

**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
**Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**  
**Université Saad Dahleb Blida 01**  
**Faculté des Sciences et de la Technologie**  
**Département Science de l'Eau et Environnement**



**MEMOIRE DE FIN D'ETUDES**  
**En vue de l'obtention du diplôme Master**  
**Spécialité : Ressource Hydraulique**

**Thème :**

**Etude et évaluation de performance de la  
STEP de la ville d'Ain Tagourait  
(W.TIPAZA)**

**Présenté par :**

FRIDI Fares

BETTOU Mohamed

**Promoteur :**

M<sup>r</sup> BESSENASSE Mohamed

PROF.ENS.SUP

**Jury :**

Président : M<sup>me</sup> BOUZOUIDJA Souad

MAITRE ASSISTANT A

Examineurs : M<sup>r</sup> BELKACEM FILALI

MAITRE ASSISTANT A

M'Hamed

**Année Universitaire : 2019/2020**



## Dédicace

*Je tiens à dédier ce modeste travail:*

*A mes très chers parents pour leurs Sacrifices et leurs amours, leurs aides, leurs soutiens et encouragements. Que dieu le tout puissant les protège.*

*A la mémoire de mes défunts grand parents « Ahmed et Cherifa, Mohamed » qui ont été ma source de courage.*

*A mon oncle Mohamed qui m'a enseigné au primaire, et mon oncle et ma tante (Ben Youcef et Fatema Zohra).*

*A mes cousins et cousines (Mohamed, Zohra, Abed Kader, Nourdine, Ahmed et Fatiha)*

*A tous ma grande famille*

*A tous la promotion*

*A mon ami BETTOU Mohamed*

## Dédicace

*Je tiens à dédier ce modeste travail:*

*À mes très chers parents pour leurs Sacrifices et leurs amours, leurs aides, leurs soutiens et encouragements. Que dieu le tout puissant les protège.*

*À mon grand-père et à ma grand-mère, que Dieu prolonge leur vie*

*À toute personnes qui mon aidé De près ou de loin.*

*A tous mais frères, sœurs à chaque personne je crois en mon succès.*

*À toute ma grande famille*

*À toute la promotion*

*À tous mes amis et mon binôme Fares FRIDI*

## Résumé:

L'étude consiste à l'évaluation de la performance d'une STEP qui sera installé au niveau de la ville d'Ain Tagourait et ce à l'appelle de mieux contrôlé les 10 rejets les éléments de calcul ont des pris référence à contrôlé station de Chenoua tout en apportons des contions notamment la population, le débit et la charge polluante.

Mots clés : STEP, débit, la charge polluante, rejet.

## Abstract :

The ain of our work is the stady the performance of waste water traitement station witch wille be installed in Ain Tagourait.

This station wille be abole to capture the 10 local waste water of the town.

For that, we have we have used the information and technicole station of waste water traitement station of Chenoua.

Also, we have use specific data of town Ain Tagourait (population, pollutant charge and the flow).

**Keywords :** waste water traitement station, local waste water, population, pollutant charge and the flow.

## ملخص :

قمنا بي هذه دراسة من أجل تقييم أداء محطة معالجة مياه الصرف الصحي و حساب هياكلها التي سيتم تركيبها مستقبلا على مستوى مدينة عين تقورايت من أجل تسيير حسن لي قنوات صرف صحي و ربطها مستقبلا بي محطة بي واسطة محطات الرفع.

و لقد قمنا بي أخذ معطيات من محطة معالجة مياه الصرف الصحي شنوة لي حساب كمية إستهلاك كهرباء و تكلفته.

**الكلمات الرئيسية :** محطة معالجة مياه الصرف الصحية. لي قنوات صرف صحي, محطات الرفع .

## Liste des figures

- Figure I.1 : Limites administrative de la wilaya de Tipaza.
- Figure I.2 : Limites administrative de la commune d'Ain Tagourait.
- Figure I.3 : la localisation de site d'implantation de la station (vue aérienne).
- Figure I.4 : Système de transfert d'Ain Tagourait.
- Figure I.5 : fiche technique de STEP d'Ain Tagourait (DRE).
- Figure I.6 : Variation mensuelle de la température °C.
- Figure I.8 : Variation de l'évaporation moyenne mensuelle.
- Figure I.9 : Variation de l'humidité relative de l'air mensuel.
- Figure I.10 : Précipitations mensuelles moyennes.
- Figure I.11 : les sites de rejet d'assainissement d'Ain Tagourait.
- Figure II.1 : les rejets de la ville d'Ain Tagourait dans l'environnement.
- Figure III.1 : les différentes étapes du traitement des eaux usées.
- Figure III.3 : Schéma de l'installation des prétraitements à STEP en fonctionnement normal.
- Figure III.4 : Représentation schématique du traitement primaire des eaux brutes.
- Figure III.5 : Le traitement secondaire ou traitement biologique.
- Figure III.6 : Bassin d'aération.
- Figure III.7 : Le clarificateur.
- Figure III.8 : La dégradation de la pollution azotée.
- Figure III.9 : Epaisseur.
- Figure III.10 : Déshydrater.
- Figure III.11: Stabilisateur.
- Figure IV.1 : Représente l'évaluation de la population à différents horizons.
- Figure V.1: la vitesse ascensionnelle maximale en fonction d'IM.
- Figure VI.1 : Déversoir d'orage à seuil frontal (coupe en plan).
- Figure VI.2 : Déversoir d'orage classique à seuil latéral biais.
- Figure VI.3 : Déversoir d'orage à double seuil latéral
- Figure VI.4 : Déversoir d'orage avec ouverture du radier.
- Figure VII.1 : Répartition de la consommation électrique totale de la station d'épuration de Tipaza.
- Figure VIII.2 : Répartition du coût de la consommation électrique totale de la STEP de Tipaza.

## Liste des tableaux

Tableau I.1 : Qualité des rejets d'Ain Tagourait (SEEAL)

Tableau I.2 : station de pompages nécessaires au transfert vers la future STEP D'Ain Tagourait

Tableau I.3 : températures mensuelles moyennes, minimales et maximales en C

Tableau I.4 : Vitesses des vents moyennes mensuelles en (km/h).

Tableau I.5 : L'évapotranspiration moyenne mensuelle en (mm).

Tableau I.6 : Humidité relative de l'air mensuel et annuel.

Tableau I.7 : la précipitation mensuelle moyenne et total annuel en (mm).

Tableau II.1 : Le coefficient de biodégradabilité (K).

Tableau II.2 : Normes de rejets internationaux (OMS)

Tableau II.3 : Normes de rejets dans un milieu récepteur (Journal Officiel de la République Algérienne, 2006)

Tableau IV.1 : le taux d'accroissement de la population a différents horizon.

Tableau IV.2 : Les besoin totaux en eau potable à différentes horizons.

Tableau IV.3 : Le taux de raccordement au réseau d'assainissement et de retour a l'égout a différent horizon.

Tableau IV.4 : Le coefficient de réduction aux différents horizons.

Tableau IV.5 : le débit moyen journalier et le débit moyen horaire aux différents horizons

Tableau IV.6 : le débit de point par temps sec aux différents horizons.

Tableau IV.7 : Le débit de point par temps de pluie aux différents horizons.

Tableau IV.8 : Récapitulatif des calcule des débits.

Tableau V.1 : Récapitulatif de dimension de canal.

Tableau V.2 : paramètre de dimensionnement de la grille grossière à nettoyage manuel.

Tableau V.3 : paramètre de dimensionnement de la grille fine mécanisé

Tableau V.4 : différent dimensionnement de la grille grossière.

Tableau V.5 : Le différent dimensionnement de la grille fine.

Tableau V.6 : Récapitulatif des dimensions de la grille fines et grossières.

Tableau V.7 : Récapitulatif des dimensions de dessableur-déshuileur.

Tableau V.8 : Caractéristique d'effluent sortant de prétraitement.

Tableau V.8 : Caractéristique d'effluent sortant de prétraitement.

Tableau V.10 : temps de séjour dans le bassin d'aération

Tableau V.11 : Récapitulatif des dimensions du bassin d'aération.

Tableau V.12 : Récapitulatif des dimensions d'un clarificateur.

Tableau V.13 : paramètre de désinfection à l'horizon 2050.

Tableau V.14 : Récapitulatif de dimensionnement de bassin de désinfection.

Tableau V.15 : Les différentes dimensions de l'épaississeur.

Tableau VI.1 : Longueurs des conduites entre les ouvrages de la STEP.

Tableau VI.2 : détermination de la hauteur manométrique.

Tableau VI.3 : le frais d'exploitation.

Tableau VI.4 : Prix totale des différents diamètres.

Tableau VI.5 : le frais d'amortissement.

Tableau VII.1 : Durée de fonctionnement journalière moyenne sur une année des pompes de relevage entre février 2009 et mars 2010.

Tableau VII.2 : Consommation électrique journalière moyenne et coût journalier moyen des pompes de relevage.

Tableau VII.3 : Consommation électrique journalière moyenne et coût journalier moyen du dérailleur.

Tableau VII.4 : Consommation électrique journalière et coût journalier du groupe tournant.

Tableau VII.5 : Consommation électrique journalière moyenne et coût journalier moyen du surpresseur air lift.

Tableau VII.6 : Consommation électrique journalière et coût journalier du surpresseur déshuileur.

Tableau VIII.7 : Consommation électrique journalière et coût du fonctionnement journalier du calibre de sable.

Tableau VII.8 : Consommation électrique et coût de la collecte et du prétraitement.

Tableau VII.9 : Durée de fonctionnement journalière moyenne sur une année aérateurs de la ligne 1.

Tableau VII.10 : Durée de fonctionnement journalière moyenne sur une année aérateurs de la ligne 2.

Tableau VII.11 : Consommation électrique journalière moyenne et coût journalier des six aérateurs.

Tableau VII.12 : Consommation électrique et coût du traitement biologique.

Tableau VII.13 : Consommation électrique journalière moyenne et coût journalier des ponts racleurs.

Tableau VII.14 : Durée de fonctionnement journalière moyenne sur une année des pompes de recirculation.

Tableau VII.15 : Consommation électrique journalière moyenne et coût journalier des pompes de recirculation en alternance (« 1 »).

Tableau VII.16 : Consommation électrique journalière moyenne et coût journalier des pompes de recirculation (« 2 »).

Tableau VII.17 : Consommation électrique global et coût journalier global des pompes de recirculation.

Tableau VII.18 : Consommation électrique journalière moyenne et coût journalier moyen de la pompe d'extraction.

Tableau VII.19 : Consommation électrique et coût de la clarification.

Tableau VII.20 : Consommation électrique journalière moyenne et coût journalier de l'épaississeur.

Tableau VII.21 : Consommation électrique et coût du groupe épaisseur.

Tableau VII.22 : Consommation électrique journalière moyenne et coût journalier moyen de la pompe à boue.

Tableau VII.23 : Consommation électrique journalière moyenne et coût journalier moyen de la pompe de lavage.

Tableau VII.24 : Consommation électrique journalière moyenne et coût journalier moyen du doseur de polymère.

Tableau VII.25 : Consommation électrique journalière moyenne et coût journalier moyen des Mélangeurs polymères.

Tableau VII.26 : Consommation électrique journalière moyenne et coût journalier moyen du doseur de polymère.

Tableau VII.27 : Consommation électrique journalière moyenne et coût journalier moyen du Mélangeur.

Tableau VII.28 : Consommation électrique journalière moyenne et coût journalier moyen du filtre à bande.

Tableau VII.29 : Consommation électrique journalière moyenne et coût journalier moyen du compresseur.

Tableau VII.30 : Consommation électrique journalière moyenne et coût journalier moyen des bandes transporteuses et du granulateur.

Tableau VII.31 : Consommation électrique et coût de la déshydratation.

Tableau VII.32 : Consommation électrique des équipements de bureau.

Tableau VII.33 : Coût de la consommation électrique journalière des équipements de bureau.

Tableau VII.34 : Consommation électrique journalière des équipements du laboratoire.

Tableau VII.35 : Coût de la Consommation électrique des équipements journalière des équipements du laboratoire.

Tableau VII.36 : Consommation électrique et coût des équipements du bureau et du laboratoire.

Tableau VII.37 : Puissance des ampoules d'éclairage extérieur.

Tableau VII.38 : Consommation électrique journalière moyenne et coût journalier moyen de l'éclairage extérieur.

Tableau VII.39 : Consommation électrique et coût de la collecte et du prétraitement.

Tableau VII.40 : Consommation électrique mensuelle de la STEP de Tipaza.

Tableau VII.41 : Coût de la consommation électrique mensuelle de la STEP.

Tableau VII.42 : Comparatif énergétique et environnemental entre les deux types de lampe.

Tableau VII.43 : Comparatif des couts des deux types de lampe.

Tableau VII.44 : Economie financière réalisée suite à la substitution des lampes.

Tableau VII.45 : Consommation électrique journalière moyenne et coût journalier des aérateurs.

Tableau VII.46 : Consommation électrique et coût du traitement biologique.

Tableau VII.47 : Comparatif énergétique et financière entre les deux méthodes du fonctionnement.

# Abréviation

AEP : Alimentation en eau potable.

ANRH : Agence nationale des ressources hydriques.

CE : Consommation électrique.

CCE : Coût de la consommation électrique.

Cm : Charge massique.

Cv : Charge volumique.

DA : Dinars algériens.

DHW : Direction de l'hydraulique de la wilaya.

DCO : Demande chimique en oxygène.

DN : Diamètre nominal.

DBO<sub>5</sub> : Demande biologique en oxygène.

EH : Equivalent habitant.

EU : Eaux usées.

Ha : Hectares.

Hab : Habitant.

IM : Indice de MOHLMAN.

MO : Matière organique.

MES : Matières en suspension.

MVS : Matières volatiles en suspension.

MM : Matières minérales.

NTK : Azote totale.

ONS : Office nationale des statistiques.

SEAAL : Société des Eaux et de l'Assainissement d'Alger.

STEP : Station d'épuration.

WC : Toilettes.

$\Delta H$  : Perte de charge.

# Sommaire

- **LISTES DES FIGURES.**
- **LISTE DES TABLEAUX.**
- **SYMBOLES ET ABREVIATIONS.**

<b>INTRODUCTION GENERALE</b> .....	1
------------------------------------	---

## **PARTIE THEORIQUE**

<b>Chapitre I : Présentation de site d'étude</b> .....	2
--	---

I.1 Introduction.....	2
-----------------------	---

I.2 Description et Situation géographique.....	2
--	---

I.3 Milieu physique .....	6
---------------------------	---

I.4 Milieu climatique et pluviométrique.....	7
--	---

I.5 Hydrographie et réseau d'eaux pluviales.....	11
--	----

I.6 Milieu humain.....	12
------------------------	----

I.7 Les ressources hydriques.....	12
-----------------------------------	----

I.8 Environnement.....	13
------------------------	----

<b>Chapitre II : Origines et caractéristiques des eaux résiduaires</b> .....	14
--	----

II.1 Introduction.....	14
------------------------	----

II.2 Définition des eaux usées.....	14
-------------------------------------	----

II.3 Origine des eaux usées.....	14
----------------------------------	----

II.4 Importance des rejets.....	15
---------------------------------	----

II.5 Evaluation de la pollution.....	16
--------------------------------------	----

II.6 Les principaux paramètres de pollution.....	18
--	----

II.7 Equivalent habitant.....	22
-------------------------------	----

II.8 l'état de l'environnement.....	22
-------------------------------------	----

II.9 Normes de rejets.....	22
----------------------------	----

II.10 Résultats d'analyses et interprétation.....	24
---	----

II.11 Conclusion.....	30
-----------------------	----

<b>Chapitre III : Les procédés d'épuration des eaux usées</b> .....	31
III.1 Introduction.....	31
III.2. Définition de l'épuration.....	31
III.3.Paramètres essentiels pour le choix d'une technologie de traitement des eaux usées.....	31
III.4. Rôle des stations d'épuration.....	32
III.5. Procédés d'épuration des eaux usées.....	32
III.6.Conclusion.....	44
<b>PARTIE PRATIQUE</b>	
<b>Chapitre IV : Evaluation des débits de la charge polluante</b> .....	45
IV.1 Introduction.....	45
IV.2 Choix de l'horizon.....	45
IV.3 Le taux d'accroissement démographique.....	45
IV.4 Evaluation de la population.....	45
IV.5 Les besoin en eau potable.....	47
IV.6 Estimation des débits.....	47
IV.6 Estimation des charges polluantes .....	50
<b>Chapitre V: Dimensionnement des différents ouvrages de la STEP</b> .....	53
V.1. Introduction.....	53
V.2. Les ouvrage de prétraitement.....	53
V.3. Les ouvrage de traitement biologique.....	63
V.4. La désinfection.....	77
V.5. Traitement des boues.....	80
<b>Chapitre VI : calcule hydraulique</b> .....	82
VI.1 Introduction.....	82
VI.2 Emplacement des ouvrages dans le site de la station.....	82
VI.3 Déversoir d'orage.....	82
VI.4 Profil hydraulique.....	82
VI.5 Station de relevage.....	87

<b>Chapitre VII : Evaluation la consommation électriques et le coût de fonctionnement</b> .....	95
VII.1 Introduction .....	95
VII.2 Méthodologie de travail.....	95
VII.3 Méthode de calcul.....	95
VII. 4 Propositions pour la réduction de la consommation électrique.....	126
VII.5 Conclusion.....	126
- <b>CONCLUSION GENERALE</b> .....	127



**INTRODUCTION  
GENERALE**

## Introduction générale :

L'eau est la source de vie, l'homme l'utilise l'eau dans ses différentes activités quotidiennes comme : boire, lavage, l'activité industrielle. Par conséquent, il consomme une quantité importante qui sera rejetée dans les conduites avec les risques qu'elle présente pour l'environnement et la santé publique. Vu la présence de certains éléments (métaux lourds).

Le développement de l'humanité est de plus en plus freiné par la pollution croissante de l'eau.

La contamination des lacs et des rivières est l'un des problèmes de pollution de l'eau que l'on rencontre le plus fréquemment dans le monde, d'où la nécessité de traiter les eaux usées avant de les rejeter dans les milieux naturels.

En Algérie, le secteur de l'assainissement a connu un essor considérable ces dernières années.

En effet, la capacité d'épuration n'a cessé de s'accroître, et ce à travers la réalisation de nouvelles infrastructures et la réhabilitation d'anciennes stations d'épuration.

Dans le cadre de la mise en application de l'accord des pays du bassin méditerranéen pour la lutte contre la pollution marine il a été décidé d'installer tout le long des villes côtières des STEP ainsi que des réservoirs de récupération des huiles dans les ports.

Pour ce faire l'Algérie a lancé un vaste programme de réalisation et de réhabilitation des STEP ceci pour préserver l'environnement et assurer un développement durable qui va assurer le développement des différents secteurs économiques qui ont un lien direct avec la nature (tourisme, agriculture, pêche, la santé publique)

Afin d'appréhender ce problème, nous avons choisi comme projet de fin d'études Etude et évaluation de performance de la station d'épuration de la ville d'Ain Tagourait.

Pour ce faire nous avons choisi de partager notre travail en deux parties composées comme suit :

Partie théorique :

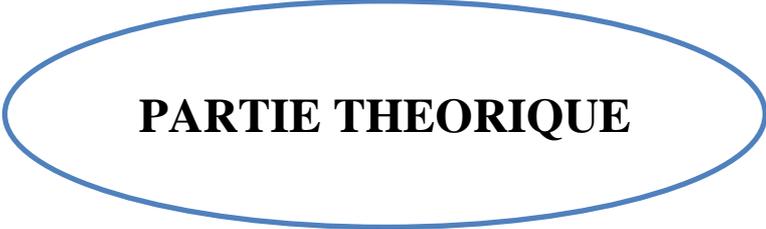
- ❖ Chapitre 1 : La présentation de la ville d'Ain Tagourait.
- ❖ Chapitre 2 : Une recherche bibliographique portant sur la pollution des eaux et leur origines et caractéristiques
- ❖ Chapitre 3 : les différentes techniques d'épuration existantes en mettant en évidence leurs efficacités.

Partie pratique :

- ❖ Chapitre 4 : Un dimensionnement de la station d'épuration au long terme pour l'horizon 2035.
- ❖ Chapitre 5 : Le calcul hydraulique relatif à cette station pour assurer le bon fonctionnement.

Et compte tenu des exigences électriques que suscite la gestion d'une station d'épuration à boues activées et de la nécessité de les rationaliser (procédé utilisé), notre étude consiste à :

- ❖ Chapitre 6 : Evaluer la consommation électriques et le coût de fonctionnement au cours de chaque étape composant la chaîne d'épuration à boues activées
- ❖ Proposer des solutions.



**PARTIE THEORIQUE**



# **CHAPITRE I**

# CHAPITRE I : PRESENTATION DU SITE D'ETUDE

## CHAPITRE I : PRESENTATION DU SITE D'ETUDE

### I.1 Introduction :

Ce chapitre est consacré à la présentation du terrain d'étude, nous allons présenter les caractéristiques géomorphologiques et hydromorphométriques (naturelles et artificielles) du milieu étudié, ainsi que l'ensemble des données disponibles.

### I.2 Description et Situation géographique :

La wilaya de Tipaza fait partie de la région nord centre fortement urbanisée et polarisante à la fois, Jouissant d'atouts majeurs économiques, touristiques et naturels, la mettant à l'avant-garde du reste Du territoire national.

Elle est limitée géographiquement par :

La mer méditerranéenne au Nord

La wilaya de Blida au Sud Est

La wilaya d'Alger à l'Est

La wilaya de Chlef à l'Ouest

La wilaya d'Ain Defla au sud-ouest

Le territoire de la wilaya de Tipaza couvre une superficie de 1 707 km<sup>2</sup>, soit 0.072% du territoire national, qui se répartit en : Montagnes : 336 km<sup>2</sup> ; Collines et piémonts : 577 km<sup>2</sup> ; Plaines : 611 km<sup>2</sup> ; Autres : 183 km<sup>2</sup>. Elle se compose de 28 Communes et 10 Daïrates.

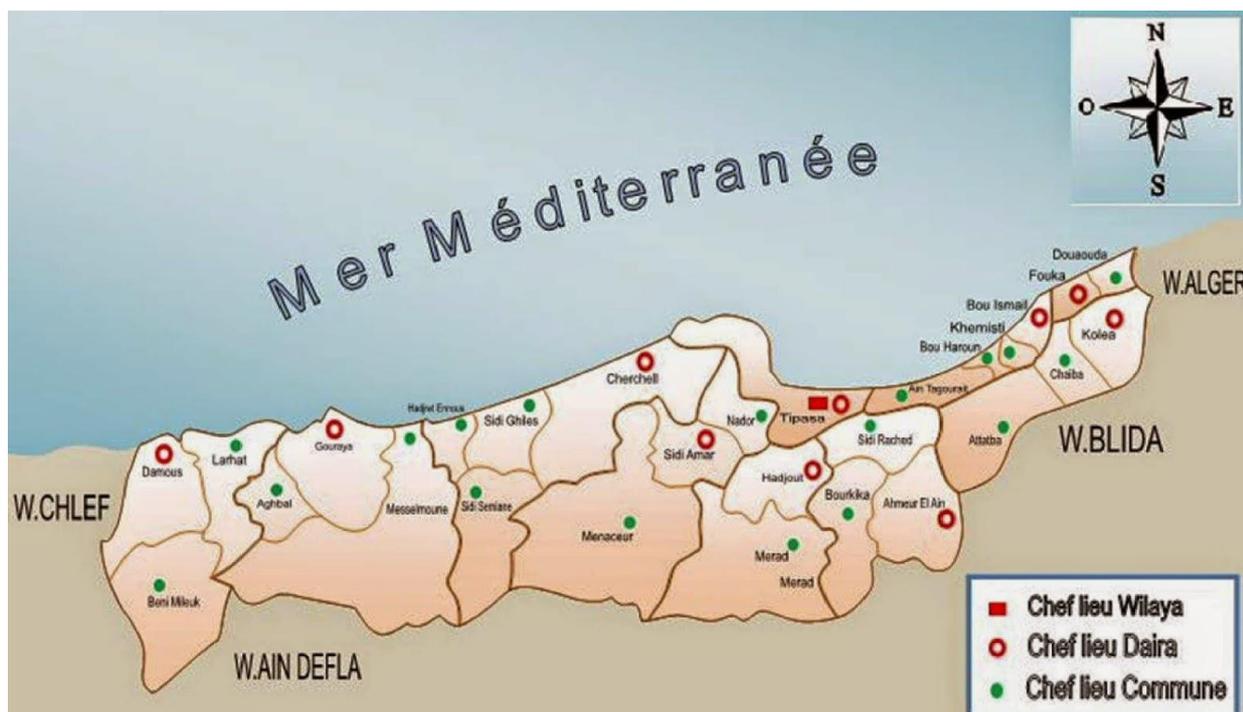


Figure I.1 : Limites administratives da la wilaya de Tipaza.

# CHAPITRE I : PRESENTATION DU SITE D'ETUDE

## I.2.1 Situation administrative :

La commune d'Ain Tagourait couvre une superficie de 26,18km<sup>2</sup>, soit 1,53 % elle est le chef-lieu de la wilaya du même nom située à 50km à l'Ouest d'Alger. Au Nord elle est limitée par la mer Méditerranée, à l'Ouest par la commune de Tipaza, à l'Est par la commune Bouharoune et Attatba et au sud par Attatba et Sidi Rached.

Ain Tagourait est composée d'une petite bande côtière de plus ou moins 150 mètres de large mais longue de 10 km ainsi qu'une partie haute constitué de la plaine du sahel à de 280 m d'altitude, à la périphérie Nord-Ouest de la plaine de la Mitidja, elle est bordée d'Ouest en Est par les méridiens 2,36°E et 2,34°E, et du Sud au Nord par les parallèles 36,36°N et 36,13°N.

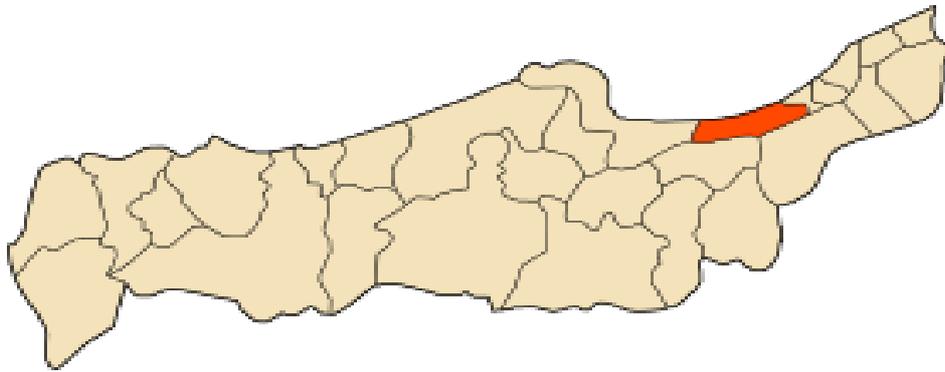


Figure I.2 : Limites administratives da la commune d'Ain Tagourait.

## I.2.2 Localisation de site d'implantation de la station :

Le terrain objet de la présente étude se situe à l'entrée d'Ain Tagourait, en périphérie Nord-Est de la ville, à proximité la mer méditerranéenne sur le chemin de Wilaya Tipaza (RN 11), sa superficie est de 4 ha. Au nord limité par méditerranée, à l'ouest par la route vers Ain Tagourait chef-lieu, à l'est par la route vers Bouharoune, à sud par RN11.

L'installation est classée pour la protection de l'environnement, sa principale tâche c'est :

- L'Épuration des eaux d'évacuations sanitaires de la ville d'Ain Tagourait afin de préserver le littoral l'enjeu de la ville, sa capacité est équivalente à **70 000équivalent - habitants**, son volume journalier est estimé à : **1 344 m<sup>3</sup>/j**
- **AEP :  $Q_h = 70 \text{ m}^3/\text{h}$       $Q_j = 70 \times 24 = 1 680 \text{ m}^3/\text{j}$**
- **L'Assainissement :  $Q_R = 1680 \times 0,80 = 1 344 \text{ m}^3/\text{j}$**

# CHAPITRE I : PRESENTATION DU SITE D'ETUDE

Le déversement de la STEP se fait dans la mer méditerranéenne à l'aide d'un canal venturi. [1]

PERIMETRE DES STEP ET AUTRES ZONES	MILIEU RECEPTEUR	POTENTIALITES DE REUTILISATION DES EAUX EPUREES	CONTRAINTE DE REJETS	CONTRAINTES SUPPLEMENTAIRES POUR LA REUTILISATION	REMARQUES
STEP Ain Tagourait	marin côtier (petites criques)	total d'avril à septembre	chargé carbonées et MES	MES + microbiologie	milieu ouvert

**Tableau I.1. Qualité des rejets d'Ain Tagourait(SEEAL).**

Les chaîne de transfert est entièrement à créer. On prévoit les transferts par pompage suivants :

P.R	SITUATION	2×QPTS (M <sup>3</sup> /H)	H. GEOMETRIQUE (M)	HMT(M)	CONDUITE NORMALISEE	VITESSE MAX.(M/S)	LONGUEUR (M)
PR30-04	PROJETE	4	10	12	PEHD-90	0.26	1 028
PR30-03	PROJETE	410	15	18	Fonte-300	1.61	323
PR30-02	PROJETE	716	20	27	Fonte-400	1.58	1 082
PR30-01	PROJETE	847	15	23	Fonte-400	1.87	835

**Tableau I.2 : station de pompages nécessaires au transfert vers la future STEP D'Ain Tagourait(SEAAL).**



**Figure I.3 : la localisation de site d'implantation de la station (vue aérienne)(SEAAL).**

# CHAPITRE I : PRESENTATION DU SITE D'ETUDE

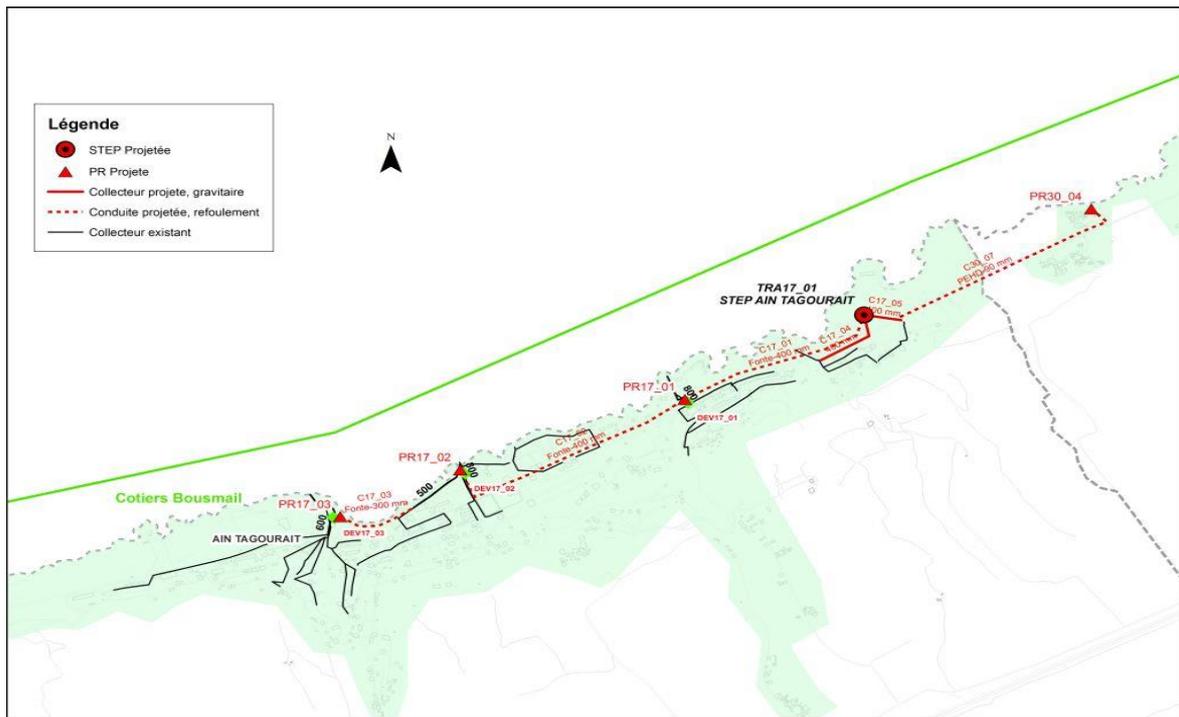


Figure I.4 : Système de transfert d'Ain Tagourait

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
 WILAYA DE TIPAZA  
 DIRECTION DES RESSOURCES EN EAU

**Fiche Technique**  
 SITE D'IMPLANTATION DE LA STATION D'EPURATION  
 DE LA COMMUNE DE AIN TAGOURAIT.

Critère		Observation
Localisation		Sortie de la ville de AIN TAGOURAIT Latitude : 36°36'34.76" N Longitude : 2°37'26.60" E
Accessibilité		Route nationale RN11
Limite du site	Nord	Mer Méditerranée
	Sud	RN11
	Est	Vers BOUHAROUNE
	Ouest	Vers AIN TAGOURAIT chef-lieu
Nature juridique du terrain		/
Superficie du Terrain		Quatre (04) hectares
Morphologie		Terrain plat
Servitude	Ligne HT, MT, BT	/
	Conduites Souterraines	/
	Autre	/
Observations :		

Figure I.5 : fiche technique de STEP d'Ain Tagourait (DRE) [3]

# CHAPITRE I : PRESENTATION DU SITE D'ETUDE

## I.3 Milieu physique :

### I.3.1 Aperçu géologique de la zone d'étude :

Il est intéressant de connaître la nature du sol présent dans la zone d'étude, ce qui permet de comprendre le tracé du cours d'eau, le déplacement ou la déformation du lit et de qualifier les capacités de saturation des sols, qui est un aspect important pour l'évaluation du ruissèlement.

D'après la carte géologique d'Algérie, la zone d'étude appartient au sahel occidental

D'Alger qui est caractérisé par les formations suivantes :

1. Quaternaire continental (Alluvions, regs et terrasses)
2. Pliocène (Conglomérats, marnes, mollasses, grés et formations dunaires);
3. Villafranchien (Calcaires lacustres, argiles) ;
4. Pliocène marin (Conglomérats, marnes bleues, mollasses et grés) ;
5. Miocène supérieur marin (Calcaires, grés et argiles) ;
6. Miocène inférieur marin ;
7. Crétacé supérieur ;
8. Crétacé inférieur ;
9. Jurassique ;
10. Trias ;
11. Permo-trias (Grés rouges et conglomérats) ;
12. Précambrien (Schistes et grés) ;
13. Roches magmatiques formées par des granites et des rhyolites.

Notre région d'étude est formée par des terrains exclusivement sédimentaires. Les Terrains de la zone Ouest sont essentiellement gréseux d'âge Calabrien recouverts par des argiles ou du sable peu épais de l'âge Quaternaire provenant de l'altération des grés. En allant vers l'Est, les formations changent de faciès, elles deviennent purement marneuses (plus de 08m d'épaisseur) avec localement quelques affleurements gréseux. Ces marnes sont d'âge Pliocène. Le passage de la zone Ouest à la zone Est matérialisé par l'oued Mazafran.

L'oued Mazafran présente des méandres importants et des parois abrupts, donc il est encore en évolution géodynamique. Le lit de l'oued est relativement étroit 30-40m, d'une profondeur de 5 à 6m, il est comblé de matériaux graveleux sableux, de grosseur et d'épaisseur différente. Les rives de l'oued sont constituées d'argiles sableuses de couleur brun clair à gris cendré.(DRE)

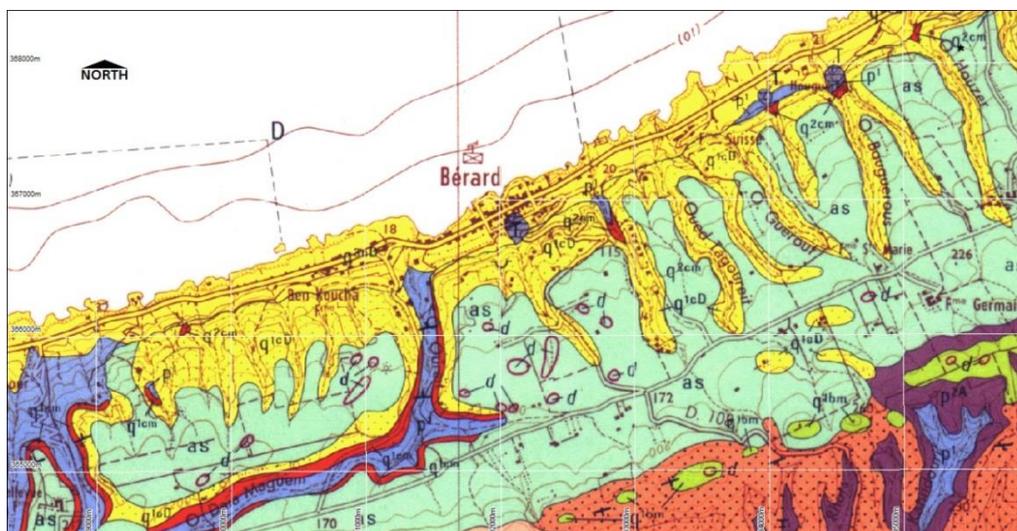


Figure [I.6] : Carte géologique de la zone d'étude

# CHAPITRE I : PRESENTATION DU SITE D'ETUDE

## I.3.2 La sismicité :

Ain Tagourait est localisée sur une zone sismologique assez active, ce qui a engendré par sa structure géologique qui est représentée par un réseau dense de failles et par sa position par rapport à la limite des deux plaques tectoniques panafricaine et eurasiatique, de ce fait plusieurs séismes ont marqués la région au fil du temps. La région de Tipaza limitrophe à notre zone d'étude, est connue pour être une région sismique, par la présence des failles du Dahra, de Larhat, du Chenoua et de la subsidence de l'oued Nador.

Dans la nouvelle classification qui a été établie par le Règlement Parasismique Algérien (R.P.A 2003) suite au séisme du 21 Mai 2003 qui a touché la région de Boumerdes et ses Environs notre zone d'étude se situe dans la zone

Sismique III (sismicité élevée).

