la station, en effectuant notamment :
- \* des analyses sur l'effluent reçu par la station en 24h à partir de prélèvements, visant à déterminer les mêmes paramètres en fonction du débit.

### **VI-4)-Entretien des ouvrages :**

#### **VI-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 râtaeux.
- \* Noter les quantités de refus journalier.

- \* vérifier le niveau d'huile et de graisse des chaînes d'entraînement.
- \* vérifier et assurer quotidiennement le bon fonctionnement électromécanique de l'installation.

### **VI-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.

### **VI-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.

### **VI-4-4)-Clarification :**

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

### **VI-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

### **VI-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 refais complètement, les drains seront colmatés ou brisés).
- \* Entre deux épandages de boues, le lit pourra être protégé par un film plastique destiné à éviter la prolifération de la végétation et le tassement des matériaux filtrants par les précipitations.

### **VI-4-7)-Epaississeur :**

- \* 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 épaississeurs.
- \* Vidanger tous les 5 ans les ouvrages pour contrôler les structures immergées.

### **VI-5 Conclusion :**

Le projeteur doit porter toute son attention aux prescriptions destinées à améliorer les conditions de travail, l'hygiène et la sécurité. Les conditions d'exécution des manœuvres les plus courantes sont trop rarement prises en compte au stade du projet (accessibilité des organes, facilité de la manœuvre). Tous ces éléments devraient pourtant être intégrés à la conception de la station, d'autant plus que les aménagements et les modifications à apporter par la suite coûteront beaucoup plus cher que s'ils avaient été prévus au départ.

## Conclusion générale

Au terme de ce travail on a montré que l'implantation de la Step de Rahouia est une nécessité pour protéger le milieu récepteur qui à un caractère socio-économique très important stratégiquement soit à l'échelle local ou national et conserver aussi le milieu naturel qui a un caractère rural et agricole.

Dans l'ensemble nous pouvons dire qu'une telle technique d'épuration permet d'atteindre un excellent rendement dépollution d'effluents et un coût du mètre cube d'eau épurée minimum et une exploitation très simple.

A la fin de cette mission on résume les notes suivantes :

- Le réseau d'assainissement est de type unitaire avec un taux de raccordement est de 90%.
- Le secteur industriel est moins existant dans la ville de Rahouia, mais le secteur élevage et agricole est classé tel que l'agriculture qui représente parmi les ressources importantes dans la ville. (Et dans la wilaya).
- La ville de Rahouia est alimentée en eau potable à partir du barrage de Bekhedda.

D'après les résultats d'analyses, on peut conclut que :

- Que les eaux usées de la ville de Rahouia sont moyennement chargées mais répondent aux critères d'une eau usée urbaine.
- Que ces eaux usées ne peuvent être rejetées dans un milieu récepteur sans traitement préalable.
- Que ces eaux usées sont aptes aux traitements conventionnels réservés aux eaux usées urbaines à prédominance domestique.

L'horizon d'étude pour le système d'épuration des eaux usées est arrêté à l'an 2035.

La conception de la Step est la meilleure solution pour faire face aux problèmes de l'assainissement et de l'irrigation dans la région. De même, nous avons la possibilité d'utiliser la boue produite comme engrais dans l'agriculture.

Enfin nous espérons que notre étude à englober tous les points indispensables pour le dimensionnement de la future station d'épuration de la ville de Rahouia, et qui peut servir comme document de sensibilisation des responsables locaux de la région sur les problèmes divers engendrés par la pollution des eaux et on souhaite que ce travail représente vraiment les efforts qu'on a mis à disposition pour l'effectuer.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