La région de Tipaza limitrophe à notre zone d'étude est connue pour être une région sismique, par la présence des failles du Dahra, de Larhat, du Chenoua et de la subsidence de l'oued Nador. Le séisme du 29 Octobre 1989, d'une magnitude de 6 et d'une intensité de 10 a propulsé la zone au summum de la gravité et depuis la région est classée en zone III par le R.P.A (haute magnitude et forte intensité). [4]

## I.4 Milieu climatique et pluviométrique : [ANRH]

La climatologie et les études hydrologique-hydraulique sont à associer. Il convient d'envisager l'intégration des paramètres, de la température, du vent, de l'humidité, etc., dans les simulations des phénomènes complexes de comportement des sols à l'infiltration, à la saturation et au ruissellement, ainsi que l'évaluation du stock hydrique du sol, du pouvoir humidifiant et de l'évapotranspiration potentielle .

L'idéal serait d'avoir à disposition l'ensemble de ces paramètres pour mener convenablement des études portant sur la génération et le transfert du ruissellement des eaux à l'exutoire. Dans la pratique et dans le contexte Algérien, il est assez rare que tous ces paramètres soient mesurés. Dans ce qui suit, il est donné un aperçu sur les quelques paramètres (mesurés) représentatifs de la climatologie du milieu étude.

La région étudiée bénéficie d'un climat méditerranéen a été chaud et aride, alors que le reste de l'année est pluvieux et moins chaud. [2]

# CHAPITRE I : PRESENTATION DU SITE D'ETUDE

## I.4.1 La température :

La température est un facteur très important pour le bon fonctionnement d'une station d'épuration à traitement biologique car pour que l'activité bactériologique soit optimale il faut que la température soit optimale. [2]

MOIS	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	MOY. ANNUELLE
T.moy	11,7	10,3	14,8	16,7	17,7	21,8	26,1	27,1	23,6	19,9	14,6	11,2	17,95
T.moy/min	4	3	3	7,5	8	13	18	19	15	11	6	3	9,20
T.moy/max	21	21	28	32	33	32	35	39	35	32	28	21	29,75

Tableau I.3 : températures mensuelles moyennes, minimales et maximales en C°.

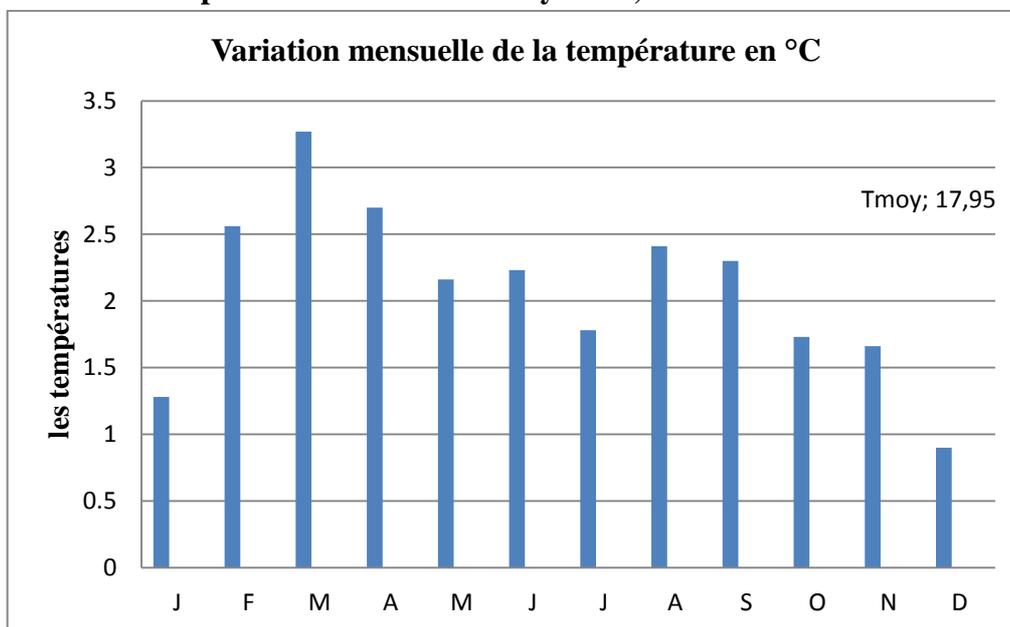


Figure I.7 : Variation mensuelle de la température °C

Les mois les plus chauds sont Juin, Juillet, Août et Septembre où la température moyenne varie entre 21,8°C et 27,1°C, les mois les plus froids sont Décembre, Janvier et Février, où la température moyenne oscille entre 10,3°C et 11,7 °C. [2]

La température la plus basse a été enregistrée au mois de janvier :  $T_{\min}=3^{\circ}\text{C}$ .

La température la plus élevée a été enregistrée au mois de juillet :  $T_{\max}=39^{\circ}\text{C}$ .

Donc on peut dire que la température de la région est très douce à été chaud et aride, alors que le reste de l'année est moins chaud.

# CHAPITRE I : PRESENTATION DU SITE D'ETUDE

## I.4.2 Le vent : en km/h

Les enregistrements des vents dans le tableau I.3, donnent les vitesses moyennes mensuelles ces derniers sans préciser quelles sont les directions dominantes et leur occurrence. [2]

MOIS	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	MOY. ANNUELLE
V.moy	1,28	2,56	3,27	2,7	2,16	2,23	1,78	2,41	2,3	1,73	1,66	0,9	2,08

Tableau I.4 : Vitesses des vents moyennes mensuelles en (km/h).

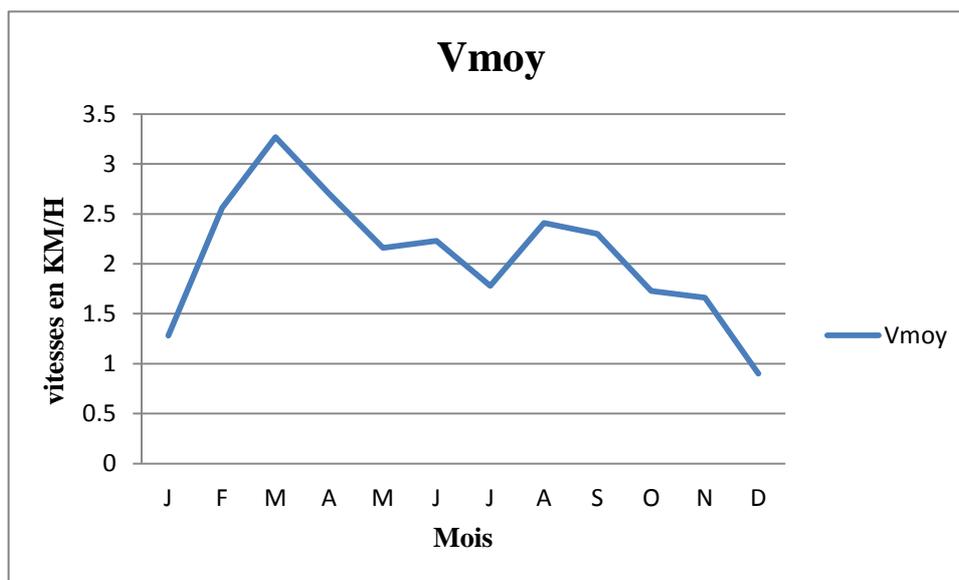


Figure I.8 : Variation de vitesse moyenne mensuelle du vent.

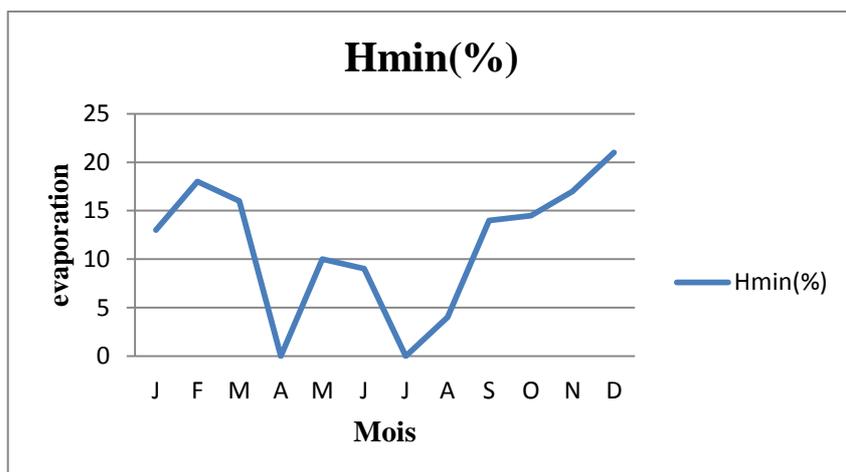
Au vu du tableau I.3, les vents soufflent à plus ou moins la même vitesse toute l'année, mis à part le mois de Mai qui présente une valeur largement supérieure à la moyenne. [2]

## I.4.3 L'évaporation :

MOY	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	MOY. ANNUELLE
Evap	25,9	34,9	72	94,6	115	167	207,4	216	144,9	102,6	45,6	23,5	104,11

Tableau I.5 : L'évapotranspiration moyenne mensuelle en (mm).

# CHAPITRE I : PRESENTATION DU SITE D'ETUDE



**Figure I.9 : Variation de l'évaporation moyenne mensuelle.**

L'évapotranspiration elle présente des valeurs assez élevées d'Avril jusqu'à Octobre concordant avec la période chaude, pour atteindre plus de 216mm par mois au cours de l'été. [2]

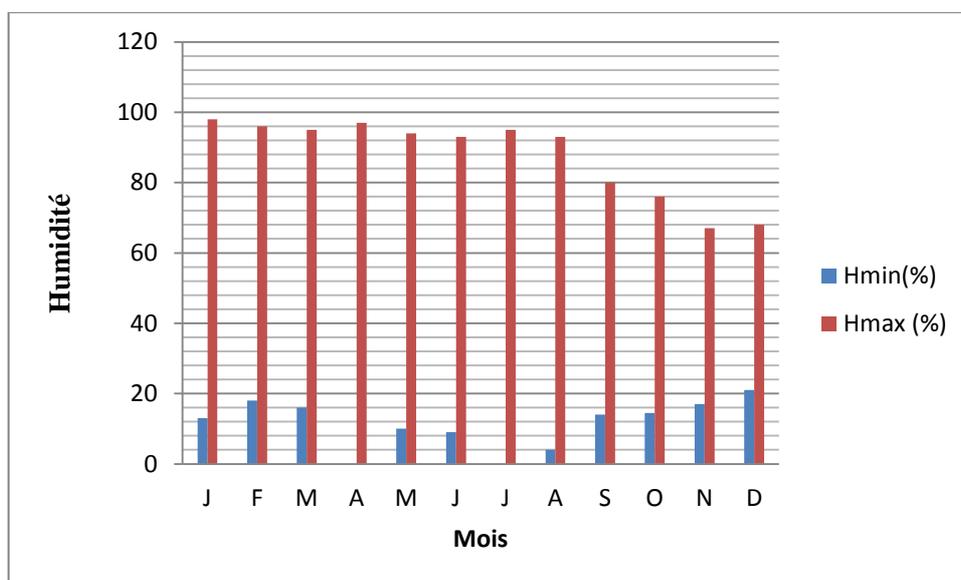
## I.4.4 Humidité :

Elle représente un degré de saturation de l'air en vapeur d'eau. [2]

La série des données climatique nous a permis de récapituler les résultats présentés dans le tableau ci-dessous :

MOY	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	MOY. ANNUELLE
<b>H.min (%)</b>	13	18	16	0	10	9	0	4	14	14,5	17	21	10,20
<b>H.max (%)</b>	98	96	95	97	94	93	95	93	80	76	67	68	87,6

**Tableau I.6 : Humidité relative de l'air mensuel et annuel.**



**Figure I.10 : Variation de l'humidité relative de l'air mensuel.**

# CHAPITRE I : PRESENTATION DU SITE D'ETUDE

## I.4.5 Précipitation :

L'étude des précipitations constitue un élément essentiel pour l'analyse des ressources en eau, dont la connaissance des pluies journalières et l'intensité maximales est primordiale pour les aménagistes afin de pouvoir dimensionner certains ouvrages hydrauliques comme les égouts, les drains urbains, les caniveaux d'évacuation des eaux pluviales, ainsi que le coût des réseaux de drainage.

La pluviométrie moyenne annuelle du milieu étudié est de 889.8mm. Ce dernier reçoit plus de 98% de ses pluies entre septembre et mai. En automne et en hiver, le milieu reçoit une quantité égale de pluie. Néanmoins, la répartition saisonnière est assez irrégulière il pleut moitié moins au printemps qu'en hiver. Et beaucoup moins en été, à peine 6% de la précipitation totale moyenne annuelle [2]

MOIS	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	O	TOTAL ANNUEL
P.moy (mm)	34	52	103,7	121,8	46	108,3	125,9	171	77,1	50,0	0	0	889.8

Tableau I.7 : la précipitation mensuelle moyenne et total annuel en (mm).

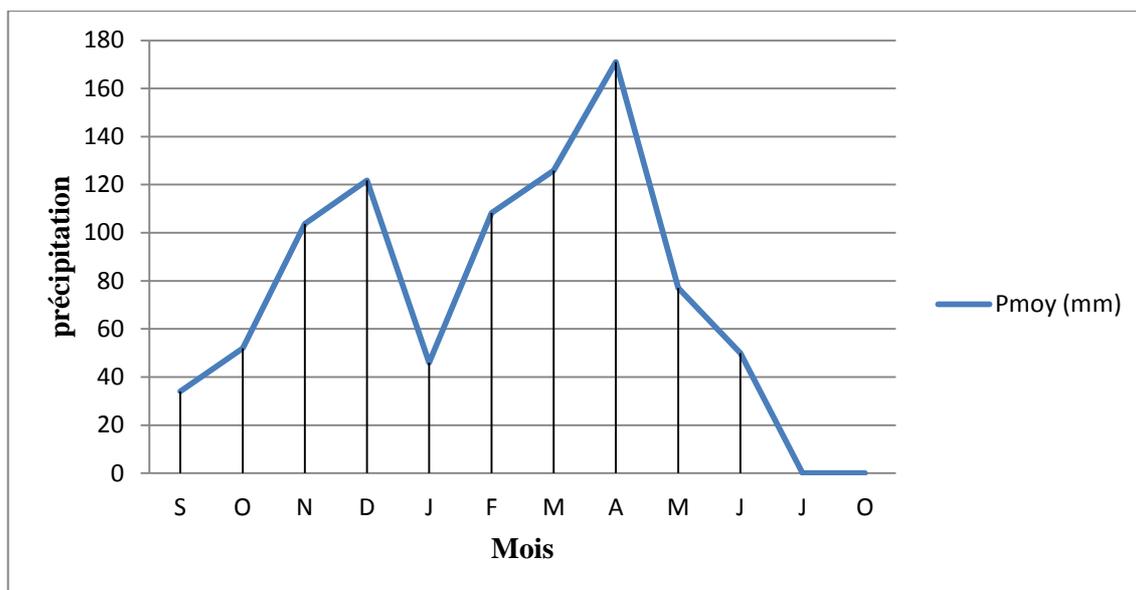


Figure I.11 : Précipitations mensuelles moyennes.

## I.5 Hydrographie et réseau d'eaux pluviales : [DHW]

Hydro graphiquement, la ville de Ain Tgourait se trouve sur le bassin versant algérois ouest, dans le sous bassin numéro 04, ce sous bassin en question n'est pas traversé par un seul oued, mais il est constitué de plusieurs cours d'eau qui le traversent du sud vers le nord. Ces cours d'eau sont des dépressions naturelles formées par l'érosion hydrique à partir des eaux de ruissellement qui tombent de la colline du Sahel dans cette région ces cours d'eau aboutissent directement à la mer. On observe les cours d'eau alimentant l'autre sous bassin versant (numéro 10) et finissent dans l'oued Mazafran. La ville d'Ain Tagourait est traversée de sept de ces cours d'eau.

# CHAPITRE I : PRESENTATION DU SITE D'ETUDE

## I.6 Milieu humain :

L'évolution de la population dans le temps est un facteur primordial dans l'estimation des futurs besoins en eau potable ainsi que les rejets des eaux usées.

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 pour faire face aux besoins locaux en matière d'assainissement et d'épuration d'eaux jusqu'à l'horizon considéré.

## I.7 Les ressources hydriques : [DRE]

Les différentes réalisations enregistrées au niveau de la wilaya et celles à venir devront permettre une meilleure alimentation en eau. En matière de ressources hydriques, la wilaya de Tipaza s'était engagée, depuis quatre ans déjà, dans la concrétisation d'un ambitieux programme pour booster le secteur.

Plusieurs objectifs étaient inscrits dans ce programme, dont l'augmentation des capacités de production afin de satisfaire les habitants en alimentation en eau potable (AEP), mais aussi pour l'irrigation des terres agricoles et satisfaire les demandes des entreprises économiques. Le résultat de ces efforts devrait être perceptible, théoriquement, à partir de 2016. Cependant, le seul problème qui reste posé demeure, malheureusement, l'anarchie qui règne dans la gestion de ce précieux liquide vital pour le développement économique et social. Les réseaux d'irrigation des terres agricoles et de l'AEP, s'ils ne sont pas vétustes, font l'objet d'agressions entraînant par conséquent des fuites et des gaspillages. Les citoyens n'hésitent pas à montrer du doigt SEEAL et les APC pour dénoncer les défaillances. La wilaya de Tipaza compte 10 champs de captage qui débitent quotidiennement 65300 m<sup>3</sup> d'eau afin d'alimenter les agglomérations. Un barrage d'une capacité de 125 hm<sup>3</sup> est en voie de construction sud à 8 km de la localité côtière de Damous, à l'extrémité ouest de la wilaya. Les citoyens de cette région profiteront de l'apport de ce barrage d'un volume annuel de 2,68 hm<sup>3</sup> en AEP. Par ailleurs, les habitants de l'extrême est de la wilaya de Chlef (35,36 hm<sup>3</sup>) et une partie du sud de la wilaya d'Aïn Defla (5,77 hm<sup>3</sup>) seront également alimentés en eau potable à partir du barrage de Kef-Eddir. Cet ouvrage du secteur de l'hydraulique s'ajoute à celui de Boukourdane (Sidi Amar) d'une capacité de 100 hm<sup>3</sup>, achevé et opérationnel depuis la fin des années 1990. En plus de ces deux barrages et des dix champs de captage. [3]

### I.7.1 Alimentation en eau potable :

L'estimation des besoins en eau potable se réalise au moyen de normes (la dotation) affectées aux deux types de besoins pris en considération :

- Besoins de la population en eau potable.
- Besoins des équipements.

- Taux de raccordement : 95%

- Taux de satisfaction : 93%

- Dotation en AEP de la population de la ville d'Ain Tagourait est de 150 l/hab/j.[1]

# CHAPITRE I : PRESENTATION DU SITE D'ETUDE

## I.7.2 Le réseau d'assainissement :

Le réseau d'assainissement de la ville d'Ain Tagourait est unitaire et gravitaire, une conduite de DN1200mm qui véhicule les eaux usées et pluviales de la ville avec un taux de raccordement de 97% à la fin de l'année 2020. [1]

## I.8 Environnement :

Avec l'augmentation des activités humaines, notre environnement subit de nombreuses agressions physiques causées par les différents aménagements mais également chimique causées par la pollution.

L'urbanisation qui a conduit à la concentration de l'habitat humain et de l'industrie et de commerce, a entraîné une augmentation exponentielle des quantités de déchets avec une difficulté croissante dans leur gestion.

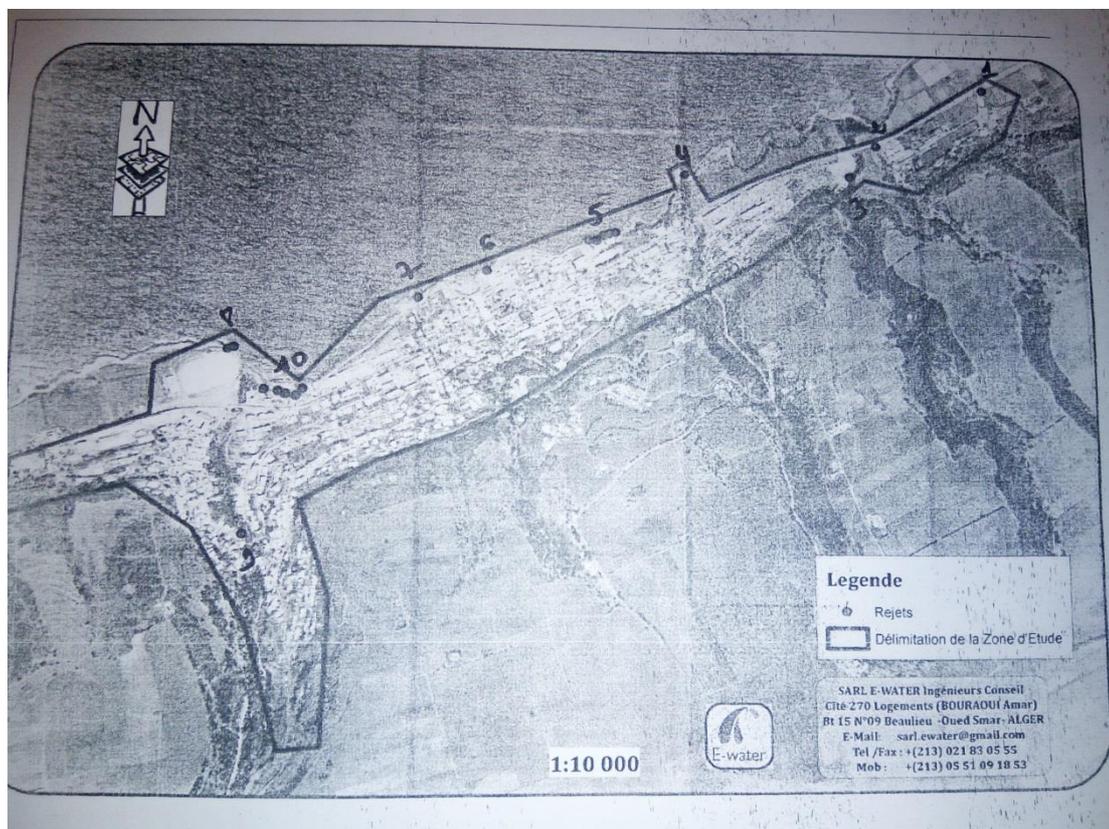


Figure I.11 : les sites de rejet d'assainissement d'Ain Tagourait. [1]



## **CHAPITRE II**

# CHAPITRE II : ORIGINES ET CARACTERISTIQUES DES EAUX RESIDUAIRES

## CHAPITRE II : ORIGINES ET CARACTERISTIQUES DES EAUX RESIDUAIRES

### II.1 Introduction :

Les eaux de surface constituent un écosystème où règne une communauté d'êtres vivants qui établissent des relations et interactions entre eux et leur milieu. Dans ce fragile équilibre, un seul facteur de l'écosystème est modifié, et c'est l'équilibre qui est perturbé.

C'est ainsi que la présence ou la surabondance d'un élément dans un écosystème dont il est normalement absent constitue une pollution. Les eaux usées contiennent de nombreux éléments polluants.

Les eaux usées nécessitent d'être traitées avant leur évacuation dans le milieu récepteur, la protection de l'environnement en dépend [1].

### II.2 Définition des eaux usées :

Les eaux usées sont toutes les eaux qui parviennent dans les canalisations d'eaux usées et dont les propriétés naturelles ont été transformées par les utilisations domestiques, les entreprises industrielles, agricoles et autres.

On englobe, aussi, les eaux de pluie qui s'écoulent dans ces canalisations [2].

### II.3 Origine des eaux usées :

Les eaux résiduaires ont une origine variable selon les différentes activités humaine : usages domestique, usages industrielle, entretien des espaces public etc....

Cette eau déverse en totalité eu milieu naturelle susceptible d'entraîner la pollution de ce milieu. [3] Suivant l'origine des eaux polluantes ; on peut distinguer :

#### 1. Les eaux usées domestiques :

Elles proviennent des différents usages domestiques de l'eau. Elles sont essentiellement porteuses de pollution organique. Elles se répartissent en eaux ménagères, qui ont pour origine les salles de bains et les cuisines [4].

#### 2. Les eaux industrielles :

L'eau résiduaire industrielle désigne l'eau qui provient des activités industrielles. Elle est différente des eaux usées domestiques et ses caractéristiques varient d'une industrie à une autre.

Certaines d'entre elles doivent faire l'objet d'un prétraitement de la part des industriels avant d'être rejetées dans les réseaux de collecte.

Elles sont mélangées aux eaux domestiques que lorsqu'elles ne présentent plus de danger pour les réseaux de collecte et ne perturbent pas le fonctionnement des stations d'épuration [5].

#### 3. Eaux pluviales :

Elles peuvent aussi constituer la cause de pollutions importantes des cours d'eau, notamment pendant les périodes orageuses.

L'eau de pluie se charge d'impuretés au contact de l'air (fumées industrielles), puis, en ruisselant, des résidus déposés sur les toits et les chaussées des villes (huiles de vidange, carburants, ...).

En outre, lorsque le système d'assainissement est dit "unitaire", les eaux pluviales sont mêlées aux eaux usées domestiques. [6].

# CHAPITRE II : ORIGINES ET CARACTERISTIQUES DES EAUX RESIDUAIRES

## II.4 Importance des rejets :

L'importance des rejets urbains dépend de certains facteurs notamment :

1. Du type de réseau ;
2. Raccordement des industries et commerces ;
3. De la taille de l'agglomération.

### II.4.1 Du type de réseau :

Il existe trois (03) principaux systèmes d'évacuation :

1. **Système unitaire** : qui collecte l'ensemble des eaux usées et des eaux pluviales ;
2. **Système séparatif** : qui collecte séparément les eaux usées et les eaux pluviales dans des canalisations différentes ;
3. **Système pseudo-séparatif** : actuellement peut préconiser dans la conception d'un nouvel équipement, est un système dans lequel on divise les apports des eaux pluviales en deux parties.

### II.4.2 Raccordement des industries et commerces :

Le raccordement des industries et des commerces aux égouts urbains permet d'obtenir le mélange nécessaire d'eau usées urbaine et industrielle et commerciale, ce qui présente des avantages sur l'aspect économique.

Néanmoins, la station d'Ain Tagourait épure les eaux usées constituées principalement par des effluents d'origine urbaines et par des effluents d'origine commerciaux (station d'essence, hôtel).

Quel que soit la nature des eaux rejetées et le type de réseau d'assainissement, il est formellement interdit d'introduire dans les systèmes de collecte, et directement toute matière solide, liquide ou gazeuse susceptible d'être la cause, soit d'un danger pour le personnel d'exploitation, soit d'une dégradation des ouvrages d'assainissement et d'épuration, soit d'une gêne dans leur fonctionnement. [8]

### II.4.3 Taille d'agglomération :

Le volume d'eau usée rejetée par habitant et par jour varie avec la taille de l'agglomération et dans certains cas selon le niveau de développement (habitude de vie des citoyens), et selon la tarification de l'eau potable et selon le type d'urbanisation (concentré ou éparpillé). [8]

# CHAPITRE II : ORIGINES ET CARACTERISTIQUES DES EAUX RESIDUAIRES

## II.5 Evaluation de la pollution :

### II.5.1 Définition de la pollution en générale :

La pollution est une dégradation d'un milieu naturel par des substances chimiques et des déchets industriels.

Une eau polluée est une eau qui a subi, du fait de l'activité humaine, directement ou indirectement ou sous l'action d'un effet biologique ou géologique.

Une modification de son état ou de sa composition qui a pour conséquence de la rendre impropre à l'utilisation à laquelle elle est destinée [7].

### II.5.2 Définition de la pollution de l'eau :

La pollution de l'eau est une modification néfaste des eaux par l'ajout des substances susceptibles d'altérer leur qualité, leur aspect esthétique et compromettre leur consommation. L'agent polluant peut être de nature physique, chimique, ou biologique, il provoque soit un gêne, ou une nuisance ou une contamination. [8]

### II.5.3 Principaux polluants :

Les causes de la pollution se sont étendues sur :

- Les propriétés physico-chimiques de l'eau potable distribuée ;
- L'accroissement de la population ;
- Le mode de vie des usagers ;
- Le développement accéléré des techniques industrielles modernes.

Selon leur nature on distingue divers type de pollution :

#### II.5.3.1 La pollution organique :

La pollution organique constitue souvent la fraction la plus importante d'autant plus que dans son acceptation la plus large, cette forme de pollution peut être considérée comme résultant de diverses activités (urbaines, industrielles, artisanales et rurales) chaque activité rejette des composés spécifiques biodégradables ou pas.

On distingue pour les eaux usées urbaines les matières organiques banales (protides, lipides, glucides), les détergents (anioniques, cationiques, non ioniques), les huiles et goudrons. [8]

#### II.5.3.2 La pollution physique :

##### La pollution thermique :

Ce type de pollution est causé par les rejets d'eaux chaudes provenant des systèmes de refroidissement des centrales thermiques ou nucléaire en particulier, ces eaux chaudes provoquent la réduction de la teneur en oxygène dissous de l'eau et peut avoir des actions néfastes sur la faune. [8]

## CHAPITRE II : ORIGINES ET CARACTERISTIQUES DES EAUX RESIDUAIRES

### ✚ La pollution mécanique :

Il s'agit de transporter par l'eau des particules en suspension, elle provient du lessivage des sols lors de pluies abondantes, et de travaux de revêtement qui rendent le sol imperméable provoquant une concentration des écoulements et des volumes entraînant avec eux des boues, celles-ci colmatent les fonds des ruisseaux et des rivières et diminuent ainsi l'infiltration de l'eau vers la nappe.[8]

### II.5.3.3 La pollution chimique :

L'eau par son pouvoir dissolvant élevé dissout les substances rejetées par l'activité humaine. Les polluants chimiques sont nombreux et d'origines diverses : les sels minéraux dissous, pesticides, hydrocarbures, détergents, métaux lourds ; ces derniers se trouvent dans les eaux usées urbaines à l'état de trace, dont les concentrations élevées sont en générale révélatrices d'un rejet industriel accidentel ou volontaire.[8]

### ✚ Les métaux lourds :

Les métaux lourds ont une influence néfaste, freine et empêche le déroulement des opérations de biodégradation des eaux usées, et minéralisation biologique des boues.

C'est ainsi qu'il est nécessaire de procéder aux analyses chimiques des eaux résiduaires afin de déterminer la présence de ces métaux provenant essentiellement des rejets industriels. [8]

Les métaux lourds analysés durant les campagnes d'analyses pour les différents rejets sont :

- ❖ Fer «Fe» ;
- ❖ Cobalt «Co» ;
- ❖ Manganèse «Mn» ;
- ❖ Plomb «Pb» ;
- ❖ Cuivre «Cu» ;
- ❖ Cadmium «Cd».

### II.5.3.4 La pollution microbienne :

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

La présence de micro-organismes pathogènes peut être à l'origine des maladies infectieuses. [8]

# CHAPITRE II : ORIGINES ET CARACTERISTIQUES DES EAUX RESIDUAIRES

## II.6 Les principaux paramètres de pollution :

### II.6.1 Les paramètres physiques :

#### II.6.1.1 LA Température :

La température est un paramètre dont le contrôle est indispensable surtout en présence d'effluents industriels. Ce paramètre peut influencer sur la solubilité des sels, la concentration de l'oxygène dissout et sur l'activité microbienne (la dissolution de l'oxygène étant inversement proportionnelle à la température) et peut donc avoir des actions néfastes sur la faune. [8]

#### II.6.1.2 La turbidité :

Le caractère trouble d'une eau est dû à la présence de matières en suspension colloïdales de nature minérale ou organique qui ne peuvent pas sédimenter facilement à cause de leur faible taille et masse volumique, elles ont également la propriété d'être chargées négativement, ce qui leur confère un pouvoir de répulsion électrostatique qui empêche leur décantation naturelle.

L'effet le plus important de la turbidité est sa capacité de protection des bactéries et des virus contre la désinfection. [8]

#### II.6.1.3 La conductivité : $\mu$

Elle indique l'aptitude d'une eau à conduire le courant électrique. Celle-ci dépend de la teneur en sels dissous dans l'eau. Si les sels dissous augmentent, la conductivité augmente. Des variations de cette dernière peuvent influencer le traitement biologique et la décantation.

La conductivité électrique est d'autant plus grande que la concentration des ions dans la solution est plus élevée. [8]

#### II.6.1.4 L'Odeur :

L'eau d'égout fraîche a une odeur fade qui n'est pas désagréable, par contre en état de fermentation, elle dégage une odeur nauséabonde. [8]

#### II.6.1.5 La couleur :

Dans les eaux usées brutes la couleur est due à la présence de matières organiques dissoutes colloïdales ou par des composés chimiques solubles qui sont colorés.

La couleur grisâtre de l'eau d'égout est d'origine domestique, une couleur noire indique une décomposition partielle ; les autres teintes indiquent un apport d'eau résiduaire industrielle. [8]

#### II.6.1.6 Les matières en suspension (MES) :

Ce sont des matières solides contenues dans les eaux usées, elle représente les matières qui ne sont ni à l'état soluble ni à l'état colloïdal, donc retenues par un filtre, les matières en suspensions qui comportent des matières organiques et minérales constituent un paramètre important qui marque bien le degré de la pollution d'un effluent urbain ou même industriel, elle sont exprimées en mg/l. [8]

## CHAPITRE II : ORIGINES ET CARACTERISTIQUES DES EAUX RESIDUAIRES

### II.6.1.7 LES MATIERES VOLATILES EN SUSPENSION (MVS) :

Elles représentent la fraction organique des matières en suspension, elles sont obtenues par calcination dans un four de ces MES à 525°C en deux (02) heures et constituent environ 70-80% de MES. [8]

### II.6.1.8 Les matières minérales : (MM)

Elles représentent le résultat d'une évaporation totale de l'eau ; c'est-à-dire sont extrait sec constitué à la fois par les matières minérales en suspension et les matières solubles : chlorures, phosphates, etc. [8]

### II.6.1.9 Les matières décantables : (MD)

Elles sont composées de MES qui sédimentent en (2) heures dans une éprouvette, cette analyse est surtout réalisée sur les effluents de sortie de certains ouvrages d'épuration pour juger leur rendement d'élimination de la pollution. [8]

## II.6.2 Les paramètres chimiques :

### II.6.2.1 Le PH :

Le PH d'une eau donne une indication sur son acidité ou son alcalinité, il est déterminé à partir de la quantité d'ions hydrogène libre ( $H^+$ ).

L'eau est considérée comme un solvant universel, et le PH permet de comparer les ions les plus solubles dans l'eau.

Pour une eau usée urbaine le PH varie généralement entre : 6,5 et 8,5. [8]

### Le PH joue un rôle important dans :

- Les propriétés physicochimiques : agressivité, entartage, etc ;
- Les processus biologiques, dont certains exigent des limites très étroites du PH ;
- L'efficacité de certains traitements exemple : la coagulation-floculation.

### II.6.2.2 L'oxygène dissous :

L'oxygène, toujours présent dans l'eau, n'en est pas un élément constitutif, sa solubilité est fonction de la température, de la pression partielle dans l'atmosphère et de la salinité.

L'oxygène dissous conserve ses propriétés oxydantes, soit par une réaction purement chimique, soit par des phénomènes électrochimiques, d'où son importance dans le phénomène de corrosion.

La teneur de l'oxygène dans l'eau dépasse rarement 10 mg/l, et l'eau saturée d'air à 20°C et sous la pression normale contient 9,1 mg/l d'oxygène

**Remarque :** l'eau usée domestique peut contenir de **2mg/l à 8mg/l**. [8]

# CHAPITRE II : ORIGINES ET CARACTERISTIQUES DES EAUX RESIDUAIRES

## II.6.2.3 La demande biologique en oxygène : (DBO)

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

Pour mesurer ce paramètre, on prend comme référence la quantité d'oxygène consommée au bout de (05) cinq jours d'où le «DBO<sub>5</sub>». [8]

## II.6.2.4 La 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 non biodégradable présentes dans l'eau. [8]

## II.6.2.5 Le carbone organique total : (COT)

Il représente la teneur en carbone lié à la matière organique, et repose sur première mesure de CO<sub>2</sub> après oxydation complète, cette mesure est rapide et ne nécessitant qu'un volume réduit d'échantillon, est par contre difficilement corrélable avec les mesures précédentes.

D'autre part, dans la majorité des cas, l'élimination des matières en suspension est nécessaire avant le dosage.[8]

## II.6.2.6 Notion de biodégradabilité : (K)

La notion de la biodégradabilité représente la capacité d'une substance ou son aptitude à être décomposée par les micro-organismes (bactéries, champignons...).

La biodégradabilité est exprimée par un coefficient K donné par la relation suivante :

$$K = DCO / DBO_5$$

Dont : **Tableau II.1** : Le coefficient de biodégradabilité (K).

1 < K < 1,5	L'effluent est biodégradable
1,5 < K < 2,5	L'effluent est moyennement biodégradable
K > 2,5	L'effluent n'est pas biodégradable

**Tableau II.1 : Le coefficient de biodégradabilité (K).**

Un coefficient K élevé peut traduire la présence dans l'eau d'éléments inhibiteurs de la croissance bactérienne, tel que les détergents, les phénols, les hydrocarbures etc. [8]

La valeur du coefficient K détermine le choix de la filière de traitement à adopter :

- Si l'effluent est biodégradable on applique un traitement **biologique** ;
- Si l'effluent n'est pas biodégradable se sera un traitement **physicochimique**.

La possibilité d'un traitement mixte peut être envisagée. [8]

## CHAPITRE II : ORIGINES ET CARACTERISTIQUES DES EAUX RESIDUAIRES

### II.6.2.7 Les nutriments :

#### ✚ Le phosphore :

Le phosphore « P » se trouve dans les eaux usées domestiques, sous forme minérale « adjuvants actifs ajoutés aux détergents », ainsi que organique « la décomposition de la matière organique ». [8]

##### ➤ Le phosphore organique :

Il est présent dans les cellules des organismes vivants.

##### ➤ Le phosphore minéral :

Il représente les sels minéraux : les ortho phosphates «  $\text{PO}_4^{-3}$  » et les poly phosphates, d'origine urbaine « composant des détergents » et agricole « lessivage d'engrais ».

Les phosphates perturbent la coagulation dans la STEP.

#### ✚ L'Azote :

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

Il est mesuré sous différentes formes, les types d'analyses dépendant des formes chimiques recherchées ; on peut le diviser en deux grandes familles pour ce qui concerne l'épuration : l'azote réduit et l'azote oxydé. [8]

##### ➤ L'azote réduit :

Ou l'azote ammoniacal  $\text{NH}_4^+$ ; traduit habituellement un processus de dégradation incomplète de la matière organique que l'on trouve dans les eaux usées provenant notamment des déchets métaboliques « protéines, urée » d'origine humaine, cette forme de l'azote est analysée suivant une méthode dite de KJELDHAL, d'où l'azote total KJELDHAL « NTK » exprimer en mg/l :  $\text{NTK} = \text{N}_{\text{NH}_4^+} + \text{N}_{\text{org}} + \text{N}_{\text{NO}_2^-} + \text{N}_{\text{NO}_3^-} = \text{azote réduit} + \text{azote oxydé}$

Dans NTK on a une forte quantité de sels ammoniacaux «  $\text{NH}_4^+$  ». [8]

##### ➤ L'azote oxydé :

Se trouve d'une façon marginale dans les eaux usées, il s'agit des nitrites «  $\text{NO}_2^-$  » et des nitrates «  $\text{NO}_3^-$  », produits de la transformation chimique ou oxydation de l'azote réduit.

Les nitrites et surtout les nitrates sont présents dans les eaux épurées, et en sorties des stations d'épuration n'assurant que la nitrification.

Pour les nitrates, les résultats sont exprimés en « mg de  $\text{NO}_2^-/l$  » et pour les nitrates en « mg  $\text{NO}_3^-/l$  ». [8]

## CHAPITRE II : ORIGINES ET CARACTERISTIQUES DES EAUX RESIDUAIRES

### II.7 Equivalent habitant :

Unité de mesure permettant d'évaluer la capacité d'une station d'épuration. Cette unité de mesure se base sur la quantité de pollution émise par personne et par jour 1 EH = 60g DBO5/J en entre station 21,6 kg de DBO5/an. La directive européenne du 21 mai 1991 définit l'équivalent-habitant comme la charge organique biodégradable ayant une demande biochimique d'oxygène en cinq jours (DBO5) de 60 grammes d'oxygène par jour. [9]

### II.8 l'état de l'environnement :

- Potentialités matérielles et humaines, techniques, scientifiques, etc ;
- Flux de la pollution déversée ;
- Nature de la pollution ;
- Niveau de conscience écologique des autorités concernées par la mise en œuvre de la législation, promulgation des lois et de leur application.

### II.9 Normes de rejets :

Les normes de rejet sont des valeurs des paramètres polluants d'une eau usées à ne pas dépasser. On distingue:

#### II.9.1 Normes internationales :

Les normes internationales selon l'organisation mondiale de la santé pour les eaux usées sont présentées dans le tableau II.2.

CARACTERISTIQUE	UNITE	NORME UTILISEE (OMS)
PH		6 ,5-8,5
DBO5	mg/l	< 30
DCO	mg/l	< 90
MES	mg/l	< 20
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/l	< 0,5
NO <sub>2</sub>	mg/l	1
NO <sub>3</sub>	mg/l	< 1
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	mg/l	< 2
T°	C°	< 30
Couleur		Incolore
Odeur		Inodore

Tableau II.2.Normes de rejets internationaux (OMS)

#### II.9.2 Normes de rejets Algérienne:

## CHAPITRE II : ORIGINES ET CARACTERISTIQUES DES EAUX RESIDUAIRES

Selon les normes Algériennes les valeurs limites maximales de rejet d'effluents sont regroupées dans le tableau II.3.

PARAMETRE	UNITE	VALEUR LIMITE	PARAMETRE	UNITE	VALEUR LIMITE
T°	C°	30	Aluminium	mg/l	03
PH		6,5-8,5	Cadmium	mg/l	0,2
MES	mg/l	35	Fer	mg/l	03
DBO5	mg/l	35	Manganèse	mg/l	01
DCO	mg/l	120	Mercure totale	mg/l	0,01
Azote Kjeldahl	mg/l	30	Nickel totale	mg/l	0,5
Phosphates	mg/l	02	Plombe totale	mg/l	0,5
Phosphore totale	mg/l	10	Cuivre totale	mg/l	0,5
Cyanures	mg/l	01	Zinc totale	mg/l	03
Huiles et Graisse	mg/l	20	(*) chrome III +	mg/l	03
Hydrocarbure totaux	mg/l	10	(*) chrome VI +	mg/l	0,1
Indice Phénols	mg/l	0,3	(*) soulevant organique	mg/l	20
Composé organique chlorées	mg/l	05	(*) chlore actif	mg/l	1,0
Chrome totale	mg/l	0,5	(*) détergent	mg/l	02

**Tableau II.3 : Normes de rejets dans un milieu récepteur (Journal Officiel de la République Algérienne, 2006)**

# CHAPITRE II : ORIGINES ET CARACTERISTIQUES DES EAUX RESIDUAIRES

## II.10 Résultats d'analyses et interprétation :

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.

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

### II.10.1 Date et lieu de prélèvement :

Les prélèvements ont été effectués le 18/08/2020, et ce au niveau d'un seul point de la ville d'Ain Tagourait à des temps différents, tandis que les analyses ont été réalisées sur un échantillon constitué de 01 prélèvement.

La période de prélèvement a été choisie compte tenu de l'heure de pointe de pollution.

### II.10.2 Méthode de prélèvement :

Le prélèvement d'échantillon et sa conservation conditionnent le résultat des analyses et l'interprétation qui en sera donnée.

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

Ces prélèvements ont été effectués dans des bouteilles bien propres et appropriées, rincées au moment de l'emploi avec l'eau à examiner, les bouteilles sont remplies complètement et conservées dans une glacière.

Lors de prélèvement, nous devons veiller à ne pas altérer les échantillons, afin qu'ils soient les plus représentatifs possible, car de nombreuses transformations chimiques, physiques et biologiques peuvent avoir lieu et risquent de fausser les résultats.

Par ailleurs, ces résultats peuvent être faussés par erreurs expérimentales : pesée, dilution, étalonnage et lecture etc.

## CHAPITRE II : ORIGINES ET CARACTERISTIQUES DES EAUX RESIDUAIRES



Figure II.1 : les rejets de la ville d'Ain Tagourait dans l'environnement.

### II.10.3 Appareillages d'analyses des paramètres de pollution utilisés :

PARAMETRES MESURES	APPAREILS UTILISES
Température	Thermomètre
PH	PH-mètre
MES	Filtration à 105°C
DBO <sub>5</sub>	Manométrique (DBO mètre)
DCO	Spectrophotométrie
Phosphore, Sulfate, Chlorure	Colorimétrie
Conductivité	Conductimètre
Na, Ca, Mg	Analyse Volumétrique
Oxygène dissout	Oxymétrie

Tableau II.4 : Les différents appareils utilisés pour mesurés les paramètres de pollution.

## CHAPITRE II : ORIGINES ET CARACTERISTIQUES DES EAUX RESIDUAIRES

### II.10.4 Résultats d'analyse :

Effectués à **SEAAL STEP Chenoua**, et réalise sur un échantillon constitué de 01 prélèvement :

PARAMETRES		ECHANTILLON MOYEN	UNITES
PH		7,99	-
T		23,8	°C
Conductivité		2080	µs / cm
MES à 105°C		214	mg / l
DCO		347	mg / l
DBO <sub>5</sub>		181	mg / l
NTK		42.8	mg / l
Ammoniaque	NH <sub>4</sub>	38	mg / l
Nitrites	NO <sub>2</sub>	0,132	mg / l
Nitrates	NO <sub>3</sub>	0,665	mg / l
Ortho phosphates	PO <sub>4</sub>	3.37	mg / l
Phosphore	Pt	4,64	mg / l
MVS		133	mg / l
Minéralisation		1700	mg / l

**Tableau II.5 : Résultats d'analyse.**

### II.10.5 Interprétation des résultats d'analyse obtenue :

#### 🚦 La température : [T = 23,8°C]

La température de l'effluent brut examiné avoisine les 23,8°C, cette valeur favorisera la croissance des micro-organismes « forte activité microbienne », et nous permettra d'avoir des rendements appréciables lors des processus d'épuration biologiques.

Cette mesure physique doit être déterminée à l'entrée d'une station d'épuration, car elle influe sur l'efficacité des décanteurs et des processus d'épuration biologiques.

Donc la température est bonne pour un fonctionnement rentable de système d'épuration :

- Une bonne solubilité des sels et des gaz, surtout dans le cas de l'oxygène dissous ;
- Une concentration de saturation de l'oxygène bon pour le processus d'autoépuration ;
- La multiplication des micro-organismes, qui favorisent l'épuration biologique.

## CHAPITRE II : ORIGINES ET CARACTERISTIQUES DES EAUX RESIDUAIRES

### ✚ Le PH : [PH=7,6]

La valeur de PH est de l'ordre de 7,99, Cette valeur se situe bien dans la fourchette (6,9- 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, et assure un rendement épuratoire optimal.

### ✚ Les matières en suspension [MES] :

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

La valeur de MES à 105<sup>0</sup>C obtenues sont respectivement 214 mg/l.

Ce valeur ne peuvent être négligée 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.

### ✚ Demande biologique en oxygène [DBO<sub>5</sub>]:

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

La valeur de DBO<sub>5</sub> analysée est de 181 mg/l, nous pouvons dire que nous sommes en présence d'une eau usée urbaine normalement chargée en matières organiques biodégradables. La DBO<sub>5</sub> d'une eau usée à une valeur inférieure à celle de la DCO correspondante.

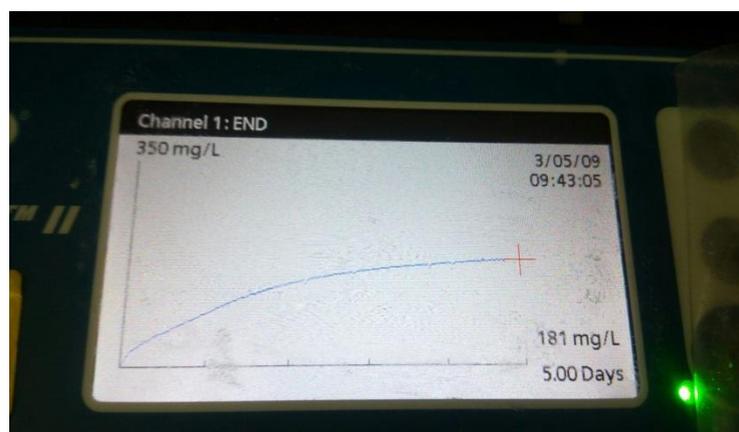


Figure II.1.Le graphe de DBO5.

## CHAPITRE II : ORIGINES ET CARACTERISTIQUES DES EAUX RESIDUAIRES

### ✚ Demande chimique en oxygène [DCO]:

La valeur de la DCO mesurée est de l'ordre de 347 mg/l.

Cette valeur reflète celle d'une eau usée urbaine, qui est généralement inférieure à 750 mg/l.

### ✚ La conductivité :

La mesure de la conductivité permet d'évaluer approximativement la minéralisation globale de l'eau.

Ainsi, on juge qu'une conductivité électrique supérieure à 1500  $\mu\text{s} / \text{cm}$  entraîne une minéralisation excessive.

Dans notre cas, la valeur de la conductivité est de 2080  $\mu\text{s} / \text{cm}$ .

### ✚ La minéralisation :

La valeur de la minéralisation est de l'ordre de 1700 mg/l, la matière minérale représente une fraction moyenne de 60% des matières sèches.

Cette valeur est justifiée par le fait que la ville d'Ain Tagourait est dotée d'un réseau d'assainissement unitaire.

### ✚ Les nitrites et les nitrates [ $\text{NO}_2$ , $\text{NO}_3$ ] :

La valeur des nitrites est de 0,132 mg/l, les nitrates en très faibles quantités 0,665 mg/l.

Cette valeur observée est généralement inférieure à la valeur limite recommandée par la norme des eaux de rejets, soit 40 mg/l.

### ✚ L'azote ammoniacal [ $\text{N-NH}_4$ ] :

En générale, dans les eaux résiduaires urbaines à prédominance domestiques, et dans le cas où il n'existe pas d'activité économique fortement polluante, sa teneur se situerait entre 12 et 50 mg/l, La valeur est de 38mg/l.

### ✚ Le phosphore :

La valeur théorique généralement trouvée dans les eaux usées urbaines à caractère domestique est située entre 4 et 15 mg/l.

La teneur de phosphore total est de 4,64mg/l, ce qui implique que la teneur en phosphore présente dans les eaux usées est très faible, et peut être admise dans la station d'épuration étudiée sans créer aucun obstacle sur le processus d'épuration biologique.

## CHAPITRE II : ORIGINES ET CARACTERISTIQUES DES EAUX RESIDUAIRES

### II.10.6 Type de l'effluent admis à la STEP :

L'effluent est **urbain à prédominance domestique et faiblement chargé**, lorsqu'un échantillon moyen sur vingt-quatre heures, après une décantation de (02) deux heures présente les valeurs suivantes :

PARAMETRES	DBO <sub>5</sub> (MG/L)	DCO (MG/L)	MES (MG/L)	PH	T (°C)
Normes	200-400	< 750	< 800	6,9 – 8,5	
Résultats d'analyse	181	347	105°C	7,6	23,8
			214		

**Tableau II.5 : Les normes déterminantes de l'effluent urbain à prédominance domestique.**

La comparaison entre les résultats d'analyse de l'effluent à épurer, et les normes d'un effluent urbains à prédominance domestiques et faiblement chargée, nous permet de conclure que l'effluent admis à la STEP est **urbain à prédominance domestiques et faiblement charger**.

### II.10.7 Biodégradabilité du rejet :

Selon les normes, l'effluent urbain à prédominance domestique, est biodégradable par les micro-organismes seulement si :

- $1,5 < K = [DCO/DBO] < 2,5$
- $[NTK] < 100 \text{ mg/l}$
- $[DCO] < 750 \text{ mg/l}$ .

PARAMETRE	RESULTATS
DCO (mg/l)	347
DBO <sub>5</sub> (mg/l)	181
$K = DCO / DBO_5$	1,91

**Tableau II.6 : La biodégradabilité du rejet.**

La valeur du coefficient K est de l'ordre de **1,91**, cette valeur est comprise entre 1,5 et 2,5.

Ce constat est confirmé par le fait qu'il n'existe aucune industrie polluante rejetant dans le réseau d'assainissement unitaire gravitaire, de la ville de Tipasa.

**Donc : l'effluent analysée est moyennement biodégradable.**

## CHAPITRE II : ORIGINES ET CARACTERISTIQUES DES EAUX RESIDUAIRES

### II.10.8 La Dotation Des Polluant : [Seaal]

D'après les résultats d'analyses des eaux usées de la ville de Tipasa, nous avons retenu pour les paramètres de pollution les dotations suivantes :

POLLUANTS	VALEUR EN KG/HAB/J
MES	0,060
DBO <sub>5</sub>	0,070
DCO	0,132
NTK	0,0064
P	0,0016

**Tableau II.7 : La dotation des polluants.**

### II.11 Conclusion :

Les accroissements démographiques, économiques et urbains sont à l'origine de différentes sources de pollution. Parmi ces sources ; la pollution générée par la grande consommation d'eau qui produit des quantités considérable d'eaux usées souvent rejeté dans le milieu récepteur.

Une bonne connaissance de la nature et des proportions des différents polluants cités auparavant est indispensable pour un choix adéquat du procédé d'épuration des eaux usées et par conséquent un respect des normes de rejets.

L'interprétation des d'analyses physico-chimiques nous a permis de conclure que les eaux usées de la ville d'Ain Tagourait :

- ✚ Sont constitués principalement les effluents domestiques et admis à la STEP ;
- ✚ Présente un caractère faiblement chargé et moyennement biodégradable pouvant être épurées par un procédé basé sur un traitement biologique ;
- ✚ Les eaux usées de la ville d'Ain Tagourait sont collectées vers plusieurs points qui sont l'exutoire la mer Méditerrané et les oueds sont situé dans la zone, seulement ce type de rejet est riche en élément nutritif qui constituent sans doute un obstacle certain pour la préservation de l'équilibre de son écosystème.



## **CHAPITRE III**

## CHAPITRE III : LES PROCÉDES D'ÉPURATION DES EAUX USEES

### III.1 Introduction :

Le traitement des eaux usées nécessite une succession d'étapes faisant appel à des traitements physiques, physico-chimique et biologique. En dehors de plus gros déchets présent dans les eaux usées, l'épuration doit permettre, au minimum, d'éliminer la majeure partie de la pollution carbonée. Selon le degré d'élimination de la pollution et les procédés mis en œuvre, trois niveaux de traitement sont définis.

Les prétraitements consistent à débarrasser les eaux usées des polluants solides les plus grossiers (dégrillage, dessablage, déshuilage-dégraissage).

Les traitements primaires regroupent les procédés physique ou physico-chimique visant à éliminer par décantation une forte proportion de matières minérales ou organiques en suspension. Ces traitements primaires ne permettent d'obtenir qu'une épuration partielle des eaux usées. Ils ont d'ailleurs tendance à disparaître en tant que seul traitement, notamment lorsque l'élimination de la pollution azotée est requise. Pour répondre aux exigences réglementaires, une phase de traitement secondaire doit être conduite.

Les traitements secondaires recouvrent les techniques d'élimination des matières polluantes solubles (carbone, azote, et phosphore). Ils constituent un premier niveau de traitement biologique. Pour satisfaire à la réglementation actuelle, les agglomérations de plus de 2000 équivalent de dépollution.

Dans certains cas, des traitements tertiaires sont nécessaires, notamment lorsque l'eau épurée doit être rejetée en milieu particulièrement sensible. A titre d'illustration, les rejets dans les eaux de baignade, dans des lacs souffrant d'un phénomène d'eutrophisation ou dans des zones d'élevage de coquillage sont concernés par ce troisième niveau de traitement. Les traitements tertiaires également comprennent des traitements de désinfection. La réduction des odeurs peut encore être l'objet d'attentions particulières.

### III.2. Définition de l'épuration :

En assainissement, l'épuration constitue le processus visant à rendre aux eaux résiduaires rejetées la qualité répondant aux exigences du milieu récepteur il s'agit donc d'éviter une pollution l'Environnement et non de produire de l'eau potable [1].

### III.3. Paramètres essentiels pour le choix d'une technologie de traitement des eaux usées :

Les paramètres essentiels qui doivent être pris en compte pour le choix d'une technologie de traitement doivent tenir compte :

- Des exigences du milieu récepteur ;
- Des caractéristiques des eaux usées, (demande biochimique en oxygène, demande chimique en oxygène, matières en suspension...etc.) ;
- Des conditions climatiques (température, évaporation, vent, etc. ;
- De la disponibilité du site ;
- Des conditions économiques (coût de réalisation et d'exploitation).

# CHAPITRE III : LES PROCÉDES D'ÉPURATION DES EAUX USEES

- Des facilités d'exploitations, de gestion et d'entretien [2].

## III.4. Rôle des stations d'épuration :

Ce rôle peut être résumé dans les points suivants :

- Traiter les eaux ;
- Protéger l'environnement;
- Protéger la santé publique ;
- Valoriser éventuellement les eaux épurées et les boues issues du traitement [3].

## III.5. Procédés d'épuration des eaux usées :

Les eaux usées des agglomérations peuvent être traitées par divers procédés à des degrés d'épuration et à des coûts variables selon de niveau de qualités exigés par le milieu récepteur et les usages de l'eau.

Le but du traitement est de séparer l'eau des substances indésirables pour le milieu récepteur. Ces substances brutes ou transformés devront être évacuées de façon satisfaisante pour l'environnement.

Le processus d'épuration peut comprendre plusieurs étapes.

- Prétraitements ;
- Traitement primaire ;
- Traitement biologique ;
- Décantation secondaire ;
- Le traitement tertiaire ;
- Le traitement des boues.

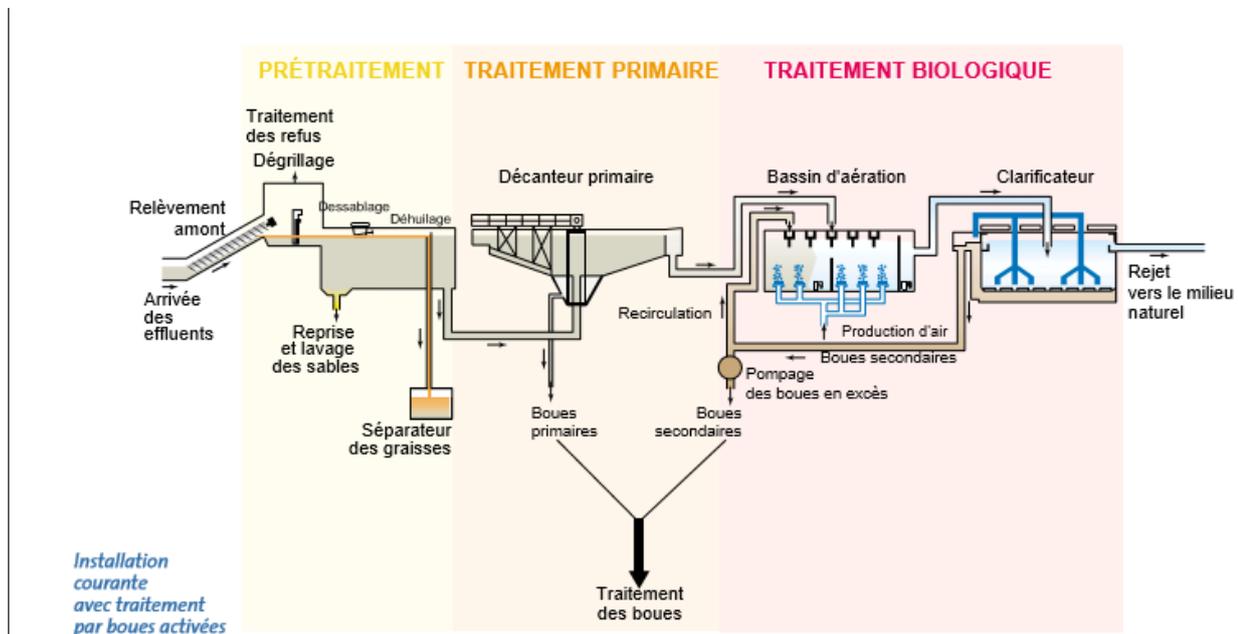


Figure III.1 : les différentes étapes du traitement des eaux usées.

### III.4.1. Prétraitements :

Les dispositifs de prétraitement physique sont présents dans toutes les stations d'épuration, quels que soient les procédés mis en œuvre à l'aval. Ils ont pour but d'éliminer les éléments solides ou les particulaires les plus grossiers [4].

# CHAPITRE III : LES PROCÉDES D'ÉPURATION DES EAUX USEES

Il comporte 4 parties principales :

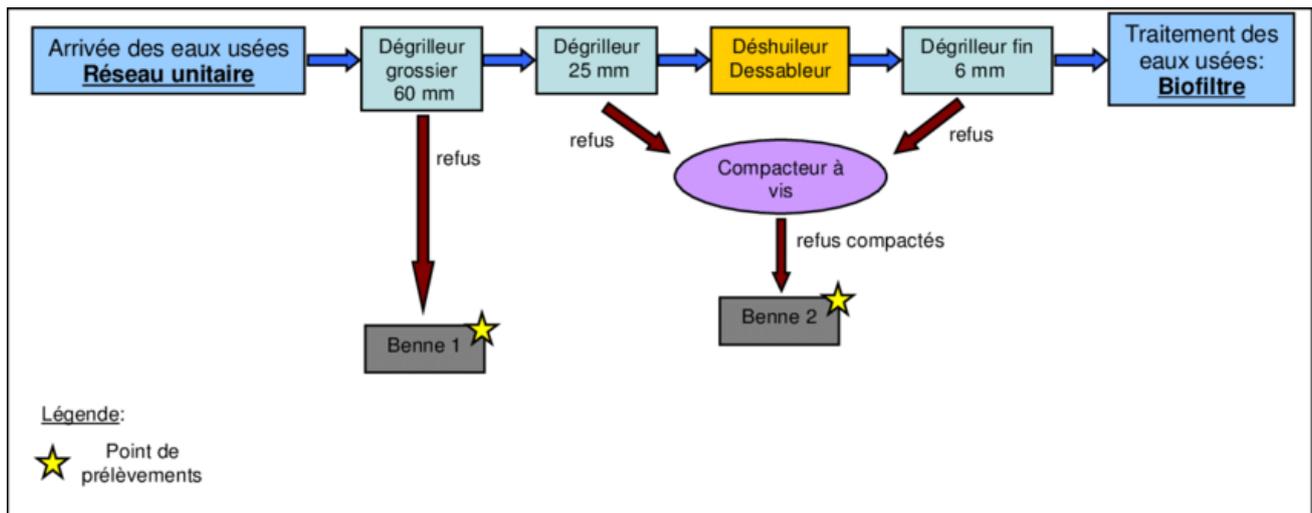


Figure III.3 : Schéma de l'installation des prétraitements à STEP en fonctionnement normal.

**a- Dégrillage :** Le dégrillage consiste à séparer les matières les plus volumineuses charriées par l'eau brute, on faisant passer l'effluent d'entrée à travers des barreaux dont l'écartement est bien calculé. L'efficacité du dégrillage est en fonction de l'écartement entre les barreaux de la grille ; on distingue:

- Un pré dégrillage espacement 30 à 100mm;
- Un dégrillage moyen : espacement 10 à 25mm;
- Un dégrillage fin : espacement 3 à 10mm.

Pour le nettoyage des grilles, on peut rencontrer deux types de grilles :

- **Grilles manuelles :** se sont composées avec de barreaux le plus souvent inclinés de 60 à 80° sur l'horizontale, elles sont réservées à la petite station. Leur inconvénient est la nécessité de les nettoyer quotidiennement, car si la grille reste long temps sans nettoyage, l'effluent risque de refluer dans le collecteur d'arrivée.
- **Grille mécanique :** Cette mécanisation est indispensable afin d'éviter un colmatage rapide des canalisations. Elles se classent en deux catégories :
  - ✓ **Grille droite :** elle est inclinées à 80° sur l'horizontale. Le nettoyage se fait automatiquement à l'aide des râteliers, des peignes ou encore des brosses.
  - ✓ **Grille courbes :** sont utilisées pour les stations d'épuration des eaux industrielles. Le nettoyage se fait par un double râtelier tournant ou encore par un système de bielle appliquée contre la grille.

**b- Tamisage :** Le tamisage est un dégrillage poussé utilisé dans les stations d'épuration industrielles. Il consiste en une filtration sur toile mettant en œuvre des mailles de différentes dimensions. Il existe un macro-tamisage (mailles > 0.3µm) et un tamisage (mailles < 100µm) [5].

**c- Dessablage :** C'est un procédé qui consiste à l'élimination des sables présents dans l'effluent brute est indispensable pour protéger les conduits et les pompes contre l'érosion et le colmatage d'une part [44]. La technique classique du Dessableur consiste à faire circuler l'eau dans une chambre de

## CHAPITRE III : LES PROCEDES D'EPURATION DES EAUX USEES

tranquillisation avec une vitesse d'environ de 0.3m/s qui permet le dépôt d'une grande partie des sables [5].

### d- Dégraissage déshuilage :

C'est un procédé destiné à éliminer les graisses et les huiles dans les eaux résiduaires. Les huiles et les graisses présentent plusieurs inconvénients pour le traitement tel que :

- ✓ Envahissement des décanteurs;
- ✓ Mauvaise diffusion de l'oxygène dans les décanteurs;
- ✓ Mauvaise sédimentation dans les décanteurs;
- ✓ Risque de bouchage des canalisations et des pompes;
- ✓ Diminution du rendement du traitement qui arrive après.

Il existe différents dispositifs de déshuilage-dégraissage conçus suivant la nature de l'eau à traiter [5].

- **Dégraisseur-déshuileur aéré** : Ce type d'ouvrage comprend une zone aérée (avec insufflation par le bas) suivi d'un compartiment de sédimentation latéral calculé pour une vitesse ascensionnelle de 15 à 20m/h.
- **Déshuileur longitudinal** : C'est un bassin de forme rectangulaire équipé de racleur de surface de fond.

L'ouvrage est calculé pour :

- ✓ une vitesse d'écoulement horizontal de 20 à 50 m/h ;
- ✓ une longueur de 2 à 6 m ;
- ✓ une hauteur d'eau de 1 à 3 m.

## III.5.2. Le traitement primaire :

Le traitement primaire consiste en une simple décantation. Elle permet d'alléger les traitements biologiques et physico-chimiques ultérieurs, en éliminant une partie des solides en suspension. L'efficacité du traitement dépend du temps de séjour et de la vitesse ascensionnelle (qui s'oppose à la décantation) [6].

La décantation primaire permet d'éliminer, pour une vitesse ascensionnelle de 1.2m/h, 40 à 60% de MES, soit 40% de MO, 10 à 30 % de virus, 50 à 90% des helminthes et moins de 50% des kystes de protozoaires et entraîne également avec elle une partie des micropolluants.

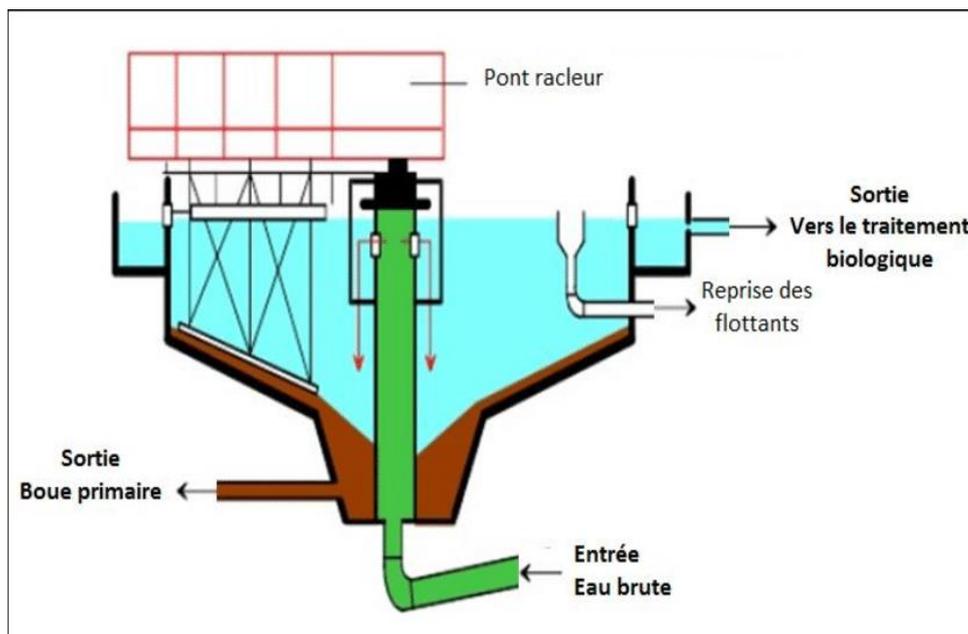


Figure III.4 : Représentation schématique du traitement primaire des eaux brutes.

### a- La décantation physique (naturelle):

La décantation est utilisée dans pratiquement toutes les usines d'épuration et de traitement des eaux, c'est un procédé de séparation des matières en suspension et des colloïdes rassemblés en flocc dont la densité est supérieure à celle de l'eau ; elle s'effectue selon un processus dynamique, en assurant la séparation des deux phases solide-liquide de façon continue. Les particules décantées s'accumulent au fond du bassin, d'où on les extrait périodiquement. L'eau récoltée en surface est dite clarifiée. Elle est dirigée vers un autre stade d'épuration. [47]

### b- La décantation physico-chimique:

Si les particules sont très fines (colloïdales), ils peuvent rester en suspension dans l'eau très longtemps, ces dernières n'ont pas tendance à s'accrocher les unes aux autres. Pour les éliminer, on a recours aux procédés de coagulation et de floculation qui ont pour but de déstabiliser les particules en suspension et faciliter leur agglomération. Par l'injection des réactifs tels que: (le sulfate d'alumine, le sulfate ferrique) pour coagulation et pour la floculation on trouve: les flocculants minéraux, les flocculants organiques [7].

## III.5.3. Traitements biologiques (traitements secondaires) :

Les techniques d'épuration biologiques utilisent l'activité des bactéries dans l'eau, qui dégradent la matière organique. Ces techniques peuvent être anaérobies, c'est-à-dire se déroulant en absence d'oxygène, ou aérobies c'est-à-dire nécessitant un apport oxygène. Parmi les traitements biologiques, on distingue les procédés biologiques extensifs (**le lagunage (culture libre)**) et les procédés biologiques intensifs (**Disques biologiques (cultures fixées), Lits bactériens (cultures fixées), les boues activées**).[9]

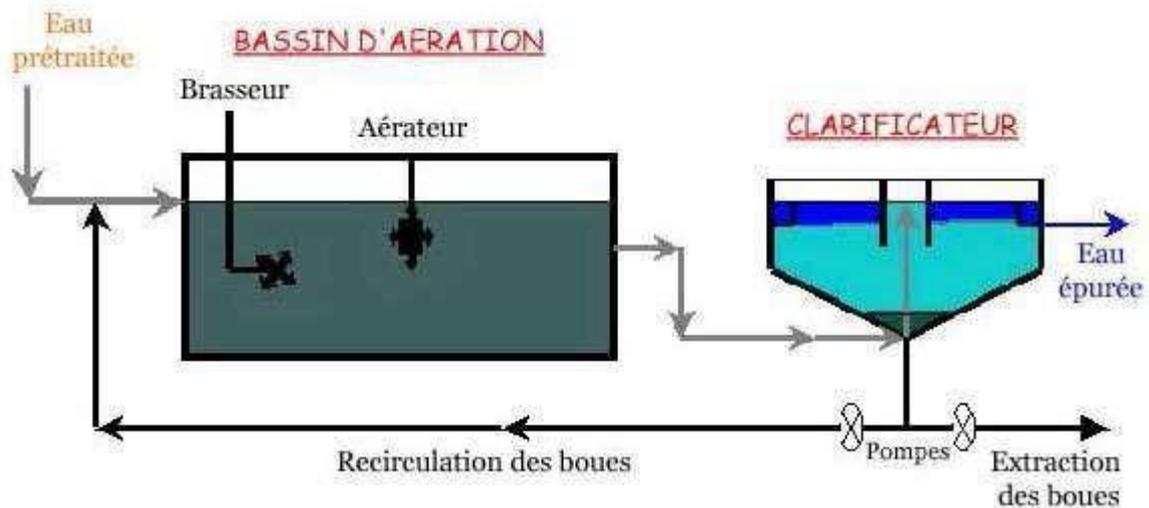


Figure III.5 : Le traitement secondaire ou traitement biologique.



Figure III.6 : Bassin d'aération.

- **Traitements anaérobies :**

Les traitements anaérobies font appel à des bactéries n'utilisant pas de l'oxygène, en particulier, aux bactéries méthanogènes qui conduisent, comme leur nom l'indique à la formation du méthane à partir de la matière organique, et à un degré moindre de CO<sub>2</sub>.

Ce type de fermentation est appelé digestion en hydrologie : C'est une opération délicate qui demande une surveillance importante. En effet, la température doit être maintenue à un niveau très stable et suffisamment élevé. Il faut aussi éviter les écarts brutaux de pH et les substances inhibitrices du développement bactérien à titre d'exemple : les sels de métaux lourds et les phénols. [10]

- **Traitements aérobies :**

A ce niveau, les bactéries utilisées exigent un apport permanent d'oxygène. Dans cette voie, la pollution est transformée en biomasse microbienne facile à récupérer par décantation.

### III.5.3.1 Boues activées :

Le traitement par boues activées est très largement utilisé. Il s'agit d'un réacteur qui contient les eaux à traiter dans lequel est injectée une boue chargée de bactéries. Les bactéries consomment la matière organique et contribuent aussi à l'élimination de l'azote et du phosphore. Dans ce bassin, le brassage est nécessaire pour but d'éviter les dépôts et d'homogénéiser le mélange des flocons bactériens et de l'eau usée.

Après un temps de contact suffisant, la liqueur mixte est envoyée dans un clarificateur appelé parfois décanteur secondaire destiné à séparer l'eau épurée des boues. Une partie de ces dernières sont recyclées dans le bassin d'aération selon le besoin pour y maintenir une concentration suffisante en biomasses épuratrices. Et l'excédent est extrait du système et évacué vers les ouvrages de traitement des boues.[11]

### III.5.3.2 Lits bactériens (cultures fixées) :

Ce procédé consiste à faire ruisseler l'eau à traiter, préalablement décantée, sur une masse de matériau poreux ou caverneux de grande surface spécifique servant de support aux microorganismes épurateurs, qui y forment un feutrage ou un film plus ou moins épais, sous lequel une couche anaérobie peut se développer sous la couche aérobie si son épaisseur est importante.[12]

### III.5.3.3 Disque biologique :

Il est constitué d'une série de disques en matière plastique à surface ondulée de 3 m de diamètre environ et montés sur un axe horizontal. Ces disques sont immergés à 40 % dans un bassin recevant l'eau à traiter. Les disques sont suffisamment espacés de manière à ce que l'eau puisse circuler librement. [13]

### III.5.3.4 Lagunage (culture libre) :

Ce procédé d'épuration consiste à faire circuler des effluents dans une série de bassins pendant un temps suffisamment long pour réaliser les processus naturels de l'autoépuration. Il est pratiqué dans les régions très ensoleillées, dans des bassins de faible profondeur. [14]

## III.5.3.5 Filtration/percolation :

La filtration-percolation consiste à traiter l'eau par l'intermédiaire du sol ou d'un massif filtrant. Deux mécanismes entrent en jeu :

1) La filtration des MES : plus le sable est grossier, plus la fixation des MES se fera en profondeur. Les MES finissent par colmater le filtre. Pour lutter contre le bouchage du massif filtrant, il faut donc alterner phase de filtration et phase de séchage, l'élimination des MES permet également l'élimination des micro-organismes qui y sont fixés.[15]

2) L'adsorption des bactéries libres par les grains de sable du filtre : il se forme alors un film biologique contaminé surtout dans la partie supérieure ce film va permettre une dégradation microbienne de la matière organique et des substances dissoutes dans l'effluent (phosphates, nitrates, etc.). Cette dégradation consomme de l'O<sub>2</sub> et produit du CO<sub>2</sub>. [16]

## III.5.3.6 Décantation secondaire :

Le clarificateur (Figure III.6) est un bassin circulaire, équipé d'un point racleur. La liqueur mixte, venant des bassins biologiques via la deuxième chambre de répartition est séparée en eau épurée et boues biologiques par décantation. Les boues décantées sont siphonnées par une pompe à vide, une partie sera acheminée vers la première chambre du répartiteur assurant la recirculation des boues contenant la culture bactérienne épuratrice. Afin de maintenir la concentration en biomasse nécessaire dans ce bassin, l'autre partie sera transmise au flotteur.