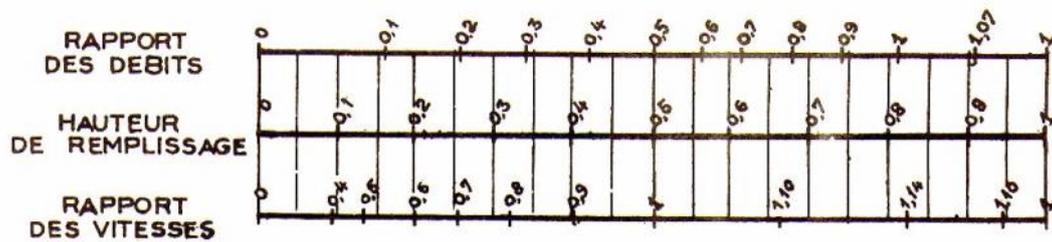
- [1] A. Gaio. Epuration biologique des eaux usées urbaines.  
OPU Alger 1984
- [2] Marc Satin, Beclin Selmi.  
Guide technique de l'assainissement.  
Edition de moniteur. Paris 1999.
- [3] A. Gaio.  
Epuration biologique des eaux usées urbaines.  
OPU Alger 1984.
- [4] Bechac. P, Pierre. Boutin, B. Mercier, P. Nuer.  
Traitement des eaux usées.  
EYROLLES Paris 1987.
- [5] Abdelkader.Gaid, Tome 1  
Epuration biologique des eaux usées urbaines  
OPU. Alger. 1984.
- [6] Claude Cardot,  
Les traitements physico-chimiques et biologiques  
Guide technique de l'assainissement.  
Edition de moniteur. Paris 1999
- [7] Jaques Bernard, Colette Caerels, Genevière Dieblot, Alain Dupouy.  
Le Memento technique de l'eau.  
Tome 2. Degrément.
- [8] Dia Prosiun.  
Technique et économie de l'épuration des eaux résiduaires  
Publication de bulletin sein. Normandie. Octobre 71.
- [9] M. Carlier  
Hydraulique générale et appliquée.  
Edition EYROLLS 1986.
- [10] Gaujous D, La pollution des milieux aquatiques. Aide mémoire.  
Edition technique et documentation, Lavoisier.1995
- [11] [http://www.oieau.fr/Re\\_FEA/module\\_2d.htm/](http://www.oieau.fr/Re_FEA/module_2d.htm/).
- [12] W.W Echenfeldr.  
Gestion des eaux usées urbaines et industrielles.  
Technique et documentation Paris.

ANNEXE X

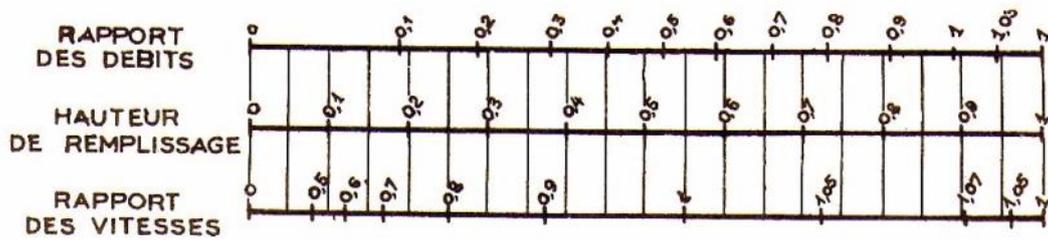
VARIATIONS DES DÉBITS ET DES VITESSES  
EN FONCTION DE LA HAUTEUR DE REMPLISSAGE

(d'après la formule de Bazin)

a) Ouvrages circulaires



b) Ouvrages ovoïdes normalisés



Exemple - Pour un ouvrage circulaire rempli aux  $\frac{3}{10}$ , le débit est les  $\frac{2}{10}$  du débit à pleine section et la vitesse de l'eau est les  $\frac{78}{100}$  de la vitesse correspondant au débit à pleine section

ANNEXE VII

RÉSEAUX PLUVIAUX EN SYSTÈME UNITAIRE OU SÉPARATIF

(Canalisations circulaires – Formule de Bazin)