Figure III.7 : Le clarificateur.

## III.5.4. Le traitement tertiaire :

Les traitements tertiaires ou **traitements de finition** sont utilisés en vue d'améliorer les caractéristiques d'une eau usée ayant subi une épuration biologique et des traitements primaires préalables. [17]

Ces traitements de finition peuvent être décidés pour des raisons et applications diverses :

- ✓ Amélioration générale des critères de rejet de manière à parfaire l'équilibre biotique du milieu Récepteur (rivière, lac, etc...),
- ✓ Implantation sur la rivière de nouvelles prises d'eau destinées à la consommation humaine,
- ✓ Réutilisation de l'eau usée à des fins industrielles (refroidissement ou même fabrication),
- ✓ Besoins agricoles en irrigation,
- ✓ Recyclage de l'eau usée dans les nappes aquifères, etc...

Selon le type d'utilisation, la gamme des traitements mis en œuvre sera plus ou moins étendue avec pour objectifs :

1. La réduction des matières en suspension et de la pollution organique biodégradable,
2. La réduction de la pollution organique non biodégradable,
3. La réduction de la pollution azotée ou phosphorée,
4. L'élimination plus ou moins poussée de certains germes pathogènes ou parasites, etc...

Cependant ces traitements de finition ne peuvent être envisagés qu'à la seule condition que l'ensemble de l'assainissement, et en particulier la collecte des eaux usées, ait été maîtrisé. De même, les traitements situés en amont doivent être fiables sous peine de nuire à la qualité de cette finition. [17]

### III.5.4.1. Réduction des matières en suspension et de la pollution organique biodégradable :

Le traitement le plus utilisé pour cela est la **filtration tertiaire** qui selon la nature du matériau utilisé permet de réaliser une épuration essentiellement physique ou biologique.

Par exemple, la filtration sur sable permet d'atteindre des rendements d'élimination des matières en suspension proches de 80% et réduit la pollution organique carbonée de 30 à 40%. [17]

### III.5.4.2. réduction de la pollution organique non biodégradable :

Pour fixer les matières carbonées dissoutes non biodégradables (par exemple les détergents), le moyen le plus sûr est l'**adsorption sur charbon actif**. Rappelons que l'adsorption est définie comme la fixation des molécules organiques d'une phase liquide ou gazeuse à la surface de certains matériaux. Le charbon actif est utilisé sous forme de poudre fine ou de granulés.

La plupart du temps, on réalise une filtration de l'eau sur des lits de charbon en grains mis en œuvre suivant divers agencements (lits mobiles ou lits fixes).

L'obtention de performances optimales implique l'élimination avant adsorption de la quasi-totalité des matières en suspension et de la pollution biodégradable pour éviter une prolifération bactérienne dans la masse du lit de charbon actif. [17]

## III.5.4.3. La réduction de la pollution azotée ou phosphorée :

### III.5.4.3.1. Réduction de la pollution azotée :

La pollution azotée qui est essentiellement sous forme soluble se trouve sous les différentes formes ci-après :

- L'azote **organique**(N), provenant surtout des déjections animales et humaines et des rejets d'industries agro-alimentaires,
- L'azote **ammoniacal** ( $\text{NH}_4^+$ ), qui peut provenir de rejets industriels (chimie en particulier) ou de la transformation par des processus biochimiques naturels de l'azote organique des eaux usées domestiques. L'azote est à l'origine de nombreuses nuisances dont nous rappelons les principales :
- La vie aquatique peut être gravement atteinte pour certains taux de concentration en azote ammoniacal,
- L'azote peut engendrer l'**eutrophisation** du milieu hydrique c'est à dire l'amplification du phénomène naturel de croissance végétale (développement excessif d'algues microscopiques et de végétaux aquatiques). La plupart des effets de l'eutrophisation sont gênants (turbidité de l'eau, variation de la concentration en oxygène dissous dans l'eau,...). L'eutrophisation se manifeste lorsque plusieurs conditions sont réunies : éclaircissement important, température élevée, écoulement lent et présence de nutriments (azote, phosphore).
- La pollution azotée constitue une gêne pour la potabilisation des eaux de surface et de nappes.
- une eau trop chargée en nitrates peut être toxiques (surtout pour les nourrissons). [17]

La dégradation de la pollution azotée s'effectue schématiquement de la façon suivante :

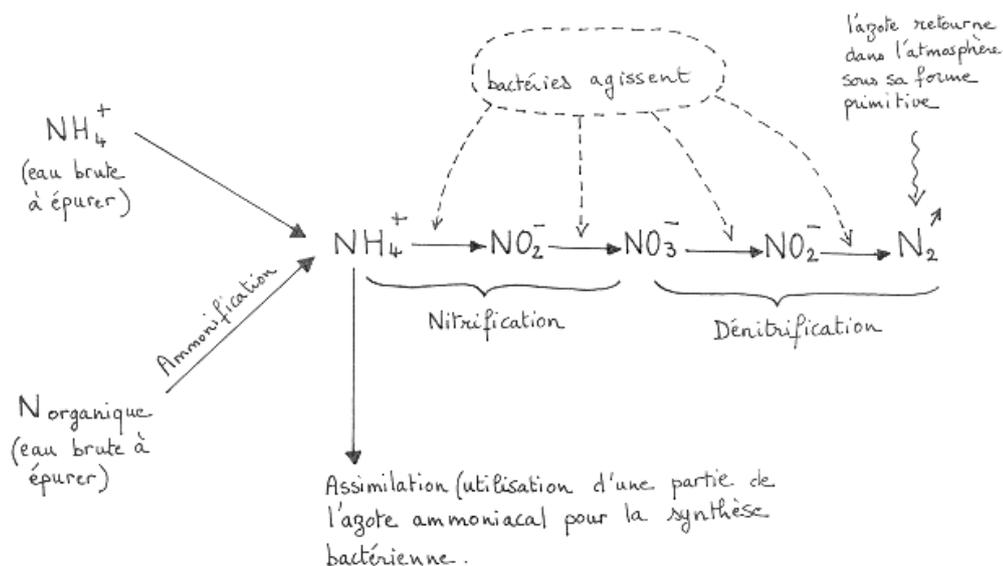


Figure III.8 : La dégradation de la pollution azotée

### III.5.4.3. 2. Réduction de la pollution phosphorée : la désphosphatation :

Le principal inconvénient du phosphore est de favoriser l'eutrophisation des cours d'eau lents, des lacs et des milieux marins. D'ailleurs, la réduction des apports phosphorés des eaux usées est en général considérée comme le facteur clé de la lutte contre l'eutrophisation des rivières et des lacs. Il s'avère en effet que l'élimination de l'azote est insuffisante et ne constitue pas toujours un facteur limitant dans la mesure où certaines algues sont capables de fixer l'azote atmosphérique.

Le phosphore présent dans les eaux peut avoir trois origines :

- Les apports diffus d'origine agricole (élevage, engrais,...) ;
- les apports industriels (industrie agro-alimentaire, industrie de pâte à papier,...) ;
- Les apports domestiques.

Les techniques de désphosphatation qui sont appliquées font essentiellement appel :

- Soit aux réactions de précipitation (procédés physico-chimiques) ;
- Soit aux propriétés de certains micro-organismes épurateurs assurant une sur élimination du phosphore (procédés biologiques) ;

Mais d'autres techniques sont en cours de développement. [17]

#### III.5.4.3. 2.1. La désphosphatation chimique :

L'élimination chimique du phosphore est réalisée au moyen de réactifs (sels de fer et d'aluminium, chaux) qui donnent naissance à des précipités ou complexes insolubles séparés de l'eau par des techniques de séparation de phase solide-liquide. La désphosphatation chimique présente un nombre important de variantes, selon la nature des réactifs mis en œuvre et selon l'intégration de l'étage de précipitation dans la filière de traitement. [17]

#### III.5.4.3. 2.2. La désphosphatation biologique :

Le principe repose sur un transfert du phosphore de la phase liquide (eaux usées à épurer) vers la phase solide (boues) par stockage intracellulaire.

Cette accumulation réalisée par des micro-organismes particuliers, conduit à la formation de granules de poly phosphates (poly-P) ou grains de veloutine. Ainsi, la boue s'enrichit progressivement en phosphore jusqu'à des teneurs très importantes. Il est alors très aisé d'assurer l'élimination du phosphore par simple soutirage des boues en excès. [17]

### III.5.4.4. Elimination des germes pathogènes ou parasites : la désinfection :

Par définition, les eaux usées urbaines, parce qu'elles représentent les déchets de la vie individuelle et collective des agglomérations, contiennent des **micro-organismes pathogènes** susceptibles de déclencher des maladies (bactéries, virus, parasites,...). [17]

**La désinfection a pour but de détruire les micro-organismes pathogènes.** Elle pourra être imposée par la présence de germes pathogènes dans les eaux résiduaires urbaines susceptibles d'affecter des milieux récepteurs dont la qualité bactériologique devra être sauvegardée ou restaurée pour certains usages. Il s'agit le plus souvent de baignades et surtout de zones conchylicoles et dans une moindre mesure de rivières, étangs ou lacs utilisés pour la production d'eau potable.

En France, la désinfection des eaux usées n'a jamais été mise en œuvre de façon systématique. On considère même que la désinfection n'est pas inéluctable y compris à proximité d'une zone sensible, et qu'il est souhaitable d'étudier toutes les autres possibilités avant d'envisager un traitement de type chimique. [17]

Les différents procédés de désinfection susceptibles d'être mis en œuvre utilisent :

- **Le chlore** (à l'état gazeux ou sous forme d'hypochlorite de sodium : eau de javel): c'est actuellement le moyen de désinfection et de stérilisation le plus utilisé et le mieux maîtrisé.
- **Le bioxyde de chlore (ClO<sub>2</sub>)** qui est un réactif très performant mais dont la mise en œuvre est délicate et nécessite une surveillance sérieuse.
- **l'ozone** : il est très performant et très efficace pour l'élimination des virus mais il est encore actuellement peu utilisé en raison du coût élevé de mise en œuvre (équipement volumineux et compliqué).
- **Les rayons ultra-violet**s dont l'utilisation a fait l'objet de nombreuses polémiques.

Il faut également citer les procédés de **séparation sur membranes** (ultrafiltration, osmose-inverse) qui devraient être appelés à un grand développement. [17]

### III.5.4.2. Elimination et traitement des odeurs :

Les eaux usées, chargées en matières organiques particulières et dissoutes, peuvent induire directement ou indirectement, par l'intermédiaire de leurs sous-produits d'épuration (graisses, boues), la formation d'odeurs désagréables suivant un processus de fermentation. Les odeurs provenant des STEP sont dues aux gaz, aérosols ou vapeurs émises par certains produits contenus dans les eaux usées ou dans les composés se formant au cours des différentes phases de traitement.

Les sources les plus importantes d'odeurs sont :

- Les prétraitements.
- Les boues et leur traitement.

Pour éviter ces nuisances, les ouvrages sensibles seront couverts et munis d'un système de ventilation ainsi que d'une unité de traitement biologique des odeurs. On distingue généralement deux types de traitement biologique des odeurs : les bio-filtres et les bio-laveurs. Dans les premiers,

# CHAPITRE III : LES PROCEDES D'EPURATION DES EAUX USEES

la biomasse est supportée par un plancher spécifique et l'air traverse le massif (souvent de la tourbe). Les seconds réalisent un deuxième filtre grâce à une suspension. La biomasse est libre, et l'épuration se produit dans un réacteur. [17]

## III.5.5. Le traitement des boues :

Les boues produites par les STEP se composent de matières organiques non dégradées, de matières minérales, de micro-organismes et de teneur en eau voisine à 99 %. En fonction de leur destination, elles font l'objet d'un traitement afin d'empêcher la putréfaction et réduire leur volume en éliminant l'eau. [18]

### III.5.5.1. Technique de traitement des boues :

Quel que soit le mode d'épuration des eaux usées, les boues issues doivent subir des traitements qui visent à atteindre les objectifs suivant :

1. Epaissement : minimiser le volume à évacuer en éliminant l'eau ;
2. Stabilisation : minimiser les nuisances olfactives et pathogéniques ;
3. Déshydratation (naturelle ou mécanique) : faciliter le transport manutention et le stockage en améliorant la texture de la boue. [19]

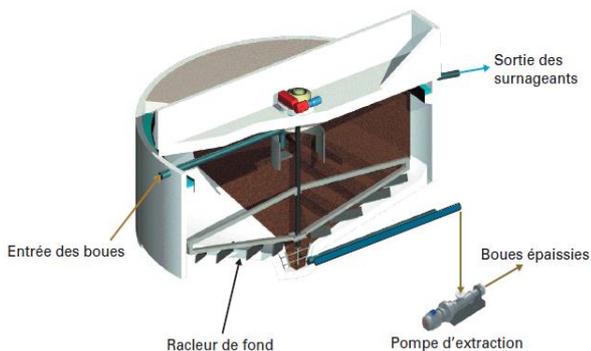


Figure III.9 : Epaisseur



Figure III.10 : Déshydrater

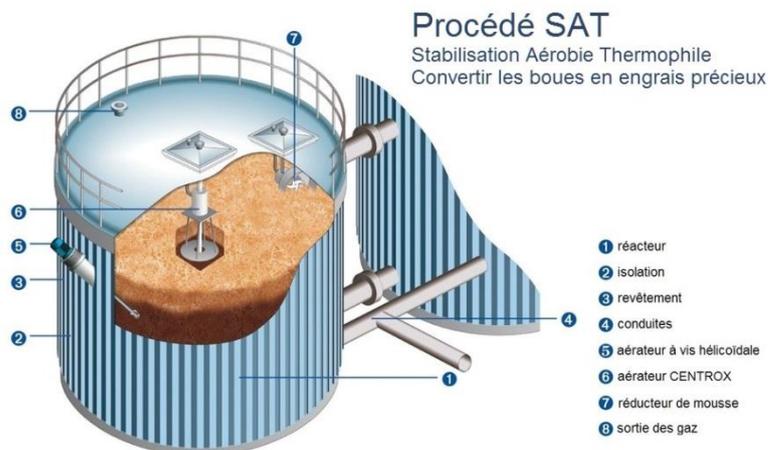


Figure III.11 : Stabilisateur

## III.5.5.2. Destination finale des boues :

1. Valorisation agricole : une valorisation agricole satisfaisante et durable doit s'appuyer sur une parfaite connaissance des boues et des sols et recherche la meilleur adéquate entre le produit offert et les besoins de l'agriculture.
2. Incinération : il s'agit de transformer des constituants organiques des boues, en produits stables tels que : CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> etc.
3. Méthanisation : C'est un processus biologique anaérobie conduisent à la production de gaz carbonique et de méthane.
4. Mise en décharge : la mise en décharge est considérée comme le dernier recours en matière d'évacuation des boues. Elle n'est appliquée que si une valorisation est impossible.[18]

## III.6. Conclusion :

Le traitement des eaux usées est nécessaire afin de produire un effluent conforme aux exigences environnementales. Cependant, il faut tenir compte des caractéristiques physicochimiques et microbiologiques pour envisager un projet de valorisation des effluents traités.

**PARIE PRATIQUE**



## **CHAPITRE IV**

# CHAPITRE IV : EVALUATION DES DEBITS DE LA CHARGE POLLUANTE

## CHAPITRE IV : EVALUATION DES DEBITS DE LA CHARGE POLLUANTE

### IV.1 Introduction :

La quantité ainsi que la qualité des eaux qu'on va les recevoir au niveau de la station d'épuration on tous les deux un rôle très important pour le dimensionnement des différent ouvrage.

Les eaux usée obtenu en amont de notre STEP est une résultante de plusieurs paramètre comme le type d'activité, la population, et le type de réseau d'assainissement de l'agglomération.

Afin de faire ressortir la composition de ces eaux usée, nous donnerons les résultats puis l'interprétation de ces analyse en considérant les paramètres de pollution les plus important.

### IV.2 Choix de l'horizon :

La durée de vie de réseau de collecteur et de la station d'épuration est les deux principaux paramètres qu'on doit prendre en considération pour le choix de l'horizon.

### IV.3 Le taux d'accroissement démographique :

#### IV.3.1 Le taux d'accroissement actuel :

L'agglomération d'Ain Tagourait a été réalisée sur la base des données disponibles relatives aux recensements de la population.

Ces recensements vont aboutir à un taux d'accroissement annuel moyen de 12 ans « 2008-2020 » de 1.13

$$\tau = 1.13$$

#### IV.3.2 Le taux d'accroissement a l'avenir :

la population évolue de la même tendance avec le nombre de logement prévue pour l'horizon 2040, au niveau de la wilaya d'Ain Tagourait la zone de l'habitat de chef-lieu sera aménagée graduellement dans le temps, et dans la limite de notre horizon cet zone sera urbaniser a 100% ,par conséquence la densité de la population au  $KM^2$  et le taux de d'occupation moyenne de sol par habitation vont augmenter ,ce qui fait justifier la majoration de taux d'accroissement de la population à l'horizon 2040 par :  $\tau = 1.7\%$ .

### IV.4 Evaluation de la population :

#### IV.4.1 La population actuelle :

La population de base adapté pour le dimensionnement de la station est celle donnée par le recensement général de la population et de l'habitat « RGPH » à la fin de l'année 2020, et qui engendre la population des agglomérations plus celle de la zone éparse, de la ville d'Ain Tagourait, soit un total de  $P_{2020}=13620$  habitant.

# CHAPITRE IV : EVALUATION DES DEBITS DE LA CHARGE POLLUANTE

## IV.4.2. La population future :

Pour l'évaluation de la population future de la ville d'Ain Tagourait nous nous sommes basés sur la loi dite « loi des intérêts », donc l'équation est :

$$P_n = P_0 [1 + \tau/100]^n$$

Avec :

$P_n$  : la population à l'horizon considéré.

$P_0$  : la population de référence.

$\tau$  : le taux d'accroissement.

$n$  : nombre d'année

$$P_{2020} = 13620 \text{ hab}$$

$$\tau = 1.13$$

$$\tau_{\text{hor}} = 1.7$$

- population pour l'horizon de 2040 :

$$\text{A.N : } P_{2040} = P_{2020} [1 + \tau/100]^n = 13620 \times [1 + (1.7/100)]^{20} = 19081 \text{ hab.}$$

- Population pour l'horizon 2050 :

$$\text{A.N : } P_{2050} = P_{2040} [1 + \tau/100]^n = 19081 \times [1 + (1.7/100)]^{10} = 22585 \text{ hab.}$$

HORIZON	2020	2040	2050
Taux d'accroissement : $\tau$	1,13	1,7	1,7
Population	13620	19081	22585

Tableau IV.1 : le taux d'accroissement de la population a différents horizon.

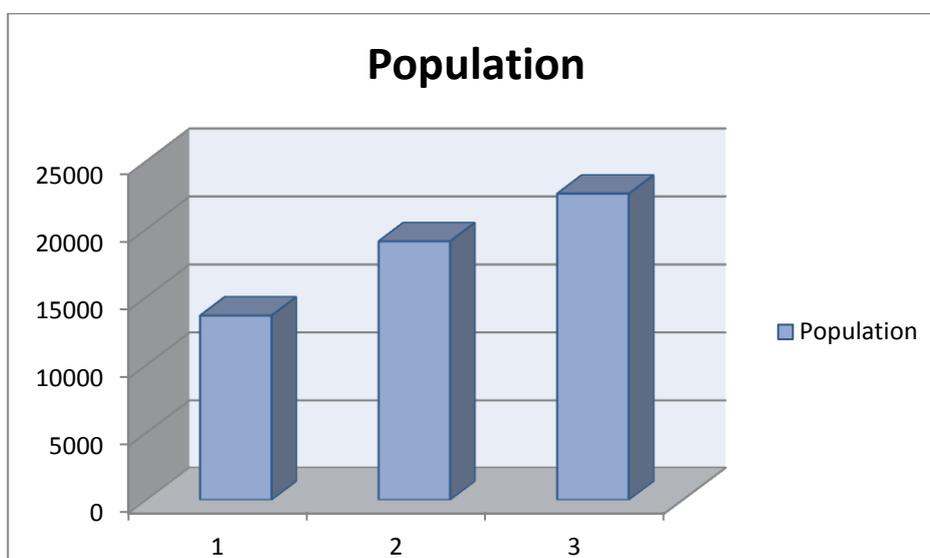


Figure IV.1. Représente l'évaluation de la population à différents horizon.

# CHAPITRE IV : EVALUATION DES DEBITS DE LA CHARGE POLLUANTE

## IV.5 Les besoin en eau potable :

La projection de population future a comme bute la détermination des besoins en eau journalière de consommation de la région d'Ain Tagourait, et d'après des études qui ont été fait ils ont adopté une dotation à moyen et à long terme de 200 l/hab/j.

D'un autre cote les besoin des équipements sont estimés en utilisant un taux de majoration de 35% des besoins totaux en eau potable de la population totale de chef-lieu.

HORIZON	DOTATION (L/J/HAB)	POPULATION (HAB)	BESOIN EN AEP (M <sup>3</sup> /J)	BESOIN EN EQUIPEMENT DE BASE (M <sup>3</sup> /J)	BESOIN TOTAUX (M <sup>3</sup> /J)
<b>2020</b>	150	13620	1680	588	2268
<b>2040</b>	200	19081	3816,2	1335,67	5151,84
<b>2050</b>	200	22585	4517	1580.95	6097,95

**Tableau IV.2 : Les besoin totaux en eau potable à différentes horizons.**

Besoin AEP = DOT × population

Besoin en équipement de base = 35% besoin AEP

## IV.6 Estimation des débits :

Pour une bonne estimation de débit on doit connaitre l'évolution de la population ainsi que leur dotation.

La station des eaux usée provenant de la ville d'Ain Tagourait, satisfaisant a la population estimer de 22585 habitant et un débit journalier de 6097.95 (m<sup>3</sup>/j), desservis à l'horizon 2050.

### IV.6.1 Calcul des rejets spécifiques :

Le taux de raccordement au réseau d'assainissement ainsi que le taux de retour a l'égout sont les principaux paramètres pour l'estimation de débit des eaux usée.

Dans le tableau ci-dessous et d'après les donnée récupère de la direction d'hydraulique de la wilaya d'Ain Tagourait les deux paramètres sont comme suit.

HORIZON	2020	2040	2050
<b>T<sub>C</sub>(%)</b>	97	100	
<b>T<sub>R</sub></b>	85		

**Tableau IV.3 : Le taux de raccordement au réseau d'assainissement et de retour à l'égout a différent horizon**

# CHAPITRE IV : EVALUATION DES DEBITS DE LA CHARGE POLLUANTE

Avec :

$T_c$  : le taux de raccordement au réseau d'assainissement de la ville d'Ain Tagourait

$T_r$  : le taux de retour à l'égout.

- Le coefficient global de réduction :

$$R_i = T_r \times T_c$$

horizon	2020	2040	2050
$R_i$	82,45	85	85

**Tableau IV.4 : Le coefficient de réduction aux différents horizons.**

## IV.6.2 Débit moyen des rejets : (journalier et horaire) « $Q_{mj}$ ; $Q_{mh}$ »

- Le débit journalier moyen des rejets :

$$Q_{mj} = R_i \times Q_{totj}$$

- Le débit horaire moyen des rejets :

$$Q_{mh} = Q_{mj} / 24$$

HORIZON	2020	2040	2050
$Q_{totj} (m^3/j)$	2268	5151,84	6097,95
$Q_{moyj} (m^3/j)$	1869,96	4379,06	5183,25
$Q_{moyh} (m^3/h)$	77,91	182,46	215,97

**Tableau IV.5 : le débit moyen journalier et le débit moyen horaire aux différents horizons.**

## IV.6.3 Débit de point par temps sec : « $Q_{pts}$ »

$$Q_{pts} = C_{pts} \times Q_{mh}$$

Avec :

$C_{pts}$  : coefficient de point par temps sec.

$Q_{mh}$  : débit moyenne horaire en ( $m^3/h$ ).

Le coefficient de point est calculé à partir du débit moyen horaire «  $m^3/h$  » :

$$C_{pts} = \left( 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{Q_{mh}}} \right)$$

# CHAPITRE IV : EVALUATION DES DEBITS DE LA CHARGE POLLUANTE

HORIZON	2020	2040	2050
<b>Q<sub>mh</sub> (m<sup>3</sup>/h)</b>	77,91	182,46	215,97
<b>C<sub>pts</sub></b>	1,79	1,71	1,69
<b>Q<sub>pts</sub></b>	139,46	312,01	364,98

**Tableau IV.6 : le débit de point par temps sec aux différents horizons.**

## IV.6.4 Débit de point par temps de pluie : « Q<sub>ptp</sub> »

Le débit des eaux usées allant vers la station en temps de pluie, se calcule par la relation suivante :

$$Q_{ptp} = Q_{mh} + \alpha Q_{mh} = (1 + \alpha) \times Q_{mh} = C_{pp} \times Q_{mh}$$

Avec :

$\alpha = 1.5$  : coefficient de dilution. [ONA]

$C_{pp} = 2.5$  : coefficient de pointe par temps de pluie.

Donc  $Q_{ptp} = (1 + 1.5) \times Q_{mh} = 2.5 \times Q_{mh}$ .

HORIZON	2020	2040	2050
<b>Q<sub>mh</sub></b>	77,91	182,46	215,97
<b>Q<sub>ptp</sub></b>	194,77	456,15	539,92

**Tableau IV.7 : Le débit de point par temps de pluie aux différents horizons.**

### Remarque :

On a passé toute ces étapes de calcule justement pour arriver à une valeur exacte de débit de point à temps sec, et on va utiliser ce dernier pour ne pas avoir un sur dimensionnement des ouvrage de notre station d'épuration, de même pour éviter une charge hydraulique importante.

# CHAPITRE IV : EVALUATION DES DEBITS DE LA CHARGE POLLUANTE

## IV.6.5 Récapitulatif des calculs des débits :

PARAMETRE	UNITES	2040	2050
Type de réseau d'assainissement		Unitaire	Unitaire
Population raccordée	Hab	19081	22585
Taux de raccordement au réseau d'assainissement	%	100	
Coefficient de retour à l'égout	%	85	
Consommation total journalière	(m <sup>3</sup> /j)	5151,84	6097,95
Débit moyen journalière des eaux usées rejetées	(m <sup>3</sup> /j)	4379,06	5183,25
Débit moyen horaire de rejet	(m <sup>3</sup> /h)	182,46	215,97
Coefficient de point par temps sec	C <sub>pts</sub>	1,71	1,69
Débit de point par temps sec	(m <sup>3</sup> /h)	312,01	364,98
Coefficient de point par temps de pluie	C <sub>ptp</sub>	2,5	2,5
Débit de point par temps de pluie	(m <sup>3</sup> /h)	456,15	539,92

**Tableau IV.8 : Récapitulatif des calculs des débits.**

## IV.7 Estimation des charges polluantes :

Les charges polluantes de notre eau usée sont estimées à partir des charges polluantes spécifiques par habitant et par jour à savoir la quantité des « MES », la « DBO<sub>5</sub> » ainsi que « DCO ».

### IV.7.1 L'équivalent habitant : « EH »

L'équivalent habitant est une unité conventionnelle qui correspond à la quantité de pollution rejeté par un habitant quotidiennement.

$EH = Q_{mj} / \text{le rejet spécifique.}$

Le rejet spécifique =  $D \times TR$

## CHAPITRE IV : EVALUATION DES DEBITS DE LA CHARGE POLLUANTE

Avec :

$Q_{mj}$  : débit moyen journalier des eaux usées rejetés en  $m^3/j$ .

D : la dotation en  $m^3/hab/j$ .

TR : taux de retour à l'égout en %.

HORIZON	UNITES	2020	2040	2050
$Q_{moyj}$	$m^3/j$	1800,70	4379,06	5183,25
TR	%	85		
D	$m^3/hab/j$	0,150	0,200	0,200
EH	Eq hab	14123	25759	30490

**Tableau IV.9 : l'équivalent habitant aux différents horizons.**

Donc d'après ce calcul on peut dire que la station d'épuration de la ville d'Ain Tagourait a une capacité de 30490EH et un débit journalier à épurer de  $5183,25m^3/j$ , et cela va être dans l'horizon de l'an 2050.

### IV.7.2 La charge polluante aux différents horizons en $m^3/j$ :

La charge des polluant est fonction de leur dotation et de la capacité de la station d'épuration, et de la déterminante de la charge des polluants est :

Pollution (kg/j) = dotation (kg/hab/j) × EH.

Et les résultats du calcul sont présentés dans le tableau ci-dessous.

TYPE DE POLLUTION	HORIZON		
	DOTATION (KG/HAB/J)	2040	2050
	EH (ég hab)	25759	30490
DBO <sub>5</sub> (Kg/j)	0,06	1545,54	1829,4
DCO (Kg/j)	0,132	3400,19	4024,68
MES (Kg/j)	0,07	1803,13	2134,3
NTK (Kg/j)	0,0064	164,86	195,14
P (Kg/j)	0,0016	41,21	48,78

**Tableau IV.10 : La charge polluante au différent horizon (kg/j).**

# CHAPITRE IV : EVALUATION DES DEBITS DE LA CHARGE POLLUANTE

## IV.7.3 La concentration des pollutions aux différents horizons :

Débit moyen journalière, et la relation déterminante de la concentration des pollutions est :

$$\text{Concentration (mg/l)} = [\text{dotation (g/hab/j)} \times \text{EH}] / Q_{mj}$$

Et les résultats du calcul sont présentés dans le tableau ci-dessous.

POLLUANT	UNITE	LA CONCENTRATION		
		LES RESULTATS D'ANALYSE	ESTIMATION 2040	ESTIMATION 2050
BDO <sub>5</sub>	mg/l	181	352.94	352,94
DCO	mg/l	347	776,47	776,47
MES	mg/l	214	411,76	411,76
NTK	mg/l	42,8	37,65	37,64
P	mg/l	4,64	9,41	9,41

Tableau IV.11 : La concentration des polluants aux différents horizons.

## IV.7.4 Les concentrations résiduelles au rejet et le rendement d'élimination :

Les résultats de concentration des différents pollutions représentés sur le tableau ci-dessous ont été normalisés par l'office national d'assainissement.

POLLUTION	CONCENTRATION (MG/L)	RENDEMENT EPURATOIRE (%)
DBO <sub>5</sub>	7-30	91-98
DCO	36-90	88-95
MES	8-30	93-96

Tableau IV.12 : Les concentrations résiduelles au rejet et le rendement épuratoire.

Les calculs des rendements épuratoires selon les seuils du déversement :

- $$\eta_{\text{DBO}_5} = \frac{\text{DBO}_5(\frac{\text{mg}}{\text{l}}) - 30}{\text{DBO}_5(\frac{\text{mg}}{\text{l}})} * 100 = \frac{352.94 - 30}{352.94} \times 100 = 91\%$$
- $$\eta_{\text{DCO}} = \frac{\text{DCO}(\frac{\text{mg}}{\text{l}}) - 90}{\text{DCO}(\frac{\text{mg}}{\text{l}})} * 100 = \frac{776.47 - 90}{776.47} \times 100 = 88\%$$
- $$\eta_{\text{MES}} = \frac{\text{MES}(\frac{\text{mg}}{\text{l}}) - 30}{\text{MES}(\frac{\text{mg}}{\text{l}})} * 100 = \frac{411.76 - 30}{411.76} \times 100 = 93\%$$



## **CHAPITRE V**

# CHAPITRE V : DIMENSIONNEMENT DES DIFFERENTS OUVRAGES DE LA STEP

## CHAPITRE V : DIMENSIONNEMENT DES DIFFERENTS OUVRAGES DE LA STEP

### V.1. Introduction :

Le dimensionnement d'une station d'épuration dépend de la charge à l'entrée, qui est fonction du débit, et des concentrations moyennes des paramètres de pollution (DBO5, MES...) et d'après les calculs effectués lors du quatrième chapitre notre station a une capacité de 35870EH et un débit de pointe à temps Pluit à épurer de  $0.15 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Le choix du débit de pointe à temps Pluit  $Q_{ptp}$  a comme but d'éviter le surdimensionnement des ouvrages de la station d'épuration, ainsi que d'éviter d'avoir une importante charge hydraulique.

### V.2. Les ouvrage de prétraitement :

Afin d'éviter l'endommagement des dispositifs d'aération et l'abrasion des appareils des équipements aval, le prétraitement est indispensable pour éliminer la plus grande partie des déchets solides contenus dans l'eau brute, et cela peut être assurée par : (le dégrillage grossier, le dégrillage fine, le dessablage déshuilage).

#### V.2.1 Dimensionnement de conduite :

- La vitesse :

D'après la formule de **Chézy** on a :

$$V = C \cdot \sqrt{R \cdot I} \dots\dots\dots(1)$$

Avec :

C : le coefficient de Chézy.

R : rayon hydraulique.

I : la pente hydraulique.

Pour estimer le coefficient de Chézy, on doit utiliser la formule de **Manning-Strickler**

$$C = K \cdot R^{1/6} \dots\dots\dots(2)$$

Quand on remplace (2) dans (1) on aura (3)

$$V = K \cdot R_h^{2/3} \cdot \sqrt{I} \dots\dots\dots(3)$$

- Le débit :

$$Q = V \times S$$

$$Q = \frac{1}{n} \cdot R_h^{2/3} \times \sqrt{I} \times S$$

# CHAPITRE V : DIMENSIONNEMENT DES DIFFERENTS OUVRAGES DE LA STEP

$$S = b \times h$$

$$P = b + 2h$$

$$R_h = \frac{S}{P} = \frac{\pi \times r^2}{2\pi r}$$

Avec :

V : la vitesse d'écoulement de l'effluent dans le canal en m/s.

S : la section mouillée en m<sup>2</sup>.

P : le périmètre mouillé en m.

I : la pente de radier en m/m.

R<sub>h</sub> : le rayon hydraulique.

K : le coefficient de Strickler.

n = 1/K : la rugosité de béton lisse « 0.011-0.014 ».

PARAMETRE	DESIGNATION	UNITE	VALEUR
Débit	Q <sub>pts</sub>	m <sup>3</sup> /s	1,10
Vitesse d'eau brute dans le canal	V	m/s	2,01
Section de canal	S	m <sup>2</sup>	0,50
Diamètre de conduite	H	m	0,4
Périmètre mouillé	P	m	1,25
Rayon hydraulique	R	m	0,2
Coefficient de rugosité de béton lisse	K <sub>S</sub>	%	0,012
La pente	I	%	0,5

Tableau V.1 : Récapitulatif de dimension de canal.

## V.2. Dimensionnement des grilles :

### V.2.2.1. La largeur des grilles :

Pour le dimensionnement de la largeur des grille y'en a plusieurs formule qui ont été proposé, parmi ces dernières on trouve deux qu'on les utilise souvent :

- Formule de **Kirchmer**.
- Formule de **Kitelberger**.

En Algérie y'avais toujours de préférence pour la formule de **Kirchmer**, vu les résultats des dimensions des grilles qui sont normaliser, la disponibilité sur le marché ainsi que le coût de fabrication qui est moins chère.

# CHAPITRE V : DIMENSIONNEMENT DES DIFFERENTS OUVRAGES DE LA STEP

➤ Formule de **Kitelberger** :

$$L = \left(\frac{d+e}{e}\right) \times \left(\frac{1}{1-n}\right) \times \left(\frac{Q_{pts}}{V \times H}\right)$$

Avec :

d : épaisseur des barreaux ;

e : espacement des barreaux ;

n : coefficient de colmatage estimé à 40% ;

$Q_{pts}$  : débit de point à temps sec ;

V : vitesse d'entre des eaux brute compris entre 0.6 et 1 (m/s) ;

H : profondeur d'eau.

➤ Formule de **Kirchmer** :

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

Avec :

L : largeur de la grille.

$\alpha$  : Angle d'inclinaison de la grille, choisie afin de faciliter l'évacuation des déchets, et l'augmentation de la surface de dégrillage, et minimiser les pertes de charge,  $60^\circ \leq \alpha \leq 80^\circ$ .

H : la hauteur de la grille.

$\delta$  : Coefficient de colmatage de la grille.

On distingue :

$\delta = 0.5$  pour une grille automatique.

$\delta = 0.25$  pour une grille manuelle.

ET on a :  $S = \frac{Q_{pts}}{V}$

S : la surface de passage de l'effluent en  $m^2$ .

$Q_{pts}$  : débit de point en temps Pluit en  $m^3/s$ .

V : vitesse de passage de l'effluent à travers la grille en m/s.

Et on a :  $\beta = \frac{d}{d+e}$

# CHAPITRE V : DIMENSIONNEMENT DES DIFFERENTS OUVRAGES DE LA STEP

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

d : épaisseur des barreaux.

e : espacement des barreaux.

Donc on aura : m

$$L = \frac{Q_{pts} \times \sin \alpha}{V \times H \times \delta \times (1 - \beta)}$$

## a) Calcule de la largeur de la grille grossière :

PARAMETRE	UNITE	VALEUR
$Q_{pts}$	m <sup>3</sup> /h	365
Nombre de grille	U	1
Espacement entrefer : e	mm	50
Epaisseur des barreaux : d	mm	20
Vitesse de passage dans la grille	m/s	0,8

**Tableau V.2 : paramètre de dimensionnement de la grille grossière à nettoyage manuel.**

V : vitesse d'entre des eaux brute compris (v= 0,8 m/s).

La hauteur H = 1 m.

$\alpha = 70^\circ$ ,  $\delta = 0.25$  puisque on a une grille manuel,  $\beta = \frac{0,02}{0,02+0,05} = 0.286 \cong 0,3$ .

Donc :

$$L = \frac{Q_{pts} \times \sin \alpha}{V \times H \times \delta \times (1 - \beta)} = \frac{0,10 \times \sin 70}{0,8 \times 1 \times 0,25 \times (1 - 0,3)} = \mathbf{0,67 \text{ m}}$$

## b) calcule de la largeur de la grille fine :

PARAMETRE	UNITE	VALEUR
$Q_{pts}$	m <sup>3</sup> /h	365
Nombre de grille	U	1
Ecartement max entre barreaux	mm	20
Epaisseur des barreaux : d	mm	20
Vitesse de passage dans la grille en point	m/s	0,8

**Tableau V.3 : paramètre de dimensionnement de la grille fine mécanisé : m.**

# CHAPITRE V : DIMENSIONNEMENT DES DIFFERENTS OUVRAGES DE LA STEP

La vitesse maximale de passage à travers la grille est **0.8 m/s**.

La hauteur de la grille est **1 m**.

$$\alpha = 75^\circ, \delta = 0.5 \text{ Puisque c'est une grille automatique, } \beta = \frac{0.02}{0.02+0.02} = 0,5.$$

$$\text{Donc : } \frac{Q_{pts} \times \sin \alpha}{V \times H \times \delta \times (1-\beta)} = \frac{0.10 \times \sin 75}{0.8 \times 1 \times 0.5 \times (1-0.5)} = \mathbf{0,48 \text{ m.}}$$

## V.2.2.2) Autre dimensionnement de la grille :

Dans le but d'éviter de mauvais choix des grille, on est sensé de savoir avec précision quelque autre dimension de nos appareil, d'où les résultats vont être présenté dans le tableau suivant :

DIMENSION	FORMULE	UNITE	VALEUR
la longueur des grilles	$L = \frac{H}{\sin \alpha}$	m	1,06
section libre de la grille	$S_l = S_{canal} \times \frac{e}{e+d}$	m <sup>2</sup>	0,35
Vitesse de passage de l'effluent à travers la grille	$V = \frac{Q_{pts}}{S_l}$	m/s	0,28
Nombre de barreau	$n = \frac{L_{grille} - e}{d+e}$	u	9
Nombre d'ouverture	$N = n+1$	u	10
Largeur d'ouverture	$L_0 = N \times e$	m	0,5
Largeur fermée	$L_f = n \times d$	m	0,18
Largeur de la chambre de dégrillage	$L_{chambre} = L_0 + L_f$	m	0,68

Tableau VI.4 : différent dimensionnement de la grille grossière.

DIMENSION	FORMULE	UNITE	VALEUR
la longueur des grilles	$L = \frac{H}{\sin \alpha}$	m	1,03
section libre de la grille	$S_l = S_{canal} \times \frac{e}{e+d}$	m <sup>2</sup>	0,25
Vitesse de passage de l'effluent à travers la grille	$V = \frac{Q_{pts}}{S_l}$	m/s	0,40
Nombre de barreau	$n = \frac{L_{grille} - e}{d+e}$	u	12
Nombre d'ouverture	$N = n+1$	u	13
Largeur d'ouverture	$L_0 = N \times e$	m	0,26
Largeur de fermée	$L_f = n \times d$	m	0,24
Largeur de la chambre de dégrillage	$L_{chambre} = L_0 + L_f$	m	0,50

Tableau V.5 : Le différent dimensionnement de la grille fine.

# CHAPITRE V : DIMENSIONNEMENT DES DIFFERENTS OUVRAGES DE LA STEP

## V.2.2.3) Estimation des férus empêche par les grille :

Le débit d'effluent traité, le type de réseau d'assainissement ainsi que la variation des rejets de dégrillage en dm<sup>3</sup>/hab/an en fonction de l'espacement entre les barbeaux en mm, sont des paramètres déterminants de volume retenu sur les grilles.

On peut estimer le volume des matières retenue on utilisant la formule suivante :

$$V_{\text{matières retenue}} = \frac{10 a^{14}}{e} \text{ en (l/hab/an).}$$

$$V \text{ (m}^3\text{/j)} = \frac{\text{NEH} \times V_{\text{matiere retenue}}}{365}$$

-Grille grossière :

On a : e= 5cm.

V matières retenue: va être compris entre 2 et 2,8 l/hab/an.

**Horizon 2040 :** NEH= 25759 EH

$$V_{\text{min}} = \frac{\text{NEH} \times V}{365} = \frac{25759 \times 0.002}{365} = 0,14 \text{ (m}^3\text{/j)}$$

$$V_{\text{max}} = \frac{\text{NEH} \times V}{365} = \frac{25759 \times 0.0028}{365} = 0,20 \text{ (m}^3\text{/j)}$$

**Horizon 2050 :** NEH= 30409 EH

$$V_{\text{min}} = \frac{\text{NEH} \times V}{365} = \frac{30409 \times 0.002}{365} = 0,17 \text{ (m}^3\text{/j)}$$

$$V_{\text{max}} = \frac{\text{NEH} \times V}{365} = \frac{30409 \times 0.0028}{365} = 0,23 \text{ (m}^3\text{/j)}$$

-grille fines :

On a : e = 2 cm

V matières retenue : va être compris entre 5 et 7 l/hab/an.

**Horizon 2040 :** NEH = 25759 EH

$$V_{\text{min}} = \frac{\text{NEH} \times V}{365} = \frac{25759 \times 0.005}{365} = 0,35 \text{ (m}^3\text{/j)}$$

$$V_{\text{max}} = \frac{\text{NEH} \times V}{365} = \frac{25759 \times 0.007}{365} = 0,49 \text{ (m}^3\text{/j)}$$

**Horizon 2050 :** NEH = 30409 EH

$$V_{\text{min}} = \frac{\text{NEH} \times V}{365} = \frac{30409 \times 0.005}{365} = 0,41 \text{ (m}^3\text{/j)}$$

$$V_{\text{max}} = \frac{\text{NEH} \times V}{365} = \frac{30409 \times 0.007}{365} = 0,58 \text{ (m}^3\text{/j)}$$

# CHAPITRE V : DIMENSIONNEMENT DES DIFFERENTS OUVRAGES DE LA STEP

PARAMETRE DE LA GRILLE	UNITE	GRILLE GROSSIERE		GRILLE FINE	
Q	m <sup>3</sup> /s	0,10			
Nombre de grille	U	1		1	
D	m	20		20	
E	m	50		20	
$\alpha$	°	70		75	
Largeur	m	0,67		0,48	
Hauteur	m	1		1	
Le volume des matières retenue min	m <sup>3</sup> /j	2040	2050	2040	2050
		0,14	0,17	0,35	0,41
Le volume des matières retenue max	m <sup>3</sup> /j	2040	2050	2040	2050
		0,20	0,23	0,49	0,58

**Tableau V.6 : Récapitulatif des dimensions de la grille fines et grossières.**

## V.2.3 Le dessableur-déshuileur :

Dans cette étape, les particules denses (sables, graviers) sont éliminées par décantation alors que les graisses sont reprises par flottation moyennant l'introduction de fines bulles d'air. Les deux opérations se passent dans un ouvrage cylindro-conique mieux adapté pour les petits débits.

### V.2.3.1) Le dimensionnement de dessableur-déshuileur :

Le principal rôle de ce procédé est d'éliminer la pollution minérale lourde, et pour qu'on arrive à cela on doit assurer quelque condition, et parmi

- la vitesse qu'elle doit être comprise entre ces deux valeurs (0.10m/s v 0.30m/s).
- on adaptera un temps de séjour de 7 min.

#### a) Le volume de dessableur-déshuileur :

Avant d'entamer les calculs on doit fixer une valeur de la hauteur moyenne.

Admettant que  $H_{moy} = 5m$

Donc :

- $V_t = Q_{pts} \times T_s = \frac{365 \times 7}{60} = 42,58 \text{ m}^3$

# CHAPITRE V : DIMENSIONNEMENT DES DIFFERENTS OUVRAGES DE LA STEP

## b) Le diamètre de dessableur-déshuileur :

Démarrant de la formule de volume :

$$V_t = S_t \times H_{\text{moy}}$$

$$\bullet D = \sqrt{\frac{4 \times V_t}{\pi \times H_{\text{moy}}}} = \sqrt{\frac{4 \times 42.58}{\pi \times 5}} = \boxed{3,29 \text{ m}}$$

## c) vérification de la condition de sédimentation des particules :

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

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

Avec :

$V_e = 0.3 \text{ m/s}$  : La vitesse d'écoulement.

$V_s = 30 \text{ m/h} = 0.0083 \text{ m/s}$  : la vitesse de sédimentation.

$D = 3.51 \text{ m}$  : diamètre du bassin.

$H = 5 \text{ m}$  : la hauteur moyenne.

$$\frac{3.29}{5} = 0.65 \leq \frac{0.3}{0.0083} = 36,15$$

Donc la condition est vérifiée.

## V.2.3.2) Les besoins d'air dans le dessableur-déshuileur :

### a) Le débit d'air maximum a injecté :

En utilisant un dispositif d'aération au fond de notre dessableur-déshuileur, la matière grasse contenue dans l'eau à traiter va être flotté, il faut même préciser que l'insufflation d'air obtenue doit maintenir la matière biologique en suspension, et pour cela on est sensé de savoir le débit d'air maximum à injecter.

Les appareils utilisés sont calculés pour un temps de séjour de 3 à 10 min, avec une injection d'air de 1 à 1,5 Nm<sup>3</sup>/h/m<sup>3</sup> de bassin,

$$\text{On a : } Q_{\text{air}} = V * V_{\text{air}}$$

Avec :

$V = 42.58 \text{ m}^3$  : le volume total de dessableur-déshuileur.

$V_{\text{air}} = 1.25 \text{ Nm}^3/\text{h}/\text{m}^3$  : volume d'air à injecter par heure dans 1 m<sup>3</sup>

Donc on aura :

$$Q_{\text{air}} = 42.58 \times 1.25 = \boxed{53,22 \text{ Nm}^3 \text{ d'air/h}}$$

## CHAPITRE V : DIMENSIONNEMENT DES DIFFERENTS OUVRAGES DE LA STEP

### b) Evaluation de la quantité de matière restante comme MES :

Après le passage au procédés suivant, on doit arriver à une élimination de 70% de la (MES), et pour la vérification de cela, on doit subir à notre eau une évaluation et à l'entrée et à la sortie de l'ouvrage.

Les matières minérale représente 30% des matières en suspension (MES), hors les 70% restante sont des matières volatiles en suspension (MVS).

- **Horizon 2040 :**

$$\text{MES} = 1803,13 \text{ kg/j}$$

#### a) Les matières minérales en suspension totales :

$$\text{MMS}_t = \text{MES} \times 0,38 = 1803,13 \times 0,38 = 685,19 \text{ kg/j}$$

#### b) Les matières volatiles en suspension totales :

$$\text{MVS}_t = \text{MES} \times 0,62 = 1803,13 \times 0,62 = 1117,94 \text{ kg/j}$$

#### c) Les matières minérales en suspension éliminée :

$$\text{MMS}_e = \text{MMS}_t \times 0,62 = 685,19 \times 0,62 = 424,82 \text{ kg/j}$$

#### d) Les matières minérales en suspension restantes :

$$\text{MMS}_r = \text{MMS}_t - \text{MMS}_e = 685,19 - 424,82 = 260,37 \text{ kg/j}$$

#### e) Les matières en suspensions restantes :

$$\text{MES}_r = \text{MMS}_r + \text{MVS}_t = 260,37 + 1117,94 = \boxed{1378,31 \text{ kg/j}}$$

- **Horizon 2050 :**

$$\text{MES} = 2134,3 \text{ kg/j}$$

#### a) Les matières minérales en suspension totales :

$$\text{MMS}_t = \text{MES} \times 0,38 = 2134,3 \times 0,38 = 811,03 \text{ kg/j}$$

#### b) Les matières volatiles en suspension totales :

$$\text{MVS}_t = \text{MES} \times 0,62 = 2134,3 \times 0,62 = 1323,27 \text{ kg/j}$$

#### c) Les matières minérales en suspension éliminée :

$$\text{MMS}_e = \text{MMS}_t \times 0,62 = 811,03 \times 0,62 = 502,84 \text{ kg/j}$$

# CHAPITRE V : DIMENSIONNEMENT DES DIFFERENTS OUVRAGES DE LA STEP

## d) Les matières minérales en suspension restantes :

$$MMS_r = MMS_t - MMS_e = 811,03 - 502,84 = 308,19 \text{kg/j}$$

## e) Les matières en suspension restantes :

$$MES_r = MMS_r + MVS_t = 308,19 + 1323,27 = \boxed{1631,46 \text{kg/j}}$$

## c) Evaluation de la quantité de matière recueillie (sable, graisse) :

### 1) Estimation de la quantité de sable :

La quantité de sable est estimée de 5 à 12 (l/EH/an).

Donc pour savoir la quantité modéré de sable recueillies on va prendre en compte la valeur moyenne de ces estimation et soit :

$$V_{\text{moy}} = 8,50 \text{ (l/EH/an)}.$$

$$V = V_{\text{moy}} \times \text{EH}$$

#### -Horizon 2040 :

$$V = 8.50 \times 10^{-3} \times 25759 = 218,95 \text{ m}^3/\text{an} = \boxed{0,60 \text{m}^3/\text{j}}$$

#### -Horizon 2050 :

$$V = 8.50 \times 10^{-3} \times 30409 = 258,47 \text{ m}^3/\text{an} = \boxed{0,71 \text{m}^3/\text{j}}$$

### 2) Estimation de la quantité de graisse :

La quantité de la graisse rejetée est estime de 7 l/EH/an.

En utilisant la même formule précédente on aura :

#### -Horizon 2040 :

$$V = 7 \times 10^{-3} \times 25759 = 180,31 \text{ m}^3/\text{an} = \boxed{0,49 \text{ m}^3/\text{j}}$$

#### -Horizon 2050 :

$$V = 7 \times 10^{-3} \times 30409 = 212,86 \text{ m}^3/\text{an} = \boxed{0,58 \text{ m}^3/\text{j}}$$

# CHAPITRE V : DIMENSIONNEMENT DES DIFFERENTS OUVRAGES DE LA STEP

PARAMETRE	UNITES	VALEUR : 2040	VALEUR : 2050
Nombre de bassin	U	1	1
Volume unitaire : V	m <sup>3</sup>	42,58	42,58
Hauteur unitaire : H	M	5	5
Diamètre unitaire: D	M	3,29	3,29
Temps de séjour en pointe : T <sub>s</sub>	min	7	7
Débit total d'air a injecté : Q <sub>air</sub>	Nm <sup>3</sup> /h	53,22	53,22
Quantité total des : MES	Kg/j	1803,13	2134,3
Matière minérale en suspension restantes : MMS <sub>r</sub>	Kg/j	260,37	308,19
Matière en suspension restantes : MES <sub>r</sub>	Kg/j	1378,31	1631,4
La quantité des rejets recueillis : sable	m <sup>3</sup> /j	0,60	0,71
La quantité des rejets recueillis : graisse	m <sup>3</sup> /j	0,49	0,58

**Tableau V.7 : Récapitulatif des dimensions de dessableur-déshuileur.**

### V.3. Les ouvrage de traitement biologique :

Le bassin d'aération et le clarificateur sont les ouvrage dans lesquelles passe cette importante phase d'épuration (traitement biologique).

#### V.3.1 Dimensionnement de bassin d'aération :

PARAMETRE	UNITES	VALEUR MOYENNE ANNUELLE
débit moyen journalier des eaux usées rejetées	m <sup>3</sup> /j	51853,25
db <sub>o5</sub>	kg/j	1829,4
dco	kg/j	4024,68
mes	kg/j	2134,3
ntk	kg/j	195,14

**Tableau V.8 : Caractéristique d'effluent sortant de prétraitement.**

# CHAPITRE V : DIMENSIONNEMENT DES DIFFERENTS OUVRAGES DE LA STEP

PARAMETRE	CONCENTRATION MOYENNE JOURNALIERE (MG/L)
DBO <sub>5</sub>	30
DCO	90
MES	30
NTK	40

**Tableau V.9 : les normes de rejets adapté au niveau de la région d'Ain Tagourait.**

Le bassin d'aération est dimensionné sur la base de la charge massique et la charge volumique.

- **La charge massique :**

On a:  $C_m = \frac{L_o}{Ba}$  (kg DBO<sub>5</sub>/ kg MVS / j)

Avec :

---

$L_o = 1829,4 \text{ kg/j}$  : charge polluante journalière en DBO<sub>5</sub> à l'enter de l'ouvrage.

$Ba$  : la masse totale des boues présente dans l'ouvrage.

$0.05 \leq C_m \leq 0.10$  donc on choisit  $C_m = 0,08$  pour un bon rendement épuratoire.

---

**La masse des boues totale :**

$$M = \frac{L_o}{C_m} = \frac{1829,4}{0,08} = 22867,5 \text{ (kg)}$$

- **La charge volumique :**

On a:  $C_v = \frac{L_o}{V}$  (kg DBO<sub>5</sub> / j / m<sup>3</sup>)

Avec :

---

$V$  : le volume total du bassin.

$0,30 \leq C_v \leq 0,6$  donc on choisit  $C_v = 0,30$  pour un bon rendement épuratoire.

---

➤ La concentration en boues MVS contenue dans le bassin d'aération :

On a la formule suivante :

$$X_v = \frac{C_m}{C_v} = \frac{0,30}{0,08} = 3,75 \text{ (g/l)}$$

# CHAPITRE V : DIMENSIONNEMENT DES DIFFERENTS OUVRAGES DE LA STEP

## V.3.1.1) Le volume total de bassin d'aération « $V_t$ » :

$$V = \frac{L_0}{C_V} = \frac{1829.4}{0.30} = 6098 \text{ m}^3$$

## V.3.1.2) La surface d'une filière de bassin d'aération :

Dans notre cas, le bassin d'aération se compose de deux filières identiques, admettant que  $V_f$  est le volume d'une seule filière.

$$V_f = \frac{V_t}{2} = \frac{6098}{2} = 3049 \text{ m}^3$$

On doit fixer une valeur de la hauteur :

$$\text{Soit : } H = 5\text{m}$$

Donc :

$$S = \frac{V_f}{H} = \frac{3049}{5} = 609,8 \text{ m}^2$$

## V.3.1.3) La largeur et la longueur du bassin :

Et on pose que  $L = 3b$

Avec :

$L$  : la longueur du bassin.

$b$  : la largeur du bassin.

Donc on aura

$$S = 3b^2$$

$$\text{Alors : } b = \sqrt{\frac{S}{3}} = \sqrt{\frac{609.8}{3}} = 14,25 \text{ m}$$

Finalemment on aura :  $L = 3 \times 14.26 = 42,75 \text{ m}$

## V.3.1.4) Charge polluante journalière en $DBO_5$ à la sortie :

La concentration en  $DBO_5$  peut être calculée en utilisant la formule suivante :

$$L_f = \frac{L_0}{1 + (k \cdot X_a \cdot T_s)}$$

Sachant que :

$L_f$  : charge en  $DBO_5$  à la sortie du bassin d'aération ;

$L_0$  : charge en  $DBO_5$  à l'enter du bassin d'aération ;

# CHAPITRE V : DIMENSIONNEMENT DES DIFFERENTS OUVRAGES DE LA STEP

K : coefficient d'élimination de la DBO<sub>5</sub>, égal à 0,5 j<sup>-1</sup> ;

X<sub>a</sub> : concentration en MS dans le bassin d'aération (g/l) ;

T<sub>s</sub> : temps de séjour de l'effluent dans le bassin d'aération ;

## a) La concentration en matière sèche « X<sub>a</sub> » :

On sait bien que la matière volatile en suspension MVS, représente 62% de la matière en suspension restante donc.

$$[X_a] \frac{M}{V} = \frac{22876.5}{6098} = 3.75 \text{ g/l}$$

$$X_{MVS} = 0.62 * X_{MES} = X_a = 0.62 \times 3.75 = 2,33 \text{ (g/l)}$$

## b) Le temps de séjour « T<sub>s</sub> » :

Connaissant que  $T_s = \frac{V_{totl}}{Q}$ , donc on aura le tableau suivant avec les différents débits.

Q (m3/h)	Q <sub>mh</sub> = 215,97	Q <sub>pts</sub> = 364,98	Q <sub>ptp</sub> = 539,92
T <sub>s</sub> (heures)	28,23	16,70	11,29

**Tableau V.10 : temps de séjour dans le bassin d'aération**

Donc :

$$L_f = \frac{1829.4}{1 + (0.5 \times 2.33 \times 28.23)} = 53,80 \text{ (kg/j)}$$

## c) La charge de DBO<sub>5</sub> a éliminé « L<sub>e</sub> » :

$$L_e = L_0 - L_f \quad \text{A.N} \quad L_e = 1829,4 - 53.98 = 1775,642 \text{ (kg/j)}$$

## d) Le rendement épuratoire :

$$R = \frac{L_0 - L_f}{L_0} = \frac{1775.6 - 53.80}{1775.6} \times 100 = 97.48$$

### V.3.1.5) Besoins théorique en oxygène :

On calcule les besoins théorique en O<sub>2</sub> par la formule suivante.

$$Q_{O_2} = a' \times L_e + b' \times X_t$$

Avec :

a' : coefficient de consommation d'oxygène lors de l'oxydation de la DBO<sub>5</sub>.

$$a' = 0,5 \times C_m^{-0.12} = 0.68 \text{ kg.O}_2 / \text{kg.MVS}$$

# CHAPITRE V : DIMENSIONNEMENT DES DIFFERENTS OUVRAGES DE LA STEP

$L_e = L_o - L_f$  : la quantité de la pollution détruite dans le bassin d'aération (kg DBO<sub>5</sub>/j).

$b'$  : coefficient d'endogène donnée en kg O<sub>2</sub> / kg MVS.

$b' = 0,13 \times C_m^{0,16}$ , dans le cas où la charge massique  $C_m < 0,1$  (kg DBO<sub>5</sub> / kg MVS / j).

On prend directement  $b' = 0,07$

Comme  $C_m = 0,08 < 0,1$  donc  $b' = 0,07$

$X_a = X_{MVS} = 2,33$  (g/l)

$X_t = X_a \times V_{t \text{ bassin d'aération}} = 2,33 \times 6098 = 14208,34$  (kg MVS)

Donc on arrive à une valeur de besoin théorique en O<sub>2</sub> égal à :

$Q_{O_2} = [0,68 \times 1775,6] + [0,07 \times 14208,34] = 2201,85$  (kg O<sub>2</sub> / j)

## A. Oxygénation en point nécessaire / heure :

La capacité de pointe d'oxygénation sera celle correspondante à la pollution du débit desservie, cette quantité maximale horaire se calcule par la formule suivante :

$$Q_{O_2} \text{ (kg O}_2 \text{ / h)} = [a' \times \frac{L_e}{14}] + [b' \times \frac{X_t}{24}]$$

$$\text{A.N: } Q_{O_2} \text{ eff} = (0,68 \times \frac{1775,6}{14}) + [0,07 \times \frac{14208,34}{24}] = 127,67 \text{ (kg O}_2 \text{ / h)}$$

## B. Capacité d'oxygénation par rapport à la charge :

$$C_{0/\text{charge}} = \frac{Q_{\text{oxygène}}}{L_o} \text{ donc on aura :}$$

$$\text{A.N: } C_{0/\text{charge}} = \frac{2201,99}{1775,6} = 1,24 \text{ (kg O}_2 \text{ / kg DBO}_5\text{)}$$

## C. Capacité d'oxygénation standard :

Le rendement des aérateurs des eaux usée est de 70%, donc la capacité standard est de :

$$C_{OS} = \frac{Q_{\text{oxygène eff}}}{0,70} = \frac{127,68}{0,70} = 182,38 \text{ (kg O}_2 \text{ / h)}$$

# CHAPITRE V : DIMENSIONNEMENT DES DIFFERENTS OUVRAGES DE LA STEP

## V.3.1.6) Récapitulatif des dimensions du bassin d'aération :

PARAMETRE	UNITE	VALEUR
Nombre	U	2
Qpts unitaire	m <sup>3</sup> /h	365
Cm	Kg DBO5/ kg MVS/ j	0,08
Cv	Kg DBO5 / m <sup>3</sup> / j	0,30
DBO5 a l'entrée : Lo	Kg/ j	1829,4
Charge DBO5 a la sortie : Lf	Kg/ j	53,80
La charge DBO5 a éliminé : Le	Kg/ j	1775,6
Rendement épuratoire : R	%	97,48
Volume unitaire : V	m <sup>3</sup>	6098
La hauteur : H	m	5
Surface unitaire	m <sup>2</sup>	609,8
La largeur unitaire : b	m	14,26
La longueur unitaire : L	m	42,78
Les temps de séjour à Qmh	h	28,23
Les temps de séjour à Qpts	h	16,70
Les temps de séjour à Qptp	h	11,29
La masse des boue totale : M	Kg	22867,5
Besoins théorique en oxygène : Qo2	kgO <sub>2</sub> / j	2201,85
La capacité de pointe d'oxygénation / h	Kg O <sub>2</sub> / h	127,67
La capacité d'oxygénation par rapport à la charge : Co / charge	Kg O <sub>2</sub> /kg DBO5	1,24
La capacité d'oxygénation standard : COS	Kg O <sub>2</sub> / h	182,38

Tableau V.11 : Récapitulatif des dimensions du bassin d'aération.

# CHAPITRE V : DIMENSIONNEMENT DES DIFFERENTS OUVRAGES DE LA STEP

## V.3.2 Les dispositifs d'aération :

Les dispositifs d'aération habituellement utilisés dans le domaine du traitement des eaux usées peuvent être classés de la manière suivante :

- dispositifs d'aération à injection d'air sous pression ;
- système d'aération à turbine avec mobile d'agitation, immergé sous lequel est injecté de l'air comprimé ;
- aérateur de surface réalisant le transfert d'oxygène par une turbulence accrue au voisinage de la surface et par la dispersion du liquide ;
- aérateur statique où l'air sous pression est injecté à la base de tubes cylindriques placé verticalement et qui contient des éléments de forme hélicoïdale.

### V.3.2.1) Choix de système d'aération :

On opte pour les aérateurs de surface, qui sont de plus en plus utilisés, particulièrement dans le traitement des eaux industrielles pour les avantages qu'il présente :

- la simplicité de l'installation et d'utilisation ;
- leur rendement énergétique ;
- leur possibilité de brassage.

On peut distinguer trois types d'aérateurs de surface :

- aérateur à basse vitesse et à flux radial ;
- aérateur à vitesse élevée et à flux radial ;
- aérateur à brosse.

On choisira l'aérateur à vitesse élevée et à flux axial qui est le plus répandu.

Cet aérateur est flotteur, composé d'un moteur et un mobile, il comporte essentiellement :

- un moteur non submersible ;
- un tube d'aspiration. ;
- des flotteurs en acier inoxydable ou en fibres de verre ;
- un déflecteur.

# CHAPITRE V : DIMENSIONNEMENT DES DIFFERENTS OUVRAGES DE LA STEP

## V.3.2.2) Capacité totale d'oxygène transférée : $N_O$

Elle est déterminée par la formule d'HORMANIK.

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

Avec :

$P_a$  : Puissance spécifique absorbé en Watts au  $m^2$  de bassin.

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

$$N_O = (1,98 * 10^{-3} * 75) + 1 = 1,15 \text{ kg /kWh}$$

## V.3.2.3) quantité d'oxygène par unité de puissance :

$$N = N_O \left( \frac{\beta \cdot C_s - C_L}{C_s} \right) \cdot \alpha \cdot E^{(T - \theta^\circ)} \text{ (kgO}_2 \text{ / kwh)}$$

Avec :

$C_L$  : concentration en oxygène dissout dans la masse liquide a  $T = 25^\circ\text{C}$ , en (mg/l).

$C_L = (1,5 - 2)$  mg/l, on prend  $C_L = 2$  mg/l.

$C_s$  : concentration de saturation en oxygène à la surface à la condition standard à ( $20^\circ\text{C}$  et 760 mm de mercure), en (mg/l).

$C_s = 9,4$  mg/l pour les aérateurs de surface.

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 0,95.

$\alpha$  : Facteur de correction qui relie le transfert d'oxygène à la surface de l'eau usée.

$\alpha = 0,8$  Pour les eaux de usée.

$E$  : coefficient de température,  $E = 1,02$

# CHAPITRE V : DIMENSIONNEMENT DES DIFFERENTS OUVRAGES DE LA STEP

Donc on aura : 
$$N = 1,15 \left( \frac{0,95 * 9,4 - 2}{9,4} \right) .0,8 (1,02)^{20} = 1.01 \text{ (KgO}_2 \text{ / Kwh)}$$

## V.3.2.4) La puissance de brassage :

Le brassage doit permettre des vitesses de balayage suffisantes pour éviter les dépôts de la boue activée ainsi que pour assurer une bonne homogénéisation.

$$P_{\text{Brassage}} = P_a * S_{\text{bassin d'aération}} = 0.075 \times 1217,8 = 91,34 \text{ (kw)}$$

## V.3.2.5) La puissance minimal à installer :

On a les besoins réels d'oxygénation, et sont égaux à **182.38** (kg O<sub>2</sub>/ h)

$$P_{\text{min}} = \frac{\text{Cos}}{N} = \frac{182.38}{1.01} = 180,52 \text{ (kw)}$$

## V.3.2.6) Nombre des aérateurs :

On a la formule suivante :

$$Ea = \frac{Qh}{P_{\text{brassage}}} \cdot 10^3 = \frac{127.67}{91.34} \cdot 10^3 = 1,39 \times 10^3$$

$$n = \frac{Ea}{P_{\text{brassage}}} = \frac{1.40}{91.34} \times 10^3 = 6 \text{ aérateurs}$$

Avec :

Qh : La capacité de pointe d'oxygénation / heure.

P<sub>brassage</sub> : La puissance de brassage en (kw).

## V.3.3. Le clarificateur:

Le clarificateur a pour but, la séparation de floc biologique de l'eau épurée, Les boues déposées dans le clarificateur sont recerclées 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).

### V.3.3.1) Les fonction assurer par le clarificateur :

- séparer l'eau épurée des boues activées.
- Réaliser le dépôt et l'épaississement des boues activées en vue de leurs recerclassions dans le bassin d'aération.
- Stockage des boues activées dans le cas d'une surcharge en boues.

# CHAPITRE V : DIMENSIONNEMENT DES DIFFERENTS OUVRAGES DE LA STEP

## V.3.3.2) Dimensionnement du clarificateur :

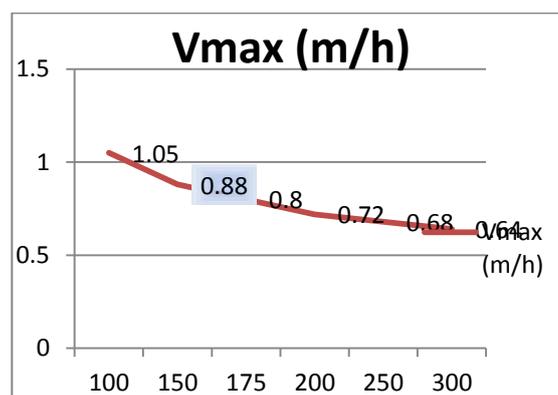
### a) La vitesse ascensionnelle :

On a :  $V_{\text{ascensionnelle}} = 0,75 \times V_{\text{max}}$

Avec :

0.75 : est un coefficient qu'on doit l'appliquer afin d'obtenir un rejet en MES de 30 (mg / l), à la sortie du clarificateur.

Selon MOHLMAN, la vitesse ascensionnelle max  $V_{\text{max}}$  varie avec l'indice de MOHLMAN « IM », de la façon suivante.



**Figure VI.1 : la vitesse ascensionnelle maximale en fonction d'IM**

### b) Indice de MOHLMAN « IM »:

Pour le choix de MI on a intérêt à revenir à la valeur de notre charge massique  $C_m$  qui est égale à 0.08, ainsi que la température moyenne de notre effluent T qui est de 25°

Et toujours d'après MOHLMAN dans ces conditions on adoptera un IM qui est égale à 150.

Donc :

D'après la Figure VI.1 : on a  $V_{\text{max}} = 0,88$

A.N :

Alors on aura :  $V_{\text{ascensionnelle}} = 0,75 \times V_{\text{max}} = 0,75 \times 0,88 = 0,66$  (m/s)

### c) La surface horizontale nécessaire :

# CHAPITRE V : DIMENSIONNEMENT DES DIFFERENTS OUVRAGES DE LA STEP

$$S_{h.nécessaire} = \frac{Q_{pts}}{V_{asc}} = \frac{365}{0.66} = 553,08 \text{ m}^2$$

## d) Le volume total nécessaire :

$$V_{nécessaire} = S_{h.nécessaire} \times H$$

Avec :

H : la hauteur moyenne soit égale à 3,6 (m)

Donc :

A.N :

$$V_{nécessaire} = S_h \times H = 553,08 \times 3,6 = 1990,90 \text{ (m}^3\text{)}$$

## e) Temps de séjour total :

### ▪ Par temps de pluie :

$$T_s = \frac{V_t}{Q_{ptp}} = \frac{7174}{540} = 13,28 \text{ heures.}$$

### ▪ Par temps sec :

$$T_s = \frac{V_t}{Q_{pts}} = \frac{7174}{365} = 11,29 \text{ heures.}$$

## f) La surface unitaire :

$$S_u = \frac{S_{nécessaire}}{2} = \frac{553,08}{2} = 276,54 \text{ (m}^2\text{)}$$

## g) Le diamètre unitaire :

$$\Phi = \sqrt{\frac{4 \cdot S_u}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 276,54}{\pi}} = 18,76 \text{ (m)}$$

## h) Le volume unitaire :

$$V_u = S_u \times H = 276,54 \times 3,6 = 995,54 \text{ (m}^3\text{)}$$

### V.3.3.3) La recirculation des boues :

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

Si la quantité de boues recyclées est insuffisante, le volume des boues stockées dans le décanteur secondaire est trop important, ce qui provoque une carence en oxygène, dans une

## CHAPITRE V : DIMENSIONNEMENT DES DIFFERENTS OUVRAGES DE LA STEP

anaérobie et dans certains cas on assiste au phénomène de dénitrification avec une remontée des boues à la surface, si elle est trop importante donc la clarification sera perturbée.

### a) Bilan des boues :

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

$$\Delta X = X_{\min} + [f \times X_{\text{dur}}] + [a_m \times L_e] - [b \times X_t] - X_{\text{eff}}$$

Avec :

$X_{\min}$  : Boues minérale apporté par l'effluent en (kg/j).

$X_{\text{dur}}$  : Quantité des boues difficilement ou non biodégradables « matières dures », elle représente 30 % de MVS en épuration à faible charge, ou le temps de séjour dans le bassin d'épuration permet une action prolongée de micro-organismes.

$a_m = 0.55$  : Coefficient de rendement cellulaire (kg MVS/ kg DBO<sub>5</sub>).

$X_t$  : Quantité totale de MVS dans le bassin d'aération 14208,34 (kg).

$X_{\text{eff}}$  : Fuite de MES avec l'effluent, dépend des normes de rejet.

$f = 0.08$  : Facteur de la qualité organique non biodégradable.

$L_e$  : Quantité de DBO<sub>5</sub> a éliminé.

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

$$b = \frac{B}{1.44} = \frac{0.09}{1.44} = 0,06$$

Avec :

$B$  : est le coefficient de respiration endogène.

#### ▪ Calcule des différents paramètres :

On a MES = 2134,3 (kg/j)

Alors :

$X_{\min} = 0.38 \times \text{MES} = 0,38 \times 2134,3 = 811,03$  (kg/j)

Et on a MVS = 0,62 × MES = 1323,27 (kg/j)

Alors :

$X_{\text{dur}} = 0.38 \times \text{MVS} = 502,84$  (kg/j)

# CHAPITRE V : DIMENSIONNEMENT DES DIFFERENTS OUVRAGES DE LA STEP

$$a_m \times L_e = 0,55 \times 1775,6 = 976,58 \text{ (kg/j)}$$

$$X_{\text{eff}} = 30 \times 10^{-3} \times Q_{\text{moy j}} = 30 \times 10^{-3} \times 5183,25 = 155,49 \text{ (kg/j)}$$

Le **rendement épuratoire** « taux d'élimination des boues produites par la **DBO<sub>5</sub>** » qu'on peut atteindre dans la station d'épuration de la ville d'Ain Tagourait est de **97,48 %**, ce qui nous permet de concevoir :

$$[a_m \times L_e] - [b \times X_t] = [0,25 \times a_m \times L_e] = 288,47 \text{ (kg)}$$

Donc on aura finalement :

A.N :

$$\Delta X = 811,03 + [0,08 \times 502,84] + [0,55 \times 1775,6] - [0,06 \times 14208,34] - 155,49 = 819,85 \text{ (kg/j)}$$

## b) Le débit spécifique des boues par m<sup>3</sup>/s de bassin :

$$Q_{\text{sp}} = \frac{\Delta X}{V} = \frac{819,85}{6098} = 0,13 \text{ m}^3/\text{s}$$

Avec :

V : le volume total du bassin.

## c) La concentration de matière sèche dans les boues en excès :

$$X_m = \frac{1200}{\text{IM}} = \frac{1200}{150} = 8 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

---

Donc :

L'extraction des boues se fera à raison de 8 kg/m<sup>3</sup>

---

## d) Le débit des boues en excès soutiré par jour :

$$Q_{\text{exés}} = \frac{\Delta X}{X_m} = \frac{819,85}{8} = 102,48 \text{ (m}^3/\text{j)}$$

## e) Age des boues :

Celui-ci est considéré comme l'un des facteurs fondamentaux pour les calculs, le contrôle et le fonctionnement des boues activées, il est égal à la quantité de MVS contenue dans l'aérateur sur la quantité de boues activées produite par jour.

---

On a donc :

$$X_t = X_a \times V_{\text{t bassin d'aération}}$$

---

A.N :

## CHAPITRE V : DIMENSIONNEMENT DES DIFFERENTS OUVRAGES DE LA STEP

$$X_t = 2.33 \times 6098 = 14208,34 \text{ (kg MVS)}$$

$$A_b = \frac{X_t}{\Delta X} = \frac{14208,34}{819,85} = 17,33 \text{ jours} = 17 \text{ jours } 7 \text{ heures et } 55 \text{ min}$$

On remarque que l'âge des boues est supérieur à « 24 h », et ce-ci-conduit à une minéralisation importante des boues par conséquence, ces dernière sont très stables et non fermentescible, elle ne nécessite pas alors une digestion, donc l'âge des boues envisageable pour une bonne stabilisation des boues est donc : 17 jours 7 heures et 55 min.

### f) Le taux de recirculation des boues :

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

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

La loi utiliser pour le calcul du taux de recirculation des boues est comme suit :

$$r = \left( \frac{\left( \frac{V}{Q_m \times A_b} - 1 \right)}{\left( 1 - \frac{X_r}{X_t} \right)} \right)$$

Avec :

$X_t = 5 \text{ (kg/m}^3\text{)}$  : concentration en MES dans le réacteur.

$X_r = X_m = 8 \text{ (kg/m}^3\text{)}$  : concentration en MES dans le clarificateur.

Donc on aura :

$$r = \left( \frac{\left( \frac{6098}{5183,25 \times 17,33} - 1 \right)}{\left( 1 - \frac{8}{5} \right)} \right) = 1,55$$

$$\boxed{100 \% < 155 \% < 200 \%}$$

### g) Le débit de recirculation des boues :

$$Q_r = r \times Q_{\text{moy j}} = 1,55 \times 5183,25 = 8034,04 \text{ (m}^3\text{/j)} = 0,09 \text{ (m}^3\text{/s)}$$

## CHAPITRE V : DIMENSIONNEMENT DES DIFFERENTS OUVRAGES DE LA STEP

LES DIMENSIONS DU CLARIFICATEUR	UNITE	VALEUR
Nombre de bassin	U	2
Vitesse ascensionnel	m/h	0,66
La surface nécessaire	m <sup>2</sup>	553,08
Le volume nécessaire	m <sup>3</sup>	1990,90
Surface unitaire	m <sup>2</sup>	276,54
Volume unitaire	m <sup>3</sup>	995,54
Diamètre unitaire	m	18,76
Hauteur unitaire	m	3,65
Temps de séjour par Q <sub>pts</sub>	heure	11,29
BILAN DES BOUES	UNITE	VALEUR
La quantité des boues en excès : ΔX	Kg/j	819,85
Concentration de matière sèche dans les boues en excès : X <sub>m</sub>	Kg/m <sup>3</sup>	8
Le débit des boues en excès	m <sup>3</sup> /j	102,48
Age de la boue totale : A <sub>b</sub>	Heure	17,33
Le taux de recirculation des boues : r	%	155
Le débit de recirculation des boues : Q <sub>r</sub>	m <sup>3</sup> /s	0,09

Tableau V.12 : Récapitulatif des dimensions d'un clarificateur.

### V.4. La désinfection:

Le bassin de stérilisation est le siège de destruction des germes pathogènes contenus dans l'eau épurée. Elle se fera par injection de l'hypochlorite de sodium (NaOCl) dilué dans l'eau traitée avec des proportions qui sera déterminées suivant l'analyse de ces eaux et selon son utilisation finale.

Pour le dimensionnement on doit être au courant des paramètres de désinfection à l'horizon 2050.

PARAMETRE	UNITE	VALEUR
Nombre de bassin	U	02
Q <sub>pts</sub>	m <sup>3</sup> /h	365
L'oxydant	NaOCl	
Temps de contact	Min	38
Concentration de chlore actif	g/l	138
Degré chlorométrique de la solution utilisée	° chlorométrique	12°
Dose de chlore actif	mg/l	5

Tableau V.13 : paramètre de désinfection à l'horizon 2050.

# CHAPITRE V : DIMENSIONNEMENT DES DIFFERENTS OUVRAGES DE LA STEP

## V.4.1 L'apport du l'hypochlorite de sodium :

### a) Apport horaire au $Q_{pts} = 365$ ( $m^3/h$ ) :

$$A_{pport-H} = Q_{pts} \times 5 \times 10^{-3} = 365 \times 5 \times 10^{-3} = 1,82 \text{ (kg hypo sodium/ heure)}$$

Ce qui veut dire qu'on a besoin de 4,65 kg d'hypochlorite de sodium par heure pour désinfecter la quantité d'eau a épuré.

### b) Apport journalier au $Q_{pts} = 365$ ( $m^3/h$ ) :

$$A_{pport-j} = Q_{pts} \times 24 \times 5 \times 10^{-3} = 365 \times 24 \times 5 \times 10^{-3} = 43,8 \text{ (kg hypo sodium/jour)}$$

### c) Apport journalier au $Q_{mj} = 5183.25$ ( $m^3/h$ )

$$A_{pport-j} = Q_{mj} \times 5 \times 10^{-3} = 5183,25 \times 5 \times 10^{-3} = 25,91 \text{ (kg hypo sodium/jour)}$$

### d) Quantité d'eau de javel nécessaire par jour :

On exprime la dose du chlore en quantité d'hypochlorite de sodium à 12° par ailleurs, on sait que 1° chlorométrique égal à 3,17 de  $Cl_2/m^3$ .

Donc on aura :

Pour une solution à 12° chlorométrique

$$12 \times 3,17 = 38,04 \text{ g } Cl_2/l$$

- La quantité d'eau de javel au  $Q_{mj}$  :

$$Q_{mj} = \frac{A_{pj}}{38.04} = \frac{25.91}{38.04} = 0,68 \text{ (m}^3/j\text{)}$$

- La quantité d'eau de javel au  $Q_{ptp}$  :

$$Q_{mj} = \frac{A_{pj}}{38.04} = \frac{43.8}{38.04} = 1,15 \text{ (m}^3/j\text{)}$$

## V.4.2 Dimensionnement du bassin de désinfection :

### a) Le volume nécessaire :

On pause une valeur de temps de concentration égale a  $T_c = 38$  min.

Donc on peut calculer le volume avec la formule suivante :

$$V = T_c \times Q_{pts} =$$

Et comme on a  $T_c$  est en min

$$\text{On aura : } V = \frac{T_c \times Q_{pts}}{60} = 231,16 \text{ (m}^3\text{)}$$

# CHAPITRE V : DIMENSIONNEMENT DES DIFFERENTS OUVRAGES DE LA STEP

## b) Le volume unitaire $V_u$ :

Le faite qu'on a 2 bassins de désinfection, donc :

$$V_u = \frac{V}{2} = 115,53 \text{ (m}^3\text{)}$$

On pose une hauteur de 4 m

$$\text{Et on pose } L = \frac{2}{3} b$$

## c) La surface unitaire $S_u$ :

$$S_u = \frac{V_u}{H} = \frac{115,3}{4} = 28,89 \text{ (m}^2\text{)}$$

## d) La largeur $b$ :

$$b = \frac{S}{L}$$

Et comme on a posé que  $L = \frac{3}{2} b$ , donc on aura :

$$b = \sqrt{\frac{2 \cdot S}{3}} = 4,38 \text{ (m)}$$

## e) La longueur $L$ :

$$L = \frac{3}{2} b = L = \frac{3}{2} \times 4,38 = 6,58 \text{ (m)}$$

PARAMETRE DE DESINFECTION	UNITE	VALEUR
$A_{pp}$ horaire de l'hypo de sodium	Kg hypo sodium/heure	1,82
$A_{pp}$ journalier de l'hypo de sodium au $Q_{pts}$	Kg hypo sodium/jour	43,8
$A_{pp}$ journalier de l'hypo de sodium au $Q_{mj}$	Kg hypo sodium/jour	25,91
Quantité d'eau de javel nécessaire par jour	g $Cl_2/l$	38,04
Quantité d'eau de javel au $Q_{mj}$	$m^3/j$	0,68
Quantité d'eau de javel au $Q_{pts}$	$m^3/j$	1,15
DIMENSIONNEMENT DE BASSIN DE DESINFECTION	UNITE	VALEUR
Volume total $V_t$	$m^3$	231,16
Le temps de séjour $T_c$	Min	38
Le volume unitaire $V_u$	$m^3$	115,53
la surface unitaire	$m^2$	28.59
La hauteur	M	4
La largeur	M	4,38
La longueur	M	6,58

Tableau V.14 : Récapitulatif de dimensionnement de bassin de désinfection

# CHAPITRE V : DIMENSIONNEMENT DES DIFFERENTS OUVRAGES DE LA STEP

## V.5. Traitement des boues :

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

### V.5.1 L'épaississeur :

L'ouvrage sera dimensionner pour le débit de point par temps Pluit  $Q_{pts}$ , et cela pour l'horizon de 2050.

#### a) La surface totale de l'épaississeur :

$$S_t = \frac{\Delta X}{C_s}$$

Avec :

$\Delta X$  : la quantité des boues produite par jour.

$C_s$  : la charge spécifique, a une valeur comprise entre 24 et 30 (kg MS/m<sup>2</sup> j).

Pour ne pas avoir des sous dimensionnement on va prendre une valeur de  $C_s$  égale a :

$$C_s = 24 \text{ (kg MS/m}^2 \text{ j)}$$

Donc on aura :

$$S_t = \frac{819,85}{24} = 34,16 \text{ (m}^2\text{)}$$

#### b) Le volume total de l'épaississeur :

On fixe une valeur de la hauteur :

N'admettant que  $H = 4$  (m)

Donc :

$$V_t = S_t \times H = 34,16 \times 4 = 136,64 \text{ (m}^3\text{)}$$

#### c) Débit des boues épaissis :

$$Q_{b-e} = \frac{V_t}{T_s} =$$

On fixe un temps de séjour au niveau de l'épaississeur à 3 jours, alors on aura :

$$Q_{b-e} = \frac{136,64}{3} = 45,54 \text{ (m}^3\text{/j)}$$

#### d) calcul de diamètre de l'épaississeur :

Comme on a un seule ouvrage, donc  $S_u = S_t$

Ce qui nous donne par la suite :

$$\phi = \sqrt{\frac{4 \cdot S_u}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 45,54}{\pi}} = 7,61 \text{ (m)}$$

# CHAPITRE V : DIMENSIONNEMENT DES DIFFERENTS OUVRAGES DE LA STEP

## e) la masse des boues journalière épaisiss:

$$M_{\text{boues journalières}} = Q_{\text{boues journalière}} \times Cs = 45,54 \times 24 = 1092,96 \text{ (kg MS/j)}$$

## f) la masse des boues annuelle épaisiss :

$$M_{\text{boues annuelle}} = M_{\text{boues journalières}} \times 365 = 1092,96 \times 365 = 0,40 \text{ (tonne)}$$

PARAMETRE	UNITE	VALEUR
Surface total $S_t$	$m^2$	34,16
Volume total $V_t$	$m^3$	136,64
Débit des boues épaisiss	$m^3/j$	45,54
Diamètre	m	7,61
Masse des boues journalière	Kg	1092,96
Masse des boues annuelle	Ton	0,40

Tableau VI.15 : Les différentes dimensions de l'épaississeur.

## V.5.2 La déshydratation par filtre a bonde :

Le poste de déshydratation mécanique est équipé de deux filtre a bondes en parallèle et complètement indépendant car chaque filtre est équiper de sa propre pompe d'alimentation en boue et sa pompe a polymère.

### a) Les différentes dimensions de filtre à bonde :

Pour choisir le bon filtre à bonde, on doit être au courant de la quantité et de la qualité des boues qui va être déshydraté.

Les principaux paramètres qu'on est sensé a les savoir sont les suivant :

- Volume des boues déshydraté admis **28,80 ( $m^3/j$ )**.
- Quantité des boues a déshydraté **2369,40 (kg/j)**.
- Poids de boue a déshydraté (humide) **9354 (kg)**.
- Siccité des boues déshydraté **25**.

D'après ces résultat on a tombé sur le choit suivant :

- Nombre des filtres a bonde : 2 unités
- Longueur de filtre a bonde : 3,40 (m)
- Largeur de filtre a bonde : 1,70 (m)
- La hauteur de filtre a bonde : 1,80 (m)



## **CHAPITRE VI**

# CHAPITRE VI : CALCULE HYDRAULIQUE

## CHAPITRE VI : CALCULE HYDRAULIQUE

### VI.1 Introduction :

Ces calculs auront pour but le dimensionnement des différentes conduites, conduite de BY-PASS, conduite de fuite, conduite de refoulement, conduites reliant les ouvrages ainsi que le déversoir d'orage, ensuite déterminé le **profile hydraulique** ainsi que les cotes de radier des différents ouvrages pour assurer le bon fonctionnement de la station de point de vue hydraulique.

### VI.2 Emplacement des ouvrages dans le site de la station :

L'arrivé 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 l'oued d'Ain Tagourait.
- 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.

### VI.3 Déversoir d'orage :

Un **déversoir** est un dispositif dont la fonction essentielle est d'évacuer les pointes exceptionnelles des débits d'orage vers le milieu récepteur.

C'est donc un ouvrage destiné à décharger le réseau d'assainissement d'une certaine quantité d'eaux pluviales, de manière à réagir sur l'économie d'un projet en réduisant les dimensions du réseau aval.

Ce principe étant posé les déversoirs d'orage jouer un rôle principal essentiel, notamment dans le concept des réseaux en système unitaire.

L'étude d'un **déversoir d'orage** en unitaire ou d'une décharge d'eaux pluviales doit, en conséquence, être menée sur deux plans :

- d'abord sur le plan qualitatif, en recherchant la valeur de dilution de l'effluent que le milieu récepteur est susceptible d'accepter sans conséquences graves pour son équilibre ; le degré de dilution sera donc établi en fonction du pouvoir auto-épurgateur du milieu récepteur ;
- ensuite sur le plan quantitatif, en recherchant les valeurs de débits compatibles avec l'économie générale du projet.

#### VI.3.1 Type des déversoirs d'orage

On distingue différents types des **déversoirs d'orage** selon la pente, l'écoulement, la position de la STEP (station d'épuration).

- a. **Déversoirs d'orage** à seuil frontal.
- b. **Déversoirs d'orage** à seuil latéral.
- c. **Déversoirs d'orage** avec ouverture du radier.
- d. **Déversoir d'orage** à double seuil latéral.

# CHAPITRE VI : CALCULE HYDRAULIQUE

## a) Déversoir d'orage à seuil frontal :

Le déversement s'effectue en face du collecteur d'amenée ou dans un changement de direction.

Dans cette disposition, le seuil ne doit pas être élevé pour ne pas trop réduire la section d'écoulement.

L'implantation de ce type de **déversoir d'orage** est tout indiquée sur une branche de réseau adjacente à un collecteur de berge, à condition de n'être pas perturbée, par les mises en charge imposées à l'aval.



Figure VI.1 Déversoir d'orage à seuil frontal (coupe en plan).

## b) Déversoir d'orage à seuil latéral :

Le **déversoir d'orage** classique à seuil latéral biais ou uni latéral à seuil haut ou bas peut être équipé de dispositifs de vannage. Il présente l'intérêt majeur de permettre la conception d'un seuil long sans occuper beaucoup de place.

A l'aval de la chambre de déversement, le contrôle du débit conservé en système unitaire peut être réalisé par le choix d'un orifice calibré, situé à l'entrée du collecteur unitaire aval ou collecteur d'acheminement des eaux polluées vers la station d'épuration :

- s'il s'agit d'un seuil latéral bas (le rapport entre le diamètre du collecteur d'entrée et la hauteur du seuil étant important), il n'est pas possible de mettre en place un orifice calibré réglable ;
- au contraire, s'il s'agit d'un seuil latéral haut (le rapport entre la hauteur du seuil et le diamètre du collecteur de sortie étant supérieur ou égal à 2), il est obligatoire de mettre en place une vanne réglable pour ajuster le calibrage du débit conservé.

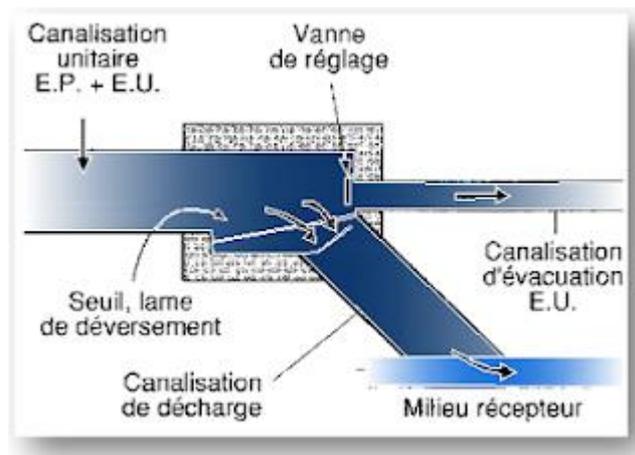


Figure VI.2 : Déversoir d'orage classique à seuil latéral biais

# CHAPITRE VI : CALCULE HYDRAULIQUE

## c) Déversoir d'orage à double seuil latéral :

Dans ce type de **déversoir d'orage**, la cunette transitant le débit de temps sec et de « petite pluie » est suspendue dans la longueur de la chambre.

Il s'agit de cas bien particuliers, au niveau d'une chute dans le collecteur ou liés à de très fortes pentes.

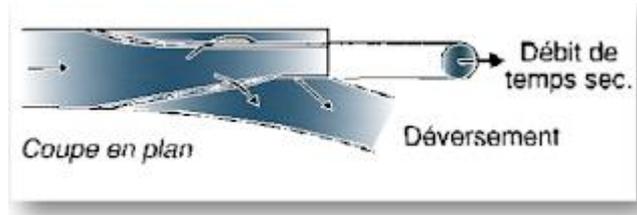


Figure VI .3 : Déversoir d'orage à double seuil latéral

## d) Déversoir d'orage avec ouverture du radier :

Dans ce type de **déversoir d'orage**, le débit de temps sec et de « petite pluie » passe par l'orifice dans le fond ou sur le côté du radier.

Le débit de fuite de temps sec ou de petite pluie se calcule selon la loi des orifices.

Il s'agit d'un type d'ouvrage à déconseiller fortement, qui a tendance à se boucher en permanence, donc à déverser souvent par temps sec.

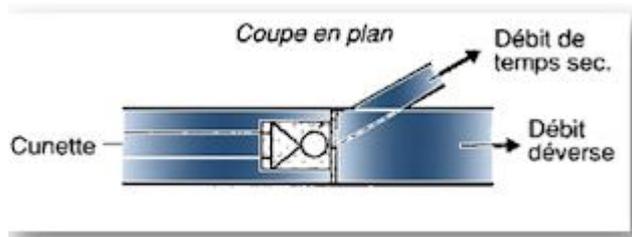


Figure VI .4 : Déversoir d'orage avec ouverture du radier

### VI.3.2 Dimensionnement déversoir d'orage :

La partie déversant est acheminée vers l'oued d'Ain Tagourait, dans notre cas on optera pour un déversoir à seuil latéral.

Le débit de pointe par temps sec :  $Q_{pts} = 365\text{m}^3/\text{h} = 0,10\text{ m}^3/\text{s}$

**Le débit pluvial a été estimé par la D R E de Tipaza à  $Q_{pl} = 1,38\text{ m}^3/\text{s}$**

Donc le collecteur principal véhiculera un débit de :

$$Q_v = Q_{pts} + Q_{pl} = 0,10 + 1,38 = 1,48\text{ m}^3/\text{s}$$

## CHAPITRE VI : CALCULE HYDRAULIQUE

### VI.3.2.1 A l'amont du déversoir :

On calcule le diamètre du collecteur qui véhiculera le débit d'eau total en 2050 :

$$Q_v = 1,48 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$I = 0,5\%$$

Et d'après l'abaque d'annexe (VII)

$$D_e = 1000 \text{ mm (diamètre à l'entrée du déversoir)}$$

$$Q_{ps} = 1.98 \text{ m}^3/\text{s (débit a pleine section)}$$

$$V_{ps} = 2.53 \text{ m/s (vitesse a pleine section)}$$

Et d'après l'abaque d'annexe (I)

$$r_Q = Q_v/Q_{ps} = 1,48 \div 1,98 = 0,74 \text{ (rapport des débits)}$$

$$r_H = H_e/D_e = 0,650 \Rightarrow H_e = 0,650 \times 1000 = 650 \text{ mm} = 0,650 \text{ m (hauteur de remplissage)}$$

$$r_V = V/V_{ps} = 1,10 \text{ (rapport des vitesses)} \Rightarrow V = 1,10 \times 2,53 = 2,78 \text{ m/s}$$

### VI.3.2.2 A l'aval du déversoir :

$$Q_{pts} = 0,10 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$I = 0,5\%$$

Et d'après l'abaque d'annexe (VII)

$$D_s = 400 \text{ mm}$$

$$Q_{ps} = 0,18 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_{ps} = 1,50 \text{ m/s}$$

Et d'après l'abaque d'annexe (I)

$$r_Q = Q_v/Q_{ps} = 0,10 \div 0,18 = 0,55 \text{ (rapport des débits)}$$

$$r_H = 0,520 \Rightarrow H_e = 0,520 \times 400 = 208 \text{ mm} = 0,208 \text{ m (hauteur de remplissage)} ;$$

$$r_V = 1,002 \text{ (rapport des vitesses)} \Rightarrow V = 1,002 \times 1,5 = 1,503 \text{ m/s}$$

## CHAPITRE VI : CALCULE HYDRAULIQUE

### VI.3.2.3 Dimensionnement de la conduite de fuite :

C'est une conduite qui sert à évacuer l'eau de pluie rejetée par le déversoir d'orage vers l'oued ainsi pour avoir un bon écoulement, cette conduite doit être en béton.

On n'impose que la pente  $I = 1,2\%$

$$Q_{plu} = 1,38 \text{ m}^3/\text{s}$$

Et d'après l'abaque d'annexe (VII)

$$D_d = 800 \text{ mm}$$

$$Q_{ps} = 1,70 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_{ps} = 3,4 \text{ m/s}$$

Et d'après l'abaque d'annexe (I)

$$r_Q = Q_{plu}/Q_{ps} = 1,38 \div 1,70 = 0,81 \text{ (rapport des débits)}$$

$$r_H = 0,68 \Rightarrow H_e = 0,68 \times 800 = 544 \text{ mm} = 0,544 \text{ m (hauteur de remplissage) ;}$$

$$r_V = 1,11 \text{ (rapport des vitesses) } \Rightarrow V = 1,11 \times 3,4 = 3,774 \text{ m/s}$$

### VII .3.2.4 Dimensionnement de la conduite By-pass :

Cette conduite est appelée à véhiculer un débit de  $Q_{ptp} = 0,15 \text{ m}^3/\text{s}$  sous une pente de 2% et elle devra intervenir lors d'un danger sur la station, et l'eau et dirige vers le milieu récepteur. Comme on doit avoir une grille de même dimension que le dégrilleur

$$Q_{pts} = 0,10 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$I = 2\%$$

Et d'après l'abaque d'annexe (VII)

$$D_s = 300 \text{ mm}$$

$$Q_{ps} = 0,19 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_{ps} = 2,71 \text{ m/s}$$

Et d'après l'abaque d'annexe (I)

$$r_Q = Q_v/Q_{ps} = 0,10/0,19 = 0,52 \text{ (rapport des débits)}$$

$$r_H = 0,510 \Rightarrow H_e = 0,510 \times 300 = 135 \text{ mm} = 0,135 \text{ m (hauteur de remplissage) ;}$$

$$r_V = 1 \text{ (rapport des vitesses) } \Rightarrow V = 1 \times 2,71 = 2,71 \text{ m/s}$$

# CHAPITRE VI : CALCULE HYDRAULIQUE

## VI.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).

### VI.4.1 Dimensionnements des conduites reliant les ouvrages ainsi que le calcul des pertes de charges :

Pour calculer les pertes de charge dans les conduites on utilisera la formule de Darcy définie par :

$$\Delta H_L = \lambda \frac{LV^2}{2gD} \qquad \Delta H_S = \sum K \frac{V^2}{2g} \qquad \Delta H_T = \Delta H_L + \Delta H_S$$

$\Delta H_L$  : Perte de charge linéaire en (m).  $\lambda$  : Coefficient de perte de charge linéaire.

$\Delta H_S$  : Perte de charge singulière en (m).  $K$  : Coefficient de singularité.

$\Delta H_T$  : Perte de charge totale en (m).

Pour cela on doit connaître les paramètres suivants :

- Les longueurs des conduites (qui peuvent être déduites du schéma d'implantation donc peuvent être calculées).

- Les diamètres des conduites.
- Le débit qui est connu.
- La nature du matériau : on utilisera le béton.
- Ainsi que les singularités des conduites de liaison.

Toutes les canalisations seront dimensionnées de façon qu'en leur impose une pente de 1% pour permettre un bon écoulement de l'eau et assurer l'auto curage avec une vitesse minimale de 0,6 m/s et éviter l'abrasion pour les vitesses supérieures à 5 m/s.

OUVRAGES	L REELLE (M)
Dégrilleur grossier - Poste de relevage	4
Poste de relevage - Dégrilleur fin	8
Dégrilleur fin - Dessableur-déshuileur	5
Dessableur-déshuileur - Bassin d'aération	12
Bassin d'aération - Décanteur	25
Décanteur - Bassin de désinfection	75
bassin de désinfection – Canal venturi	10

Tableau VI.1 : Longueurs des conduites entre les ouvrages de la STEP.

# CHAPITRE VI : CALCULE HYDRAULIQUE

➤ **Conduite Dégrilleur grossier – poste de relevage :**

$Q_{pts} = 0,10 \text{ m}^3/\text{s}$  et d'après l'abaque d'annexe (VII) on aura : **D = 300 mm**

$$L = 4 \text{ m} \quad \lambda = (1,14 - 0,86 \ln \frac{\varepsilon}{D})^{-2}$$

Puisque on' a une rugosité de 1 mm donc :

$$\lambda = 0,027$$

$$\Delta H_L = \lambda \frac{LV^2}{2gD} = \frac{8\lambda L Q_{pts}^2}{\Pi^2 g \cdot D^5}$$

$$\Delta H_L = 8 \times 0,027 \times \frac{4 \times 0,01}{9,85 \times 9,81 \times 0,00243} = 0,036 \text{ m}$$

$$\Delta H_S = \sum K \frac{V^2}{2g}$$

$$\Delta H_S = 1,8 \times \frac{0,01}{9,85 \times 9,81 \times 0,0081} = 0,023$$

$$\Delta H_T = \Delta H_L + \Delta H_S = 0,036 + 0,023 = 0,059 \text{ m}$$

Singularité	Nombre de singularité	K
Entrée	1	1
Sortie	0	0,5
Coude	1	0,8

➤ **Conduite poste de relevage – Dégrilleur fin :**

Le calcul du diamètre de la conduite de refoulement vers l'ouvrage d'entrée (le dégrilleur), il sera calculé par les formules de Bonin et Bresse dans la partie d'étude de poste de relevage.

➤ **Conduite Dégrilleur fin - dessableur :**

$Q_{pts} = 0,10 \text{ m}^3/\text{s}$  et d'après l'abaque d'annexe (VII) on aura : **D = 300 mm**

$$L = 5 \text{ m} \quad \lambda = (1,14 - 0,86 \ln \frac{\varepsilon}{D})^{-2}$$

Puisque on' a une rugosité de 1 mm donc :

$$\lambda = 0,027$$

$$\Delta H_L = \lambda \frac{LV^2}{2gD} = \frac{8\lambda L Q_{pts}^2}{\Pi^2 g \cdot D^5}$$

$$\Delta H_L = 8 \times 0,0252 \times \frac{5 \times 0,01}{9,85 \times 9,81 \times 0,00243} = 0,042 \text{ m}$$

## CHAPITRE VI : CALCULE HYDRAULIQUE

$$\Delta H_S = \sum K \frac{V^2}{2g}$$

$$\Delta H_S = 2.3 \times \frac{0.01}{9.85 \times 9.81 \times 0.0081} = 0,029 \text{ m}$$

$$\Delta H_T = \Delta H_L + \Delta H_S = 0,042 + 0,029 = 0,071 \text{ m}$$

$$\Delta H_T = 0,071 \text{ m}$$

➤ **Conduite dessableur – bassin d'aération :**

Q<sub>pts</sub> = 0,10 m<sup>3</sup>/s et d'après l'abaque d'annexe (VII) on aura : **D = 300 mm**

$$L = 12 \text{ m} \quad \lambda = (1,14 - 0,86 \ln \frac{\varepsilon}{D})^{-2}$$

Puisque on' a une rugosité de 1 mm donc :

$$\lambda = 0,027$$

$$\Delta H_L = \lambda \frac{LV^2}{2gD} = \frac{8\lambda L Q_{pts}^2}{\Pi^2 g \cdot D^5}$$

$$\Delta H_L = 8 \times 0,027 \times \frac{12 \times 0,01}{9.85 \times 9.81 \times 0.00243} = 0,11 \text{ m}$$

$$\Delta H_S = \sum K \frac{V^2}{2g}$$

$$\Delta H_S = 2.3 \times \frac{0.01}{9.85 \times 9.81 \times 0.0081} = 0,029 \text{ m}$$

$$\Delta H_T = \Delta H_L + \Delta H_S = 0,11 + 0,029 = 0,13 \text{ m}$$

$$\Delta H_T = 0,13 \text{ m}$$

➤ **Conduite bassin d'aération – décanteur (clarificateur) :**

Q = Q<sub>pts</sub> / 2 = 0,05 m<sup>3</sup>/s et d'après l'abaque d'annexe (VII) on aura : **D = 200 mm**

$$L = 25 \text{ m} \quad \lambda = (1,14 - 0,86 \ln \frac{\varepsilon}{D})^{-2}$$

Puisque on' a une rugosité de 1 mm donc :

$$\lambda = 0,03$$

Singularité	Nombre de singularité	K
Entrée	1	1
Sortie	1	0,5
Coude	1	0,8

Singularité	Nombre de singularité	K
Entrée	1	1
Sortie	1	0,5
Coude	1	0,8

# CHAPITRE VI : CALCULE HYDRAULIQUE

$$\Delta H_L = \lambda \frac{LV^2}{2gD} = \frac{8\lambda LQ^2}{\Pi^2 g \cdot D^5}$$

$$\Delta H_L = 8 \times 0.030 \times \frac{25 \times 0.025}{9.85 \times 9.81 \times 0.00032} = 0,48 \text{ m}$$

$$\Delta H_S = \sum K \frac{V^2}{2g}$$

$$\Delta H_S = 1.5 \times \frac{0.025}{9.85 \times 9.81 \times 0.0016} = 0,24 \text{ m}$$

$$\Delta H_T = \Delta H_L + \Delta H_S = 0,48 + 0,24 = 0,72 \text{ m}$$

$$\Delta H_T = 0,72 \text{ m}$$

➤ **Conduite décanteur (clarificateur) – bassin de désinfection :**

$Q = Q_{pts} = 0,10 \text{ m}^3/\text{s}$  et d'après l'abaque d'annexe (VII) on aura : **D = 300 mm**

$$L = 75 \text{ m} \quad \lambda = (1,14 - 0,86 \ln \frac{\varepsilon}{D})^2$$

Puisque le béton à une rugosité de 1 mm donc :

$$\lambda = 0,027$$

$$\Delta H_L = \lambda \frac{LV^2}{2gD} = \frac{8\lambda LQ^2}{\Pi^2 g \cdot D^5}$$

$$\Delta H_L = 8 \times 0.027 \times \frac{75 \times 0.01}{9.85 \times 9.81 \times 0.00243} = 0,68 \text{ m}$$

$$\Delta H_S = \sum K \frac{V^2}{2g}$$

$$\Delta H_S = 2.3 \times \frac{0.01}{9.85 \times 9.81 \times 0.0081} = 0,02 \text{ m}$$

$$\Delta H_T = \Delta H_L + \Delta H_S = 0.68 + 0.02 = 0,159 \text{ m}$$

$$\Delta H_T = 0,70 \text{ m}$$

➤ **Conduite bassin de désinfection – Canal venturi :**

$Q_{pts} = 0,10 \text{ m}^3/\text{s}$  et d'après l'abaque de Bazin (01) on aura : **D = 300 mm**

$$L = 10 \text{ m} \quad \lambda = 0,02$$

$$\Delta H_L = 8 \times 0.027 \times \frac{10 \times 0.01}{9.85 \times 9.81 \times 0.00243} = 0.091 \text{ m} \quad \Delta H_T = 1.15 \times \Delta H_L = 0.13$$

$$\Delta H = 0,13 \text{ m}$$

Singularité	Nombre de singularité	K
Entrée	1	1
Sortie	1	0,5
Coude	0	0,8

Singularité	Nombre de singularité	K
Entrée	1	1
Sortie	1	0,5
Coude	1	0,8

# CHAPITRE VI : CALCULE HYDRAULIQUE

## VI.5 Station de relevage :

La station de relevage est destinée au pompage des eaux usées domestiques qui ne sont pas agressives neutre ou faiblement alcaline pour palier à la faible pente et fournir aux eaux une énergie pour la bonne circulation dans les différents équipements de la station d'épuration.

La station de relevage est combinée avec un réservoir d'amortissement et sera équipée de pompe à commande électrique.

À l'amont de la station de relevage il est nécessaire de placer un Dégrilleur grossier pour protéger les pompes contre l'arrivée de gros objets susceptible de provoquer des bouchages dans les pompes installées.

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.

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.

La mise en marche et l'arrêt de la ou des pompe(s) s'effectuent par l'intermédiaire d'une horloge et de régulateurs de niveau à mercure. Cette horloge sera programmée pour vider la bache aux heures prescrites. Une option marche forcée imposera le démarrage des pompes en cas d'arrivée supplémentaire et de dépassement du Niveau Haut prévu.

### VI .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 :

$$V = t \cdot Q_{pts} / 4 \cdot n$$

$Q_{ptp}$  : Le débit de pointe par temps Pluit ( $m^3/s$ ).

$t$  : L'intervalle entre deux démarrages successifs de la pompe qui varie (10-20) mn.

$n$  : Nombre de pompe.

$$V = \frac{(20 \times 0.10 \times 60)}{(4 \times 3)} = 10 \text{ m}^3$$

$$V = 10 \text{ m}^3$$

# CHAPITRE VI : CALCULE HYDRAULIQUE

## VI .5.2 Calcul du diamètre de la conduite de refoulement:

Pour le calcul du diamètre de la conduite de refoulement vers l'ouvrage d'entrée (le Dégrilleur), il est nécessaire de travailler avec la méthode de Bedjaoui qui utilise les formules de Bonin et Bresse, qui nous permettons d'avoir une série de calcul afin de choisie le diamètre le plus économique.

Comme on' a trois (03) pompe le débit d'aspiration de chaque pompe  $Q_{asp} = Q_{pts}/3$

$$Q_{asp} = 0,033 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$D_{eco- min} = \sqrt{Q_{asp}} = 0,182\text{m} = 182\text{mm} \dots\dots\dots \text{Formule de Bonin}$$

$$D_{eco- max} = 1,5\sqrt{Q_{asp}} = 0,272\text{m} = 272\text{mm} \dots\dots\dots \text{Formule de Bress}$$

$$200\text{mm} < D_{eco} < 300\text{mm}$$

Donc on' a la série de calcul suivant : 200mm – 250(mm) – 300(mm)

## VI .5.3 Calcul de la hauteur manométrique Hmnt :

On' a supposé que la hauteur géométrique c'est longueur des conduites reliant, donc :  $H_g = 8 \text{ m}$  et  $\Delta H_T \text{ aspiration} = 0$  (les pompes sont immergée).

Les formules utilisées pour le calcul de la hauteur manométrique :

$$V = 4.Q/\pi.D^2 \quad \lambda = (1,14 - 0,86 \ln \frac{\epsilon}{D})^2 \quad \Delta H_L = \lambda \frac{LV^2}{2gD} \quad \Delta H_S = \sum K \frac{V^2}{2g}$$

$$\Delta H_T = \Delta H_L + \Delta H_S \quad Hmnt = H_g + \Delta H_T \text{ refoulement}$$

Avec :

V : la vitesse dans la conduite en (m/s)

On' a : deux(02) coudes avec un coefficient de singularité  $K = 0,17$

D (MM)	Q (M <sup>3</sup> /S)	V (M/S)	$\lambda$	$\Delta H_L$ (M) REFOULEMENT	$\Delta H_S$ (M) REFOULEMENT	$\Delta H_T$ (M) REFOULEMENT	HMNT (M)
200	0,033	1,05	0,030	0,067	0,020	0,087	8,087
250	0,033	0,67	0,028	0,020	0,007	0,027	8,027
300	0,033	0,46	0,027	0,007	0,0036	0,011	8,011

Tableau VI.3 : détermination de la hauteur manométrique

# CHAPITRE VI : CALCULE HYDRAULIQUE

## VI.5.3 Calcul e frais d'exploitation :

- **Premièrement en calcule la puissance de la pompe :**

$$P = \frac{g \cdot Q \cdot H_{mm}}{\eta}$$

p : puissance réelle de fonctionnement en (kw)

$\eta$  : rendement de pompage  $\approx 70\%$ .

Q : débit refoulé en (m<sup>3</sup>/s)

Hmm : hauteur manométrique en (m)

- **Ensuite en calcule l'énergie consommée par la pompe par année :**

$$E = 365 \cdot P \cdot t_p$$

E : l'énergie consommé par la pompe par année en (kw/h)

p : puissance réelle de fonctionnement en (kw)

t<sub>p</sub> : temps de pompage moyen d'une seul pompe en (h/j)    t<sub>p</sub> = 3,39 h/j

- **Enfin en détermine le frais d'exploitation :**

Le Frais d'exploitation = E . e

E : l'énergie consommé par une seule pompe par année en (kwh)

e : Tarif d'énergie = 3,25 DA/kwh (fixé par sonalgaz)

D (MM)	P (KW)	E (KWH)	FRAIS D'EXPLOITATION (DA)
300	14,43	17854,96	58028,62
350	14,27	17656,98	57385,18
400	14,20	17570,35	57103,70

**Tableau VI.4 : le frais d'exploitation.**

## VI.5.4 Calcul de frais d'amortissement :

- **Calcule de l'annuité :**

$$A = \frac{(1+i)^t i}{(1+i)^t - 1} = \frac{(1+0,08)^{30} \cdot 0,08}{(1+0,08)^{30} - 1} = 0,088$$

A : coefficient d'annuité d'amortissement.

i : taux d'actualisation de la conduite en (%).

t : durée d'amortissement de la conduite en (année) avec t = 30 ans

## CHAPITRE VI : CALCULE HYDRAULIQUE

### ➤ Calcul de prix total des conduites :

On a les prix totaux des conduites de refoulement en (DA /m).

Prix total = Prix unitaire. (La longueur)

D (MM)	LONGUEUR (M)	PRIX UNITAIRE (DA/M)	PRIX TOTAL (DA/M)
300	08	4395	35160
350	08	5635	45080
400	08	6500	52000

**Tableau VI.5 : Prix totale des différents diamètres.**

### ➤ En détermine le frais d'amortissement :

Le frais d'amortissement = A . le prix total de conduite

D (MM)	PRIX TOTAL (DA/M)	A (ANNUITE)	FRAIS D'AMORTISSEMENT (DA)
300	35160	0,088	3123
350	45080	0,088	4003
400	52000	0,088	4618

**Tableau VI.6 : le frais d'amortissement.**

## **CHAPITRE VII**

# CHAPITRE VII : EVALUATION LA CONSOMMATION ELECTRIQUES ET LE COUT DE FONCTIONNEMENT

## CHAPITRE VII : EVALUATION LA CONSOMMATION ELECTRIQUES ET LE COUT DE FONCTIONNEMENT

### VII.1 Introduction :

Compte tenu des exigences électriques que suscite la gestion d'une station d'épuration à boues activées et de la nécessité de les rationaliser, notre étude consiste à évaluer la consommation électrique de la STEP, et à partir de ce constat nous pourrions envisager des solutions pour couvrir une partie des besoins énergétique de la STEP, et réduire son coût de fonctionnement.

### VII.2 Méthodologie de travail :

Les démarches utilisées pour évaluer la consommation électrique et de son coût au niveau de la station d'épuration sont les suivantes :

- Identification des différents équipements consommateurs d'électricité au niveau de la STEP ;
- Classification des éléments en trois grandes catégories : Chaîne d'épuration, Bâtiment et Eclairage extérieur ;
- Relevé des puissances électriques de chaque équipement ;
- Saisie des relevés des compteurs horaires journaliers de chaque équipement.
- Exploitation des données pour le calcul des consommations et des coûts.

### VII.3 Méthode de calcul :

Les formules mathématiques utilisées pour calculer la consommation électrique et son coût sont les suivantes :

#### ❖ Consommation électrique :

La consommation électrique journalière d'un équipement pour un poste horaire (pleine/pointe/creuse) (CEJ) est calculée à partir de la puissance de l'équipement (P), du nombre d'équipement (N) et de la durée de fonctionnement journalière de celui-ci en heures (pleine/pointe/creuse) (D).

On obtient la formule mathématique suivante :  $CEJ = P \times N \times D$

La consommation électrique journalière totale d'un équipement (CEJT) est la somme des consommations électriques journalières de chaque poste horaire (pleine/pointe/creuse).

On obtient la formule mathématique suivante :  $CEJ = CEJ_{ple} + CEJ_{pte} + CEJ_{cse}$

La consommation électrique mensuelle d'un équipement (CEM) est calculée à partir de la consommation électrique journalière (CEJ), de la fréquence de fonctionnement (Fr) et du nombre de jours par mois en moyenne (Nbr jr/mois).

On obtient la formule mathématique suivante :  $CEM = CEJ \times Fr \times Nbr\ jr/mois$

# CHAPITRE VII : EVALUATION LA CONSOMMATION ELECTRIQUES ET LE COUT DE FONCTIONNEMENT

La consommation électrique annuelle d'un équipement (CEA) est calculée à partir de la consommation électrique mensuelle (CEM) et du nombre de mois dans l'année (Nbr mois/an).

On obtient la formule mathématique suivante :  $CEA = CEM \times \text{Nbr mois/an}$

## ❖ Coût de la consommation électrique :

Le coût de la consommation électrique journalière pour un poste horaire (CCEJ) est calculé à partir de la consommation électrique journalière du poste horaire (CEJ) et de prix unitaire de l'énergie active pour le poste horaire (pleine/pointe/creuse) (PUEA).

On obtient la formule mathématique suivante :  $CCEJ = CEJ \times PUEA$

Le coût de la consommation électrique journalière total (CCEJT) est la somme des coûts de consommation électrique journalière de chaque poste horaire.

On obtient la formule mathématique suivante :  $CCEJT = CCEJ_{ple} + CCEJ_{pte} + CCEJ_{cse}$

Le coût de la consommation électrique mensuelle (CCEM) est calculé à partir du coût de la consommation journalière (CCEJ), de la fréquence de fonctionnement (Fr) et du nombre de jours par mois en moyenne (Nbr jr/mois).

On obtient la formule mathématique suivante :  $CCEM = CCEJ \times Fr \times \text{Nbr jr/mois}$

Le coût de la consommation électrique annuelle (CCEA) est calculé à partir du coût de la consommation électrique mensuelle (CCEM) et du nombre de mois dans l'année (Nbr mois/an).

On obtient la formule mathématique suivante :  $CCEA = CCEM \times \text{Nbr mois/an}$

- La présentation des résultats pour chaque partie étudiée suit l'enchaînement suivant :

- 1- Chaîne d'épuration
- 2- Bâtiment
- 3- Eclairage extérieur

### VII.3.1 Chaîne d'épuration :

#### VII.3.1.1 Collecte et prétraitement :

##### a. Pompes de relevage :

Pompes	Pompe de relevage 1	Pompe de relevage 2	Pompe de relevage 3	Total
Durée (heures : minutes)	2 : 48	3 : 49	3 : 40	10 : 17

Tableau VII.1 : Durée de fonctionnement journalière moyenne sur une année des pompes de relevage entre février 2009 et mars 2010.

## CHAPITRE VII : EVALUATION LA CONSOMMATION ELECTRIQUES ET LE COUT DE FONCTIONNEMENT

D'après le tableau on constate que le temps de fonctionnement journalier pour les pompes de relevage est de : 10,17 heures.

- **Puissance réelle absorbée : 14.40 kw**
- **Consommation et coût de l'énergie électrique :**

La puissance d'une pompe de relevage est de 14,4 kw, ces pompes fonctionnent 10,17 heures par jour, ce temps de fonctionnement est réparti de manière à inclure les habitudes de consommations d'eau des habitants de la ville de Tipaza conformément aux observations des opérateurs de la STEP.

- Heures de pointe : 3 heures.
- Heures de pleines : 7,17 heures.

Le tableau suivant représente la consommation électrique et son coût durant le fonctionnement journalier des pompes de relevage :

TEMPS DE FONCTIONNEMENT (H)			CONSOMMATION ELECTRIQUE (KWH/JOUR)				COUT (DA/JOUR)			
pointe	pleine	creuse	pointe	pleine	creuse	total	pointe	pleine	creuse	total
3,00	7,17	0	43,20	103,25	0	146,45	313,93	166,72	0	480,65

**Tableau VII.2 : Consommation électrique journalière moyenne et coût journalier moyen des pompes de relevage.**

### b. Dégrilleurs fin automatique :

- **Estimation du temps de fonctionnement journalier :**

Il a été estimé à 01 heure par l'opérateur.

- **La puissance :**

- **Benne mécanique : 0,55 kw**
- **Bande transporteuse : 1,50 kw**

- **Consommation et coût de l'énergie électrique :**

La puissance du dégrilleur est de 2,05 kw. Son fonctionnement à lieu pendant les heures administratives ce qui correspond en termes de tarification d'électricité, aux heures pleines.

Le tableau suivant représente la consommation électrique son coût durant le fonctionnement journalier du dégrilleur automatique :

TEMPS DE FONCTIONNEMENT (H)			CONSOMMATION ELECTRIQUE (KWH/JOUR)				COUT (DA/JOUR)			
pointe	pleine	creuse	pointe	pleine	creuse	total	pointe	pleine	creuse	total
0,00	1,00	0	0	2,05	0	2,05	0	3,31	0	3,31

**Tableau VII.3 : Consommation électrique journalière moyenne et coût journalier moyen du dégrilleur.**

# CHAPITRE VII : EVALUATION LA CONSOMMATION ELECTRIQUES ET LE COUT DE FONCTIONNEMENT

## c. Groupe tournant :

- **Temps de fonctionnement journalier :**

Le groupe tournant fonctionne en permanence soit 24h/24.

- **La puissance : 3.00 kw**
- **Consommation et coût de l'énergie électrique :**

La puissance du groupe tournant est de 3 kw, son temps de fonctionnement est de 24 heures, il est réparti de la manière suivante :

- Heures de pointe : **4 heures.**
- Heures pleines : **12,5 heures.**
- Heures creuse : **7,5 heures.**

Le tableau suivant représente la consommation électrique son coût durant le fonctionnement journalier du groupe tournant :

TEMPS DE FONCTIONNEMENT (H)			CONSOMMATION ELECTRIQUE (KWH/JOUR)				COUT (DA/JOUR)			
pointe	pleine	creuse	pointe	pleine	creuse	total	pointe	pleine	creuse	total
3,00	7,17	0	43,20	103,25	0	146,45	313,93	166,72	0	480,65

**Tableau VII.4 : Consommation électrique journalière et coût journalier du groupe tournant**

## d. Sur presseur Air lift :

- **Temps de fonctionnement journalier :**

La durée de fonctionnement journalière moyenne sur une année du surpresseur air lift est de 10heures.

- **La puissance : 7,50 kw**
- **Consommation et coût de l'énergie électrique :**

La puissance de surpresseur air lift est de 7,5 kw, son temps de fonctionnement journalier est de 10 heures, celui-ci est réparti de la manière suivante :

- **Heures de pointe : 3 heures.**
- **Heures pleines : 7 heures.**

Le tableau suivant représente la consommation électrique son coût durant le fonctionnement journalier du surpresseur air lift :

## CHAPITRE VII : EVALUATION LA CONSOMMATION ELECTRIQUES ET LE COUT DE FONCTIONNEMENT

TEMPS DE FONCTIONNEMENT (H)			CONSOMMATION ELECTRIQUE (KWH/JOUR)				COUT (DA/JOUR)			
pointe	pleine	creuse	pointe	pleine	creuse	total	pointe	pleine	creuse	total
3,00	7,00	0	22,50	52,50	0	75,00	163,50	84,77	0	248,27

**Tableau VII.5 : Consommation électrique journalière moyenne et coût journalier moyen du surpresseur air lift.**

### e. Surpresseur déshuilage :

- Temps de fonctionnement journalier :

Le groupe tournant fonctionne en permanence 24h/24.

- La puissance : 3 kw.
- Consommation et coût de l'énergie électrique :

La puissance du surpresseur déshuileur est de 3 kw, son temps de fonctionnement est de 24heures, il est réparti de la manière suivante :

- Heures de pointe : 4 heures.
- Heures pleines : 12,5 heures.
- Heures creuses : 7,5 heures.

Le tableau suivant représente la consommation électrique son coût durant le fonctionnement journalier du surpresseur déshuileur :

TEMPS DE FONCTIONNEMENT (H)			CONSOMMATION ELECTRIQUE (KWH/JOUR)				COUT (DA/JOUR)			
Pointe	pleine	creuse	pointe	pleine	creuse	total	pointe	pleine	creuse	total
4,00	12,50	7,50	12,00	37,50	22,50	72,00	87,20	60,55	19,20	166,95

**Tableau VII.6 : Consommation électrique journalière et coût journalier du surpresseur déshuileur.**

### f. Calibreur de sable :

- Temps de fonctionnement journalier :

D'après les données de la durée de fonctionnement moyenne mensuelle du calibreur de sable on peut trouver la durée de fonctionnement journalière moyenne sur une année pour le calibreur de sable qui est 10,4 heures.

- La puissance : 1,5 kw

## CHAPITRE VII : EVALUATION LA CONSOMMATION ELECTRIQUES ET LE COUT DE FONCTIONNEMENT

### ○ Consommation et coût de l'énergie électrique :

La puissance du calibre de sable est de 1,5 kw, son temps de fonctionnement est de 10,40 heures, il est réparti de la manière suivante :

- Heures de pointe : 3 heures.
- Heures pleines : 7,4 heures.

Le tableau suivant représente la consommation électrique son coût durant le fonctionnement journalier du calibre de sable :

Temps de fonctionnement (h)			Consommation électrique (kWh/jour)				Coût (DA/jour)			
Pointe	Pleine	creuse	pointe	pleine	creuse	total	pointe	pleine	creuse	total
3,00	7,40	0	4,50	11,10	0	15,60	32,70	17,92	0	50,62

**Tableau VII.7 : Consommation électrique journalière et coût du fonctionnement journalier du calibre de sable.**

### ✚ Tableau de synthèse – collecte et prétraitement :

Le tableau ci-dessous représente la consommation électrique et son coût durant le fonctionnement des équipements de la collecte et du prétraitement :

COLLECTE ET PRETRAITEMENT	CONSOMMATION ELECTRIQUE			COUT		
	journalière (kwh)	mensuelle (kwh)	annuelle (kwh)	journalier (da)	mensuel (da)	annuel (da)
Pompes de relevage	146,45	4453,54	53442,48	480,65	14616,57	17598,84
Dégrilleur automatique	2,05	62,35	748,20	3,31	100,66	1207,92
Groupe tournant	72,00	2189,52	26274,24	166,95	5076,95	60923,68
Air lift	75,00	2280,75	27369,00	248,27	7549,89	90598,68
Suppresseur déshuileur	72,00	2189,52	26274,24	166,95	5076,95	60923
Calibreur	15,60	474,40	5692,80	50,62	1539,35	18472,2
<b>Total</b>	<b>383,10</b>	<b>11650,08</b>	<b>139800,80</b>	<b>1116,75</b>	<b>33960,37</b>	<b>407524,44</b>

**Tableau VII.8 : Consommation électrique et coût de la collecte et du prétraitement.**

# CHAPITRE VII : EVALUATION LA CONSOMMATION ELECTRIQUES ET LE COUT DE FONCTIONNEMENT

## VII.3.1.2 Traitement biologique :

### Les aérateurs :

#### Aérateurs ligne1 :

La durée de fonctionnement journalière moyenne des aérateurs de la ligne 1 est représentée dans le tableau suivant :

AERATEURS	AERATEUR 1	AERATEUR 2	AERATEUR 3	TOTAL
Durée (h : mn)	6 :13	5 :58	6 :06	18 :17

**Tableau VII.9 : Durée de fonctionnement journalière moyenne sur une année aérateurs de la ligne 1**

D'après le tableau on constate que le temps de fonctionnement journalier des aérateurs de la ligne 1 est de : 18 : 28 heures

#### Aérateur ligne 2 :

La durée de fonctionnement journalière moyenne pour des aérateurs de la ligne 2 est représentée dans le tableau suivant :

AERATEURS	AERATEUR 4	AERATEUR 5	AERATEUR 6	TOTAL
Durée (h : mn)	6 :25	5 : 17	6 :20	18 :03

**Tableau VII.10 : Durée de fonctionnement journalière moyenne sur une année aérateurs de la ligne 2.**

D'après le tableau on constate que le temps de fonctionnement journalier des aérateurs de la ligne 2 est de : 18 : 05 heures

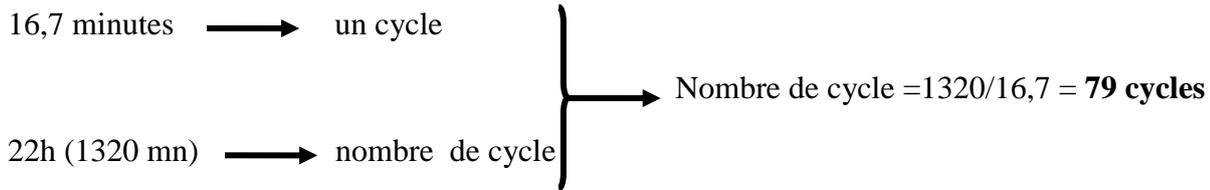
- **Puissance réelle absorbée : 66 kw**
- **Consommation et coût de l'énergie électrique :**

Les trois aérateurs fonctionnent par alternance : le premier fonctionne en moyenne 13,9 minutes s'ensuit un temps d'arrêt moyen de 2,9 minutes pour que le second aérateur démarre (même temps de fonctionnement et d'arrêt) et ainsi de suite.

**Note :** l'opérateur observe un arrêt de marche quotidien de deux heures pendant la période de pointe. Ainsi la durée de fonctionnement des aérateurs par jour est répartie sur 22 heures.

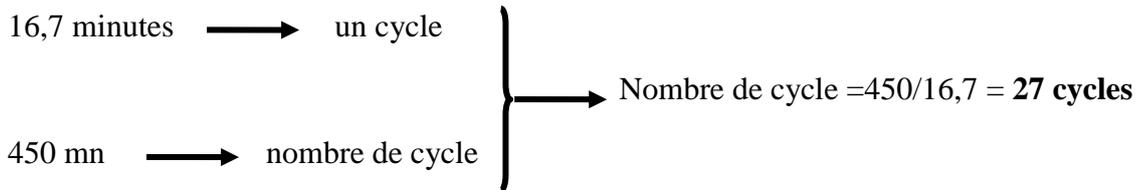
**Définition d'un cycle :** le cycle représente le temps de fonctionnement continu d'un aérateur auquel on ajoute le temps d'arrêt. Où un Cycle =  $13,8 + 2,9 = 16,7$  minutes.

# CHAPITRE VII : EVALUATION LA CONSOMMATION ELECTRIQUES ET LE COUT DE FONCTIONNEMENT



### Répartition des cycles par tranche :

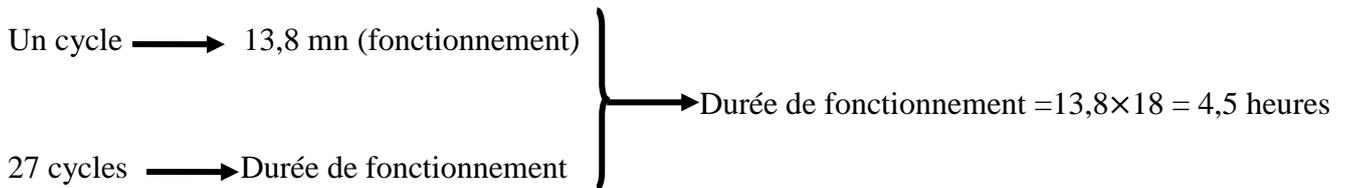
- **Heures pleines** : 7 heures et 30 minutes



- **Heures pleines** : 12 heures et 30 minutes, ce qui équivaut à **45 cycles** (de la même manière que précédemment)
- **Heures de pointe** : 2 heures ce qui équivaut à **7 cycles**.

### Répartition des durées de fonctionnement par tranche :

- **Heures creuses** :



- **Heures pleines** : de la même manière

**Durée de fonctionnement = 10 heures et 21 minutes**

- **Heures de pointe** : de la même manière

**Durée de fonctionnement = 01 heure et 36 minutes**

Le tableau suivant représente la consommation électrique son coût durant le fonctionnement des six aérateurs :

TEMPS DE FONCTIONNEMENT (H)			CONSOMMATION ELECTRIQUE (KWH/JOUR)				COUT (DA/JOUR)			
Pointe	Pleine	creuse	Pointe	pleine	creuse	total	pointe	pleine	creuse	total
1,61	10,35	6,41	106,26	683,10	409,86	1199,22	772,17	1103	349,73	2224,90

**Tableau VII.11 : Consommation électrique journalière moyenne et coût journalier des six aérateurs.**

# CHAPITRE VII : EVALUATION LA CONSOMMATION ELECTRIQUES ET LE COUT DE FONCTIONNEMENT

## Tableau de synthèse : traitement biologique :

Le tableau suivant représente la consommation électrique son coût durant le fonctionnement des équipements traitement biologique :

TRAITEMENT BIOLOGIQUE	CONSOMMATION ELECTRIQUE			COUT		
	Journalière (kWh)	Mensuelle (kWh)	Annuelle (kWh)	Journalier (DA)	Mensuel (DA)	Annuel (DA)
Aérateur ligne 1	1199,22	36468,28	437619,36	2 224,9	67 659,21	811 910,52
Aérateur ligne 2	1199,22	36468,28	437619,36	2224,9	67 659,21	811 910,52
<b>Total</b>	2398,44	72936,56	875238,72	4 449,80	135 318,42	1 623 821,04

**Tableau VII.12 : Consommation électrique et coût du traitement biologique.**

### VII.3.1.3 clarification :

#### a. ponts racleurs :

- **Temps de fonctionnement journalier :**
- Les ponts racleurs fonctionnent en permanence soit 24h/24
- **Puissance : 0,92 kw**
- **consommation et coût de l'énergie électrique :**

La puissance des deux ponts racleurs est de 0.92 kw chacun leurs temps de fonctionnement est de 24 heures, il est réparti de la manière suivante :

- **Heures de pointe : 4 heures**
- **Heures pleines : 12,5 heures**
- **Heures creuses : 7,5 heures**

Le tableau suivant représente la consommation électrique son coût durant le fonctionnement des deux ponts racleurs :

TEMPS DE FONCTIONNEMENT (H)			CONSOMMATION ELECTRIQUE (KWH/ JOUR)				COUT (DA/JOUR)			
Pointe	Pleine	Creuse	Pointe	Pleine	Creuse	Total	Pointe	Pleine	Creuse	total
4,00	12,50	7,50	7,36	23,00	13,80	44,16	53,48	37,14	11,78	102,40

**Tableau VII.13 : Consommation électrique journalière moyenne et coût journalier des ponts racleurs.**

# CHAPITRE VII : EVALUATION LA CONSOMMATION ELECTRIQUES ET LE COUT DE FONCTIONNEMENT

## b. Pompes de recirculation :

La durée de fonctionnement journalière moyenne pour des pompes est représentée dans le tableau suivant :

POMPES DE RECIRCULATION	POMPE DE RECIRCULATION 1	POMPE DE RECIRCULATION2	TOTAL
Durée (h : mn)	14,49	11,16	25,66

**Tableau VII.14 : Durée de fonctionnement journalière moyenne sur une année des pompes de recirculation.**

D'après le tableau on constate que le temps de fonctionnement journalier des **Pompes de recirculation est de : 25,66 heures**

- **Puissance réelle absorbée : 6,60 kw**
- **Consommation et coût de l'énergie électrique :**

Le temps de fonctionnement journalier des **Pompes de recirculation est de : 25,66 heures**

C'est-à-dire que sur les 24 heures, les pompes ont pratiquement fonctionnées en alternance, sauf durant 1,66 h ou l'une des pompes s'est alliée à l'autre, vraisemblablement afin de corriger une hausse importante de niveau.

Le calcul de la consommation sera donc scinder en deux étapes :

- Le premier calcul « 1 » comprendra : la consommation totale de l'une des pompes plus la consommation de l'autre pompe lors de son fonctionnement en alternance avec la première.
- Le deuxième « 2 » se porteront sur la consommation de la deuxième pompe lorsqu'elle a fonctionné simultanément avec la première.

- **Calcul de la consommation électrique et de son coût des pompes de recirculation (« 1 ») :**

Le tableau suivant représente la consommation électrique son coût durant le fonctionnement journalier des pompes de recirculation en alternance (« 1 ») :

TEMPS DE FONCTIONNEMENT (H)			CONSOMMATION ELECTRIQUE (KWH/ JOUR)				COUT (DA/JOUR)			
Pointe	Pleine	Creuse	Pointe	Pleine	Creuse	Total	Pointe	Pleine	Creuse	total
4,00	12,50	7,50	26,40	82,50	49,50	158,40	191,84	133,21	42,24	367,29

**Tableau VII.15 : Consommation électrique journalière moyenne et coût journalier des pompes de recirculation en alternance (« 1 »).**

# CHAPITRE VII : EVALUATION LA CONSOMMATION ELECTRIQUES ET LE COUT DE FONCTIONNEMENT

- **Calcul de la consommation électrique et de son coût des pompes de recirculation (« 2 ») :**

Le temps des fonctionnements de pompes en simultané est de 1,66 h, nous avons réparti cette durée sur les trois tranches horaires selon le pourcentage qu'occupe chaque plage horaire dans la journée.

Heures pleines 12,5 h ce qui représente 52,08% de la journée → 0,86h

Heures de pointe 4h ce qui représente 16,7% de la journée → 0,28 h

Heures creuses 7,5 h ce qui représente 31,22% de la journée → 0,52 h

Le tableau suivant représente la consommation électrique son coût durant le fonctionnement journalier des pompes de recirculation en simultané (« 2 ») :

TEMPS DE FONCTIONNEMENT (H)			CONSOMMATION ELECTRIQUE (KWH/ JOUR)				COUT (DA/JOUR)			
Pointe	Pleine	Creuse	Pointe	Pleine	Creuse	Total	Pointe	Pleine	Creuse	total
0,28	0,86	0,52	1,85	5,68	3,43	10,96	13,44	9,17	2,93	25,54

**Tableau VII.16 : Consommation électrique journalière moyenne et coût journalier des pompes de recirculation (« 2 »).**

- **Consommation électrique et coût global des pompes de recirculation 1 et 2 :**

Le tableau suivant représente la consommation électrique son coût durant le fonctionnement journalier global des pompes de recirculation, ce résultat regroupe le fonctionnement en alternance et en simultané des pompes de recirculation : (« 1 » et « 2 »)

CONSOMMATION ELECTRIQUE (KWH/ JOUR)				COUT (DA/JOUR)			
Pointe	Pleine	Creuse	Total	Pointe	Pleine	Creuse	total
28,25	88,18	52,93	169,36	205,28	142,38	45,17	392,83

**Tableau VII.17 : Consommation électrique global et coût journalier global des pompes de recirculation.**

# CHAPITRE VII : EVALUATION LA CONSOMMATION ELECTRIQUES ET LE COUT DE FONCTIONNEMENT

## c. Pompe d'extraction:

Le fonctionnement de la pompe est conditionné par la présence de boue en excès dans le bassin d'aération (concentration de boue).

- **Calcul du temps de fonctionnement journalier moyen :**

La durée de fonctionnement mensuelle moyenne est de : 45,60 heures.

Fréquence de fonctionnement de la pompe d'extraction =  $\frac{\text{nombre de jour de fonctionnement dy}}{\text{nom,bre de jours dans l'année}}$

**Application :** Fréquence de fonctionnement de la pompe d'extraction est de :  $\frac{182}{365} = \frac{1}{2}$  soit un jour sur deux

Le temps de fonctionnement journalier moyen de la pompe d'extraction est égal à la durée de fonctionnement mensuelle moyenne divisé par Fréquence divisé par le Nombre de jour dans le mois en moyenne.

**Application :** le temps de fonctionnement journalier moyen de la pompe d'extraction est de :

$$\frac{45.6}{\frac{1}{2} \times 30.4} = 3 \text{ heures}$$

- **Puissance : 3,00 kw.**
- **Consommation et coût de l'énergie électrique :**

La puissance de la pompe d'extraction est de 3 kW, elle fonctionne pendant les heures administratives, qui correspondent aux heures pleines.

Le tableau suivant représente la consommation électrique son coût durant le Fonctionnement journalier de la pompe d'extraction.

TEMPS DE FONCTIONNEMENT (H)			CONSOMMATION ELECTRIQUE (KWH/ JOUR)				COUT (DA/JOUR)			
Pointe	Pleine	Creuse	Pointe	Pleine	Creuse	Total	Pointe	Pleine	Creuse	Total
0	3,00	0	0	9,00	0	9,00	0	14,53	0	14,53

**Tableau VII.18 : Consommation électrique journalière moyenne et coût journalier moyen de la pompe d'extraction.**

# CHAPITRE VII : EVALUATION LA CONSOMMATION ELECTRIQUES ET LE COUT DE FONCTIONNEMENT

## Tableau de synthèse- clarification :

Le tableau suivant représente la consommation électrique et son coût durant le fonctionnement des équipements de la clarification :

CLARIFICATION	CONSOMMATION ELECTRIQUE			COUT		
	Journalière (kWh)	Mensuelle (kWh)	Annuelle (kWh)	Journalier (DA)	Mensuel (DA)	Annuel (DA)
Pont racleur (1 et 2)	44,16	1342,90	16114,80	102,40	3113,98	37376,00
Pompe de recirculation (1 et 2)	169,36	3581,69	42980,28	392,83	11945,96	143382,95
Pompe d'extraction (1 et 2)	9,00	136,85	821,10	14,53	441,86	2651,73
Total	/	6629,99	78738,48	/	15501,80	183410,68

Tableau VII.19 : Consommation électrique et coût de la clarification.

### VII.3.1.4 Epaississement :

#### Groupe épaisseur :

- Temps de fonctionnement journalier :

Il fonctionne en permanence soit 24/24

- Consommation et coût de l'énergie électrique :

La puissance de l'épaisseur est de 0,185 kw. Le temps de fonctionnement de celui-ci est de 24 heures, il est réparti de la manière suivante :

- Heures de pointe : 4 heures
- Heures pleines : 12.5 heures
- Heures creuses : 7.5 heures

Le tableau suivant représente la consommation électrique et son coût durant le fonctionnement journalier de l'épaisseur :

TEMPS DE FONCTIONNEMENT (H)			CONSOMMATION ELECTRIQUE (KWH/ JOUR)				COUT (DA/JOUR)			
Pointe	Pleine	Creuse	Pointe	Pleine	Creuse	Total	Pointe	Pleine	Creuse	Total
4,00	12.50	7,50	0.74	2,31	1.39	4,44	5.38	3,73	1,19	10,30

Tableau VII.20 : Consommation électrique journalière moyenne et coût journalier de l'épaisseur.

# CHAPITRE VII : EVALUATION LA CONSOMMATION ELECTRIQUES ET LE COUT DE FONCTIONNEMENT

## Tableau de synthèse- épaisseur :

Le tableau ci-dessous représente la consommation électrique et son coût durant le Fonctionnement de l'épaisseur :

EPAISSISSEUR	CONSOMMATION ELECTRIQUE			COUT		
	Journalière (kWh)	Mensuelle (kWh)	Annuelle (kWh)	Journalier (DA)	Mensuel (DA)	Annuel (DA)
<b>Epaisseur</b>	4,44	135,02	1620,24	10,03	313,22	3758,64

**Tableau VII.21 : Consommation électrique et coût du groupe épaisseur.**

### VII.3.1.5 déshydratation :

La déshydratation s'effectue pendant les heures administratives avec une fréquence de travail évaluée à 3 jours sur 5 (nombre du jour de fonctionnement par nombre de jour dans l'année soit 219/365).

Le temps de séjour des boues au niveau de l'épaisseur étant modulé, la production des boues déshydratées ne reflètera pas les quantités de boues extraite à partir du bassin biologique.

#### a. Pompe à boue :

La durée de fonctionnement mensuelle moyenne est de 40,13 heures.

Le temps de fonctionnement journalier moyen de la pompe est égal à la durée de fonctionnement mensuelle divisé par Fréquence divisé par le Nombre de jour dans le mois en moyenne.

**Application :** le temps de fonctionnement journalier moyen est de :  $\frac{40.13}{\frac{3}{5} \times 30.41} = 2,20$  heures

- **Puissance : 2,20 kW**
- **Consommation et coût de l'énergie électrique :**

La puissance de la pompe à boue est de 3 kW, elle fonctionne pendant les heures administratives, qui correspondent aux heures pleines.

Le tableau suivant représente la consommation électrique son coût durant le fonctionnement journalier de la pompe à boue.

TEMPS DE FONCTIONNEMENT (H)			CONSOMMATION ELECTRIQUE (KWH/ JOUR)				COUT (DA/JOUR)			
Pointe	Pleine	Creuse	Pointe	Pleine	Creuse	Total	Pointe	Pleine	Creuse	total
0	2,20	0	0	6,60	0	6,60	0	10,66	0	10,66

**Tableau VII.22 : Consommation électrique journalière moyenne et coût journalier moyen de la pompe à boue.**

# CHAPITRE VII : EVALUATION LA CONSOMMATION ELECTRIQUES ET LE COUT DE FONCTIONNEMENT

## b. Pompe de lavage :

Le temps de fonctionnement journalier moyen de la pompe est de **60,20 heures**

**Application :** le temps de fonctionnement journalier moyen est de :  $\frac{60.2}{\frac{3}{5} \times 30.41} = 3,3$  heures

- **Puissance : 4,00 kw**
- **Consommation et coût de l'énergie électrique :**

La puissance de la pompe de lavage est de 4 kW, elle fonctionne pendant les heures administratives, qui correspondent aux heures pleines.

Le tableau suivant représente la consommation électrique son coût durant le Fonctionnement journalier de la pompe de lavage.

TEMPS DE FONCTIONNEMENT (H)			CONSOMMATION ELECTRIQUE (KWH/ JOUR)				COUT (DA/JOUR)			
Pointe	Pleine	Creuse	Pointe	Pleine	Creuse	Total	Pointe	Pleine	Creuse	total
0	3,30	0	0	13,20	0	13,20	0	21,31	0	21,31

**Tableau VII.23 : Consommation électrique journalière moyenne et coût journalier moyen de la pompe de lavage.**

## c. Doseur polymère :

Le temps de fonctionnement journalier moyen de la pompe est de **24,62 heures**

**Application :** le temps de fonctionnement journalier moyen est de :  $\frac{24.62}{\frac{3}{5} \times 30.41} = 1,35$  heures

- **Puissance : 0,12 kw**
- **Consommation et coût de l'énergie électrique :**

La puissance de la pompe de lavage est de 0,12 kW, elle fonctionne pendant les heures administratives, qui correspondent aux heures pleines.

Le tableau suivant représente la consommation électrique son coût durant le Fonctionnement journalier du doseur de polymère.

TEMPS DE FONCTIONNEMENT (H)			CONSOMMATION ELECTRIQUE (KWH/ JOUR)				COUT (DA/JOUR)			
Pointe	Pleine	Creuse	Pointe	Pleine	Creuse	Total	Pointe	Pleine	Creuse	total
0	1,35	0	0	0,16	0	0,16	0	0,26	0	0,26

**Tableau VII.24 : Consommation électrique journalière moyenne et coût journalier moyen du doseur de polymère.**

# CHAPITRE VII : EVALUATION LA CONSOMMATION ELECTRIQUES ET LE COUT DE FONCTIONNEMENT

## D. Mélangeur polymères (horizontal et vertical) :

### Temps de fonctionnement journalier :

Les mélangeurs fonctionnent quotidiennement et en permanence soit 24/24 h

- Puissance : 0,222 kw
- Consommation et coût de l'énergie électrique :

La puissance des Mélangeur polymères (horizontal et vertical) est de 0,222 kW chacun, ils fonctionnent pendant les heures administratives, qui correspondent aux heures pleines.

Le tableau suivant représente la consommation électrique son coût durant le Fonctionnement journalier Mélangeur polymères (horizontal et vertical).

Temps de fonctionnement (h)			Consommation électrique (kWh/ jour)				Coût (DA/jour)			
Pointe	Pleine	Creuse	Pointe	Pleine	Creuse	Total	Pointe	Pleine	Creuse	total
4	12,5	7,5	1,78	5,55	3,33	10,66	12,93	8,96	2,84	24,73

**Tableau VII.25 : Consommation électrique journalière moyenne et coût journalier moyen des Mélangeurs polymères.**

## e. Pompe doseuse :

Le temps de fonctionnement journalier moyen de la pompe est de **45.05 heures**

**Application :** le temps de fonctionnement journalier moyen est de :  $\frac{45.05}{\frac{3}{5} \times 30.41} = 2,47$  heures

- Puissance : 0,63 kw
- Consommation et coût de l'énergie électrique :

La puissance de la pompe doseuse est de 0,63 kW, elle fonctionne pendant les heures administratives, qui correspondent aux heures pleines.

Le tableau suivant représente la consommation électrique son coût durant le Fonctionnement journalier du doseur de polymère.

TEMPS DE FONCTIONNEMENT (H)			CONSOMMATION ELECTRIQUE (KWH/ JOUR)				COUT (DA/JOUR)			
Pointe	Pleine	Creuse	Pointe	Pleine	Creuse	Total	Pointe	Pleine	Creuse	total
0	2,47	0	0	1,56	0	1,56	0	2,52	0	2,52

**Tableau VII.26 : Consommation électrique journalière moyenne et coût journalier moyen du doseur de polymère.**

# CHAPITRE VII : EVALUATION LA CONSOMMATION ELECTRIQUES ET LE COUT DE FONCTIONNEMENT

## f. Mélangeur réacteur :

Temps de fonctionnement journalier :

Le mélangeur fonctionne quotidiennement et en permanence soit 24/24 h

- Puissance : 0,222 kW
- Consommation et coût de l'énergie électrique :

La puissance de du Mélangeur e est de 0,222 kW chacun, il fonctionne pendant les heures administratives, qui correspondent aux heures pleines.

Le tableau suivant représente la consommation électrique son coût durant le Fonctionnement journalier du mélangeur réacteur

TEMPS DE FONCTIONNEMENT (H)			CONSOMMATION ELECTRIQUE (KWH/ JOUR)				COUT (DA/JOUR)			
Pointe	Pleine	Creuse	Pointe	Pleine	Creuse	Total	Pointe	Pleine	Creuse	total
4	12.5	7,5	0,89	2,78	1,67	5,34	6,47	4,49	1,43	12,39

Tableau VII.27 : Consommation électrique journalière moyenne et coût journalier moyen du Mélangeur.

## g. filtres à bande :

Le temps de fonctionnement journalier moyen du filtre à bande est de 54.72 heures

**Application :** le temps de fonctionnement journalier moyen est de :  $\frac{54.72}{\frac{3}{5} \times 30.41} = 3$  heures

- Puissance : 0.90 kw
- Consommation et coût de l'énergie électrique :

La puissance du filtre à bande est de 0.90 kw, il fonctionne pendant les heures administratives, qui correspondent aux heures pleines.

Le tableau suivant représente la consommation électrique et le coût durant le Fonctionnement journalier du filtre à bande

TEMPS DE FONCTIONNEMENT (H)			CONSOMMATION ELECTRIQUE (KWH/ JOUR)				COUT (DA/JOUR)			
Pointe	Pleine	Creuse	Pointe	Pleine	Creuse	Total	Pointe	Pleine	Creuse	total
0	3,00	0	0	2,70	0	2,70	0	4,36	0	4,36

Tableau VII.28 : Consommation électrique journalière moyenne et coût journalier moyen du filtre à bande.

# CHAPITRE VII : EVALUATION LA CONSOMMATION ELECTRIQUES ET LE COUT DE FONCTIONNEMENT

## h. compresseur :

Le temps de fonctionnement journalier moyen du filtre à bande est de **126.22heures**

**Application :** le temps de fonctionnement journalier moyen est de :  $\frac{126.22}{\frac{3}{5} \times 30.41} = 6,92$  heures

- **Puissance : 1,10 kw**
- **Consommation et coût de l'énergie électrique :**

La puissance du compresseur est de 1,1 kw, il fonctionne pendant les heures administratives, qui correspondent aux heures pleines.

Le tableau suivant représente la consommation électrique et le coût durant le Fonctionnement journalier du compresseur.

TEMPS DE FONCTIONNEMENT (H)			CONSOMMATION ELECTRIQUE (KWH/ JOUR)				COUT (DA/JOUR)			
Pointe	Pleine	Creuse	Pointe	Pleine	Creuse	Total	Pointe	Pleine	Creuse	total
0	6,92	0	0	7,61	0	7,61	0	12,29	0	12,29

**Tableau VIII.29 : Consommation électrique journalière moyenne et coût journalier moyen du compresseur.**

## i. bandes transporteuses et granulateur (boue déshydratée) :

La durée de fonctionnement journalier moyenne est de **50,52 heures**

**Application :** le temps de fonctionnement journalier moyen est de :  $\frac{50.52}{\frac{3}{5} \times 30.41} = 2,77$  heures

- **Puissance :**
  - ✓ **Bande transporteuse : 3,00 kw**
  - ✓ **Granulateur : 1,50 kw**
- **Consommation et coût de l'énergie électrique :**

La puissance des bandes transporteuses et du granulateur est de 1,5 kW chacun, le temps de fonctionnement de ces trois équipements (2 bandes transporteuses, le granulateur) est de 2,77 heures, ces équipements fonctionnent pendant les heures administratives, qui correspondent aux heures pleines.

Le tableau suivant représente la consommation électrique et le coût durant le Fonctionnement journalier des bandes transporteuses et du granulateur.

# CHAPITRE VII : EVALUATION LA CONSOMMATION ELECTRIQUES ET LE COUT DE FONCTIONNEMENT

TEMPS DE FONCTIONNEMENT (H)			CONSOMMATION ELECTRIQUE (KWH/ JOUR)				COUT (DA/JOUR)			
Pointe	Pleine	Creuse	Pointe	Pleine	Creuse	Total	Pointe	Pleine	Creuse	total
0	2,77	0	0	12,47	0	12,47	0	20,14	0	20,14

**Tableau VII.30 : Consommation électrique journalière moyenne et coût journalier moyen des bandes transporteuses et du granulateur.**

## Tableau de synthèse – Déshydratation :

Le tableau suivant représente la consommation électrique son coût durant le fonctionnement des équipements du traitement de déshydratation des boues :

DESHYDRATATION	CONSOMMATION ELECTRIQUE			COUT		
	Journalière (kWh)	Mensuelle (kWh)	Annuelle (kWh)	Journalier (Da)	Mensuel (Da)	Annuel (Da)
Mono à boue	6,60	120,42	1445,04	10,66	194,50	2334
Pompe à lavage	13,20	240,85	2890,20	21,31	388,82	4665.84
Pompe doseuse	1,56	28,46	341,52	2,52	45,98	551.76
Mélangeurs polymères	10,66	324,05	3888,60	24,37	751,55	9018.6
Doseur	0,16	1,95	23,40	0,26	3,16	37.92
Mélangeur réacteur	5,34	162,02	1944,24	12,39	375,69	4508.28
Compresseur	7,61	138,85	1666,20	12,29	224,24	2690.88
Filtre à bande	2,70	49,26	591,12	4,36	79,55	954,6
Bandes transporteuse et granulateur	12,47	227,53	2730,36	20,14	367,47	4409,64
<b>Total</b>	/	1293,39	15520,68	/	2430,96	29171,52

**Tableau VII.31 : Consommation électrique et coût de la déshydratation.**

## VII.3.2 Bâtiment :

Le bâtiment regroupe les locaux administratifs ainsi que le laboratoire :

### a. Les équipements de bureau :

Les équipements de bureau se composent de :

14 ordinateurs, 12 imprimantes, 2 photocopieurs, 1 climatiseur 18000 Btu/h, 4 climatiseurs Btu/h et de 176 lampes d'éclairage.

La fréquence de fonctionnement des équipements de bureau est de : cinq jours sur sept. Les climatiseurs sont utilisés pendant 5 mois (été, hiver) sur l'année.

## CHAPITRE VII : EVALUATION LA CONSOMMATION ELECTRIQUES ET LE COUT DE FONCTIONNEMENT

Le tableau suivant représente l'évaluation de la consommation électrique journalière des équipements de bureau :

EQUIPEMENT DE BUREAU	PUISSANCE (KW)	TEMPS DE FONCTIONNEMENT (H)			CONSOMMATION ELECTRIQUE (KWH/JOUR)			
		Pleine	Pointe	Creuse	Pleine	Pointe	Creuse	Total
<b>Ordinateur</b>	0.25×14	8	0	0	28	0	0	28
<b>Imprimante</b>	0.01×12	8	0	0	0,96	0	0	0,96
<b>Photocopieuse</b>	0.11×2	8	0	0	1,76	0	0	1,76
<b>Climatiseur 18000Btu/h</b>	1.95	8	0	0	15,60	0	0	15,60
<b>Climatiseur 12000Btu/h</b>	1.425×4	8	0	0	45,60	0	0	45,60
<b>Lampe d'éclairage</b>	0.018×176	6	0	0	19,01	0	0	19,01

**Tableau VII.32 : Consommation électrique des équipements de bureau.**

Le tableau ci-dessous représente l'évaluation du coût de la consommation électrique journalière des équipements de bureau :

EQUIPEMENT DE BUREAU	PRIX DE L'ENERGIE ACTIVE (CDA/KWH)			COUT (DA/ JOUR)			
	Pleine	Pointe	Creuse	Pleine	Pointe	Creuse	Total
<b>Ordinateur</b>	161,47	726,68	85,33	45,21	0	0	45,21
<b>Imprimante</b>	161,47	726,68	85,33	1,55	0	0	1,55
<b>Photocopieuse</b>	161,47	726,68	85,33	2,84	0	0	2,84
<b>Climatiseur 18000Btu/h</b>	161,47	726,68	85,33	25,19	0	0	25,19
<b>Climatiseur 12000Btu/h</b>	161,47	726,68	85,33	73,63	0	0	73,63
<b>Lampe d'éclairage</b>	161,47	726,68	85,33	30,70	0	0	30,70

**Tableau VII.33 : Coût de la consommation électrique journalière des équipements de bureau.**

# CHAPITRE VII : EVALUATION LA CONSOMMATION ELECTRIQUES ET LE COUT DE FONCTIONNEMENT

## b. Les équipements du laboratoire :

Les équipements du laboratoire se composent de :

Un thermo réfrigérateur pour DBO, un four à moufle, un microscope, un thermostat, une étuve, un spectrophotomètre, un DBO mètre, une balance de précision, un distillateur, un réfrigérateur.

Le tableau suivant représente l'évaluation de la consommation électrique journalière des équipements du laboratoire :

EQUIPEMENT DE BUREAU	PUISSANCE (KW)	FREQUENCE	TEMPS DE FONCTIONNEMENT (H)			CONSOMMATION ELECTRIQUE (KWH/JOUR)			
			Pleine	Pointe	Creuse	Pleine	Pointe	Creuse	total
Thermo réfrigérateur pour DBO	102	7/7	4,00	12,50	7,50	0,41	1,28	0,77	2,46
Four à moufle	4.4	2/7	2,00	0	0	0,01	0	0	0,01
Microscope	20	5/7	0,50	0	0	0,01	0	0	0,01
Thermostat	300	1/7	2,00	0	0	0,60	0	0	0,60
Etuve	1012	5/7	8,00	0	0	8,10	0	0	8,10
Spectrophotomètre	154	1/7	4,00	0	0	0,62	0	0	0,62
DBO mètre	990	7/7	4,00	12.50	7,50	3,96	12,38	7,43	23,77
Balance de précision	132	5/7	8,00	0	0	1.06	0	0	1,06
Distillateur	3520	1/7	2,00	0	0	7.04	0	0	7,04
Réfrigérateur	3000	7/7	4,00	12.5	7.50	12.00	37,50	22,50	72,00

Tableau VII.34 : Consommation électrique journalière des équipements du laboratoire.

## CHAPITRE VII : EVALUATION LA CONSOMMATION ELECTRIQUES ET LE COUT DE FONCTIONNEMENT

Le tableau suivant représente l'évaluation du coût de la consommation électrique journalière des équipements du laboratoire :

EQUIPEMENT DE BUREAU	PRIX DE L'ENERGIE ACTIVE (CDA/KWH)			COUT (DA/ JOUR)			
	Pleine	Pointe	Creuse	Pleine	Pointe	Creuse	Total
Thermo réfrigérateur pour DBO	161,47	726,68	85,33	0,66	9,30	0,66	10,62
Four à moufle	161,47	726,68	85,33	0,02	0,00	0,00	0,02
Microscope	161,47	726,68	85,33	0,02	0,00	0,00	0,02
Thermostat	161,47	726,68	85,33	0,97	0,00	0,00	0,97
Etuve	161,47	726,68	85,33	13,08	0,00	0,00	13,08
Spectrophotomètre	161,47	726,68	85,33	1,00	0,00	0,00	1,00
DBO mètre	161,47	726,68	85,33	6,39	89,96	6,34	6,39
Balance de précision	161,47	726,68	85,33	1,71	0	0	1,71
Distillateur	161,47	726,68	85,33	11,37	0	0	11,37
Réfrigérateur	161,47	726,68	85,33	19,38	272,51	19,20	311,09

**Tableau VIII.35 : Coût de la Consommation électrique des équipements journalière des équipements du laboratoire.**

**Tableau de synthèse- bâtiment :**

Le tableau suivant représente e la consommation électrique et son coût durant le fonctionnement des équipements de bureau et du laboratoire :

BATIMENT	CONSOMMATION ELECTRIQUE		COUT	
	Mensuelle (kWh)	Annuelle (kWh)	Mensuel (Da)	Annuel (Da)
Equipements de bureau	1575,69	18908,28	2544,29	30531,48
Equipements du laboratoire	3124,06	37488,72	12885,28	154623,36
<b>TOTAL</b>	4699,75	56397,00	15429,57	18514,84

**Tableau VII.36 : Consommation électrique et coût des équipements du bureau et du laboratoire.**

# CHAPITRE VII : EVALUATION LA CONSOMMATION ELECTRIQUES ET LE COUT DE FONCTIONNEMENT

## VII.3.3 Eclairage extérieur :

Le tableau ci –dessous représente le nombre et les puissances des ampoules d'éclairage :

	NOMBRES	PUISSANCES (KW)
Ampoule Eclairage extérieur	01	0,25
TOTAL	67	16,75

**Tableau VII.37 : Puissance des ampoules d'éclairage extérieur.**

L'arrêt et la mise en marche de l'éclairage extérieur est régit par un système de **photocellule**, ainsi afin de déterminer la durée de fonctionnement de l'éclairage extérieur on se référera aux heures de coucher et de lever du soleil établit par les organes météorologiques. On déduit une durée d'obscurité moyenne annuelle de : **11h 48 min/ jour (voir annexe n°2)**.

La durée d'obscurité journalière moyenne sur l'année s'étends de 18h54 mn à 6h 42 mn (voir Annexe n° 3), la durée de fonctionnement d'une ampoule d'éclairage extérieur est répartie comme suit :

**Heures creuses : 7 heures et 30 minutes soit 63% du total temps.**

**Heures pleines : 2 heures et 12 minutes soit 19% du total temps.**

**Heures de pointe : 2 heures et 6 minutes soit 18 % du total temps.**

TEMPS DE FONCTIONNEMENT (H)			CONSOMMATION ELECTRIQUE (KWH/ JOUR)				COUT (DA/JOUR)			
Pointe	Pleine	Creuse	Pointe	Pleine	Creuse	Total	Pointe	Pleine	Creuse	total
2,10	2,20	7,50	35,18	36,85	125,63	197,66	255,65	59,90	107,2	422,35

**Tableau VII.38 : Consommation électrique journalière moyenne et coût journalier moyen de l'éclairage extérieur.**

# CHAPITRE VII : EVALUATION LA CONSOMMATION ELECTRIQUES ET LE COUT DE FONCTIONNEMENT

## Tableau de synthèse : éclairage extérieur

Le tableau suivant représente la consommation électrique son coût durant le fonctionnement de l'éclairage extérieur :

ECLAIRAGE EXTERIEUR	CONSOMMATION ELECTRIQUE			COUT		
	Journalière (kWh)	Mensuelle (kWh)	Annuelle (kWh)	Journalier (DA)	Mensuel (DA)	Annuel (DA)
<b>Total lampes</b>	197,66	6010,84	72130,08	422,35	12843,66	154123,92

**Tableau VII.39 : Consommation électrique et coût du fonctionnement de l'éclairage extérieur**

### VII.3.4 Synthèse des résultats :

#### 1. consommation électrique :

La consommation électrique mensuelle moyenne calculée pour chaque catégorie au niveau de la STEP de Tipaza est synthétisé dans le tableau suivant :

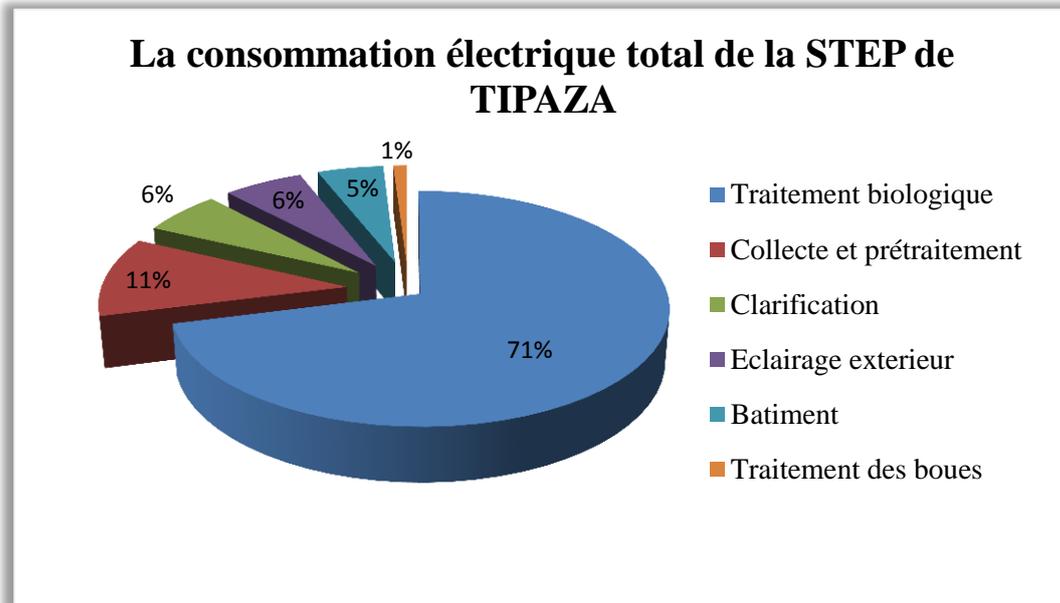
CATEGORIE	CONSOMMATION MENSUELLE (KWH)
<b>Chaine d'épuration</b>	92645,04
<b>Collecte et prétraitement</b>	11650,08
<b>Traitement biologique</b>	72936,56
<b>Clarification</b>	6629,99
<b>Traitement des boues</b>	1428,41
<b>Eclairage extérieur</b>	6010,84
<b>Bâtiment</b>	4789,14
<b>TOTAL</b>	103445,02

**Tableau VII.40 : Consommation électrique mensuelle de la STEP de Tipaza.**

# CHAPITRE VII : EVALUATION LA CONSOMMATION ELECTRIQUES ET LE COUT DE FONCTIONNEMENT

La consommation électrique mensuelle globale de la STEP est de **103445.02 kWh**.

La figure ci-dessous représente la répartition de la consommation électrique totale de la station d'épuration de Tipaza.



**Figure VII.1 : Répartition de la consommation électrique totale de la station d'épuration de Tipaza.**

Comme le montre la figure VIII.1, la majeure partie de l'énergie électrique utilisée par la STEP est consommée au niveau du traitement biologique des eaux usées soit 71 %.

Le reste de l'énergie électrique est consommée à hauteur de 11% au niveau de la collecte et du prétraitement.

La clarification, l'éclairage extérieur, ainsi que le bâtiment consomment pratiquement la même quantité d'énergie avec un pourcentage respectif de : **6%**, **6%** et **5 %**. La plus faible quantité d'énergie électrique est consommée dans le traitement des boues (épaississement et déshydratation), en effet elle ne représente que 1%.

- **Calcul de l'erreur relative :**

La consommation électrique mensuelle de la STEP de Tipaza a été estimée à 103445 kWh, en le comparant à la consommation électrique réelle (évaluée à partir des relevés de compteurs Sonalgaz sur la même période) qui est de 100351 kWh, on trouve une surestimation de 3%.

$$\text{Erreur relative} = \frac{\text{consommation électrique réelle} - \text{consommation électrique calculée}}{\text{consommation électrique réelle}}$$

$$\text{Application : } \frac{103445 - 100351}{100351} = 0.03 = 3\%$$

# CHAPITRE VII : EVALUATION LA CONSOMMATION ELECTRIQUES ET LE COUT DE FONCTIONNEMENT

L'évaluation de la consommation électrique qui a été réalisée est concluante avec une erreur relative de **3%**.

Cette situation, pourrait être due à deux éléments notables qui seraient à l'origine de cette surestimation :

- Un manque de rigueur dans l'estimation des temps et fréquences de fonctionnement des équipements du bâtiment, dû à l'absence de base de données (contrairement aux équipements de la chaîne pour lesquels nous avons eu accès à des relevés de compteurs horaires)
- L'impossibilité de l'estimation de la puissance absorbée par les équipements qui n'étaient pas équipés de compteurs énergies (Exemples : compresseur air lift) et pour lesquels, nous avons utilisé la puissance maximale indiquée par le constructeur. Cette dernière devrait être supérieure à celle consommée puisque la STEP ne fonctionne pas encore à plein régime.

## 2. Coût de la consommation électrique :

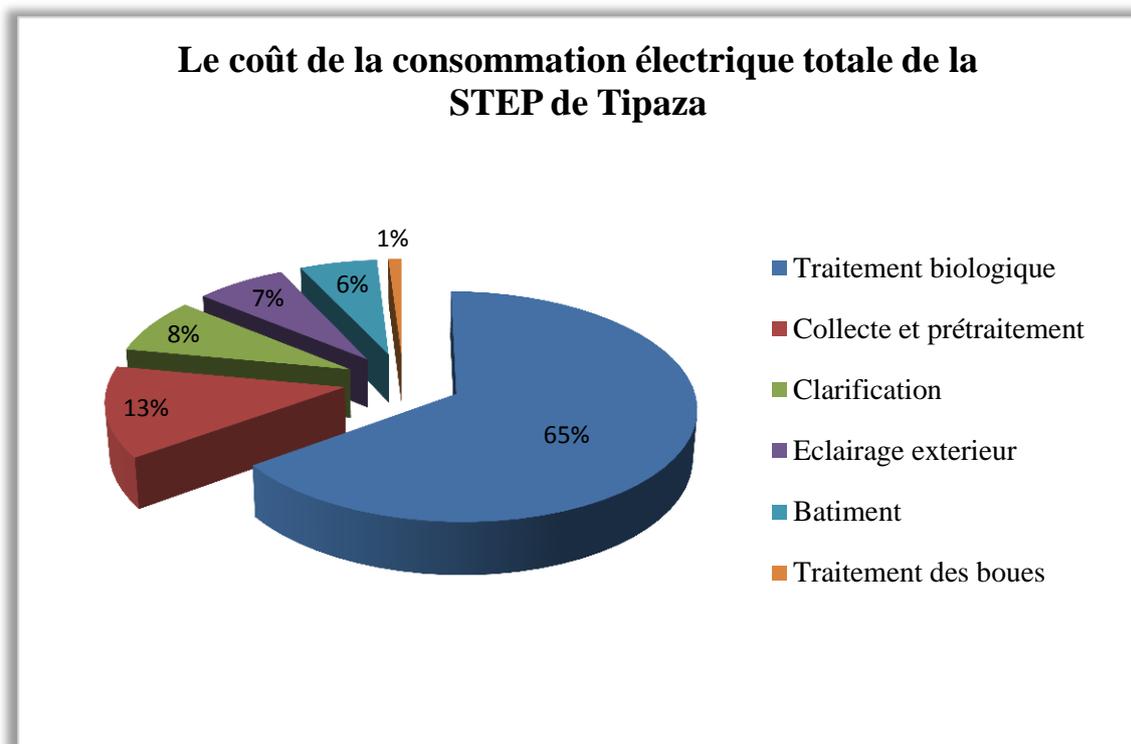
Le coût de la consommation électrique mensuelle moyenne de la STEP est réparti comme suit :

CATEGORIE	COÛT MENSUELLE (DA)	RATIO (DA/KWH)
Chaîne d'épuration	180732,70	1,95
Collecte et prétraitement	27168,30	2,33
Traitement biologique	135318,42	1,86
Clarification	15501,80	2,34
Traitement des boues	2744,18	1,92
Eclairage extérieur	12843,66	2,14
Bâtiment	15815,76	3,30
<b>TOTAL</b>	<b>209392,12</b>	<b>2.02</b>

**Tableau VII.41 : Coût de la consommation électrique mensuelle de la STEP.**

## CHAPITRE VII : EVALUATION LA CONSOMMATION ELECTRIQUES ET LE COUT DE FONCTIONNEMENT

La figure ci-dessous représente la répartition du coût global de la consommation électrique mensuelle totale de la station d'épuration de Tipaza.



**Figure VIII.2 : Répartition du coût de la consommation électrique totale de la STEP de Tipaza.**

Comme le montre la figure V42, le coût du traitement biologique arrive en tête Avec 65 % soit plus de la moitié des dépenses engendrées par la consommation électrique de la STEP.

Le reste des couts est consommée au niveau de la collecte et du prétraitement avec 13%.

La clarification, l'éclairage extérieur, ainsi que le bâtiment consomment, respectivement une part de **8%, 7% et 6%** des dépenses électriques tandis que le traitement des boues (épaississement et déshydratation) n'en consomme que 1%.

Le ratio de l'énergie électrique relatif au traitement biologique est le plus faible (1.86 DA/kWh) et ceci grâce à l'arrêt des aérateurs de surfaces sur une durée de deux heures pendant les heures de pointe. Cette mesure entre dans le un plan de rationalisation des dépenses électrique suivie au niveau de la STEP. Cependant cette approche ne peut pas être généralisée à la totalité des équipements car certains d'entre eux doivent être maintenus en marche pour des raisons d'exploitation.

# CHAPITRE VII : EVALUATION LA CONSOMMATION ELECTRIQUES ET LE COUT DE FONCTIONNEMENT

## VII. 4 Propositions pour la réduction de la consommation électrique :

Des améliorations doivent être apportées dans la STEP ; c'est dans ce sens qu'un programme d'actions est entamé par la station.

Pour enrichir ce programme, nous proposons une approche qui a pour but la réduction de la consommation électrique.

### VII.4.1 L'éclairage extérieur :

L'éclairage extérieur représente 6% de la consommation électrique globale de la STEP. Lors l'estimation de cette consommation, nous nous sommes rendu compte que les ampoules utilisées (de type à vapeur de mercure mixte) se caractérisent par une faible efficacité lumineuse par le fabricant à 21.1 Lm/W.

A partir de ce constat nous proposons la substitution des lampes existantes par des lampes à vapeur sodium haute pression (SHP). En effet, elles sont plus économiques puisqu'elles se caractérisent par une meilleure efficacité lumineuse estimée à 85.7 Lm/W [18].

Cette proposition permettra de réduire la consommation électrique, son coût et son bilan carbone en maintenant le même flux lumineux.

#### Comparaison des deux types de lampes :

Le calcul du gain de la consommation électrique et par conséquent de la réduction du bilan carbone et du coût de l'éclairage est établi à partir des comparatifs suivants :

- Comparatif de la consommation électrique et environnemental :

Le tableau suivant représente un comparatif électrique et environnemental entre l'éclairage par des lampes à vapeur de mercure mixte et celui par des lampes à vapeur de sodium haute pression (SHP).

PUISSANCE TOTALE (W)	ECLAIRAGE ACTUEL	ECLAIRAGE PAR LAMPE SHP	REDUCTION
	250×67	80×67	/
Consommation électrique mensuelle (kwh)	6010,84	1923,47	4087,37
Consommation électrique annuelle (kwh)	72130,08	23081,64	49048,44

Tableau VIII.42 : Comparatif énergétique et environnemental entre les deux types de lampe.

# CHAPITRE VII : EVALUATION LA CONSOMMATION ELECTRIQUES ET LE COUT DE FONCTIONNEMENT

D'après le tableau ci-dessus, la substitution des lampes permettrait une réduction annuelle de la consommation électrique évaluée à 49048,44 kwh.

- **Comparatif des couts d'utilisation :**

Le tableau suivant un comparatif des couts des types de lampes :

TYPES DE LAMPES	ECLAIRAGE ACTUEL	ECLAIRAGE PAR LAMPE SHP	
		Ampoule	Ballast
Puissance (W)	250	70	10
Prix unitaire (DA)	550	700	2000
Durée de vie (h)	8000	23000	60000
Coût de la consommation électrique (DA/kwh)	2,14	1,14	
Coût horaire de la consommation électrique (DA/h) <sup>(*)</sup>	54	17	
Coût horaire d'utilisation (DA/h) <sup>(*)</sup>	61	23	

Tableau VII.43 : Comparatif des couts des deux types de lampe.

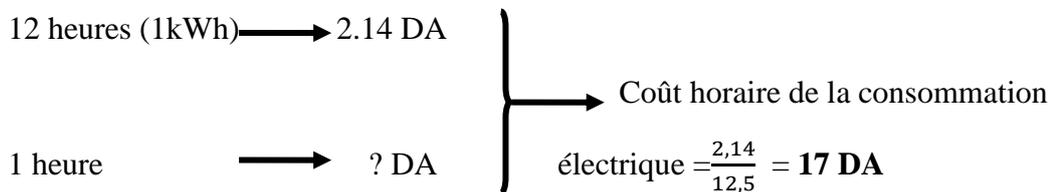
(\*) : Détail des calculs

Exemple : lampe à vapeur de sodium :

- **Coût horaire de la consommation électrique :**

$$\text{Durée de fonctionnement} = \frac{\text{consommation électrique}}{\text{puissance}}$$

Application : durée de fonctionnement =  $\frac{1000}{80} = 12,5$  h



- **Coût horaire d'utilisation :**

$$\text{Coût horaire d'utilisation} = \frac{\text{prix ampoule}}{\text{durée de vie}} + \frac{\text{prix ballast}}{\text{durée de vie}} + \text{coût horaire de la consommation}$$

Application : Coût horaire d'utilisation =  $\frac{700}{23000} \times 100 + \frac{2000}{60000} \times 100 + 17 = 23$  DA

Le coût horaire d'utilisation de la lampe à vapeur de mercure étant de 61 DA, le gain monétaire obtenu serait des 38 DA soit une réduction de coût de 62.3% par rapport à la situation actuelle.

# CHAPITRE VII : EVALUATION LA CONSOMMATION ELECTRIQUES ET LE COUT DE FONCTIONNEMENT

Le tableau suivant synthétise l'économie financière réalisée suite à la substitution des lampes.

NOMBRE	ECLAIRAGE UNITAIRE	ECLAIRAGE EXTERIEUR DE LA STEP
	1	67
<b>Gain sur une heure (DA)</b>	0,38	25,46
<b>Gain journalier (DA)</b>	4,48	300,43
<b>Gain mensuel (DA)</b>	136,36	9136,02
<b>Gain annuel (DA)</b>	1636,30	109632,19

**Tableau VII.44 : Economie financière réalisée suite à la substitution des lampes.**

L'économie financière annuelle obtenue suite à la substitution du type de lampes pour l'éclairage total de la STEP est estimée à **109632.19 DA**.

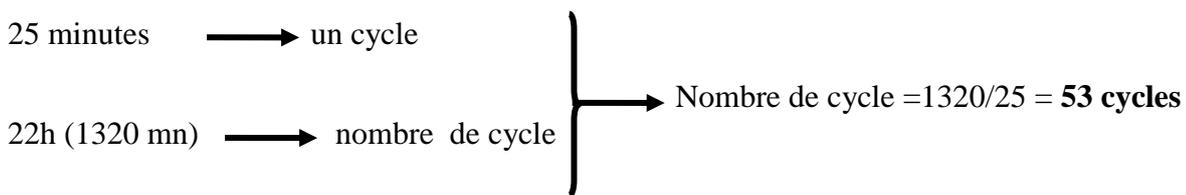
## VII.4.2 Le traitement biologique :

- **La réduction de la Consommation et du coût de l'énergie électrique :**

Le traitement biologique représente la plus grande consommation avec 71% de la consommation électrique globale de la STEP. Donc, c'est dans cette étape du traitement où il faut qu'on trouve des solutions pour réduire la consommation électrique.

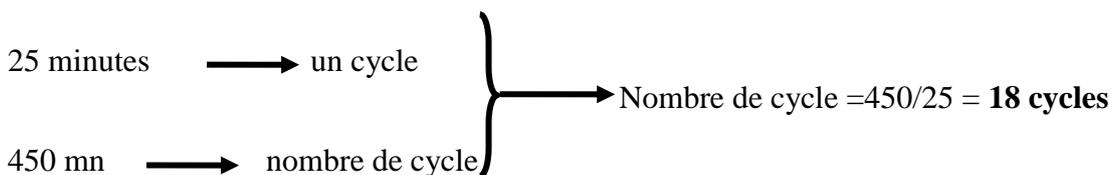
On a proposé d'augmenté le temps d'un cycle d'aérateur. Où on a recalculé la durée du fonctionnement des aérateurs ainsi que la consommation et le coût électrique.

**Définition du nouveau cycle :** le nouveau cycle représente le temps de fonctionnement continu d'un aérateur auquel on ajoute le temps d'arrêt. Cycle = 15 + 10 = 25 minutes.



### Répartition des nouveaux cycles par tranche :

- **Heures pleines : 7 heures et 30 minutes**

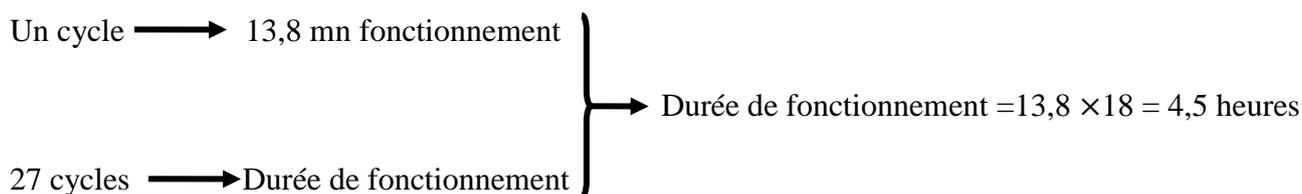


- **Heures pleines : 12 heures et 30 minutes, ce qui équivaut à 30 cycles (de la même manière que précédemment)**

# CHAPITRE VII : EVALUATION LA CONSOMMATION ELECTRIQUES ET LE COUT DE FONCTIONNEMENT

- Heures de pointe : 2 heures ce qui équivaut à 5 cycles.

Répartition de nouvelles durées de fonctionnement par tranche :



- Heures pleines : de la même manière

Durée de fonctionnement = 7 heures et 30 minutes

- Heures de pointe : de la même manière

Durée de fonctionnement = 01 heure et 15 minutes

Le tableau suivant représente la consommation électrique son coût durant le fonctionnement des six aérateurs :

Temps de fonctionnement (h)			Consommation électrique (kWh/jour)				Coût (DA/jour)			
Pointe	Pleine	creuse	Pointe	Pleine	creuse	total	Pointe	pleine	creuse	total
1,25	7,50	4,50	82,50	495	297	874,5	599,51	799,28	253,43	1652,22

Tableau VIII.45 : Consommation électrique journalière moyenne et coût journalier des aérateurs.

## VIII.4.3 Synthèse des résultats du traitement biologique :

TRAITEMENT BIOLOGIQUE	CONSOMMATION ELECTRIQUE			COUT		
	Journalière (kWh)	Mensuelle (kWh)	Annuelle (kWh)	Journalier (DA)	Mensuel (DA)	Annuel (DA)
Aérateur ligne 1	874,50	26593,54	319122,54	1652,22	50244,01	602928,12
Aérateur ligne 2	874,50	26593,54	319122,54	1652,22	50244,01	602928,12
<b>Total</b>	1749	53187,08	638245,08	3304,44	100488,02	1205856,24

Tableau VIII.46 : Consommation électrique et coût du traitement biologique.

(Mode 1 : c'est le mode de fonctionnement avec l'ancien cycle = 16,7 minutes).

(Mode 2 : c'est le mode de fonctionnement avec le nouveau cycle = 25 minutes).

## CHAPITRE VII : EVALUATION LA CONSOMMATION ELECTRIQUES ET LE COUT DE FONCTIONNEMENT

TRAITEMENT BIOLOGIQUE	CONSOMMATION ELECTRIQUE			COUT		
	Journalière (kWh)	Mensuelle (kWh)	Annuelle (kWh)	Journalier (DA)	Mensuel (DA)	Annuel (DA)
<b>Mode 1</b>	2398,44	72936,56	875238,42	4449,80	135318,4 2	1623821,04
<b>Mode 2</b>	1749	53187,08	638245,08	3304,44	100488,0 2	1205856,24
<b>Economie réalisée</b>	649,44	19749,48	236993,34	1145,36	34830,4	417964,8

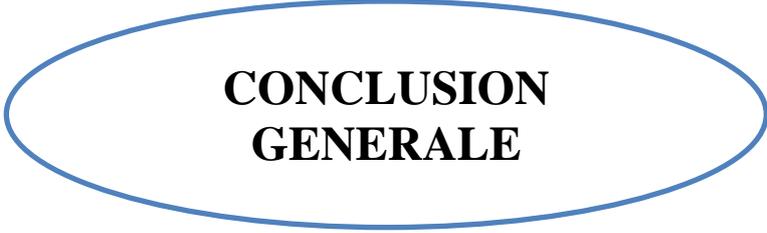
**Tableau VIII.47 : Comparatif énergétique et financière entre les deux méthodes du fonctionnement.**

### Conclusion :

L'économie financière annuelle obtenue après l'utilisation du mode de fonctionnement avec le nouveau cycle = 25 minutes, est estimé à 417964,8 DA.

### Remarque :

Détermination du coût de fonctionnement de l'efficacité, nous avons pris somme données de calcul aux de la STEP de Chenoua et en les extrapolant à celle d'Ain Tagourait qui présente les mêmes caractéristique technique.



**CONCLUSION  
GENERALE**

# CONCLUSION GENERALE

## Conclusion générale :

Notre d'étude nous a permis de voir les limites de la STEP dont les procédées est les boues activées et ces après avoir étudié le coût de consommation d'électricité lors de chaque étape du procédé de traitement des EU.

En effet, bien que nous avons prix les données techniques de la station Chenoua, Les contraintes relatives à l'emplacement de l'ouvrage et les paramètres y' affairent ne nous ont pas permis de mieux calculer les cotes radiers et les cotes piézométriques des différents ouvrages.

Nous pensons qu'une future étude serait indispensable pour compléter notre étude et mieux assurer le dimensionnement de cette station qui a notre avis permettra de contrôler les 10 rejets de la ville d'Ain Tagourait.

La réalisation de la STEP de la ville d'Ain Tagourait va permettre résoudre le problème de déversement des rejets polluants dans la mer et ce vu la vocation agricole et piscicole de la ville ce qui explique la nécessité de son installation.

Elle va traiter un volume de rejet avoisinant  $51853,25 \text{ m}^3/\text{j}$  (horizon 2050) soit 30409EH.

Son coût de fonctionnement notamment de l'électricité :

Mode 1 : 875.238,42 kwh/an soit 1.623.821,04 DA

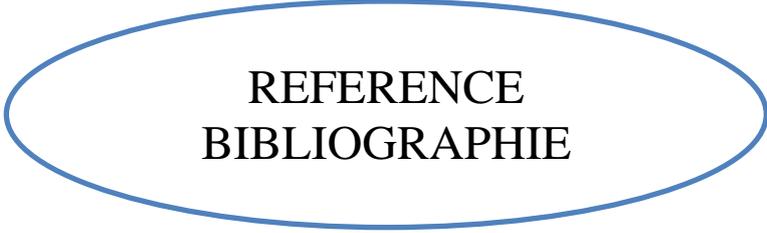
Mode 2 : 638.245,08 kwh/an soit 1.205.856,24 DA après la réduction

Comparé à d'autres établissements d'autres secteurs ce coût paraît raisonnable.

Le cadre de vie agréable se paie.

Parmi les recommandations qui nous paraissent utiles à la performance de la station et protection de l'environnement il est souhaitable :

- L'utilisation de l'énergie solaire qui constitue un moyen efficace de réduire la consommation électrique conventionnelle de la STEP. En effet l'électricité produite à partir des panneaux photovoltaïques pourrait couvrir une partie des besoins électriques de la station.
- Utilisation la boue activée un tant qu'un engrais organique.
- Réutilisation les eaux résiduaires à l'activité de l'irrigation.



**REFERENCE  
BIBLIOGRAPHIE**

## **Les références bibliographiques :**

[1] **Société des Eaux et de l'Assainissement d'Alger** : Localisation de site d'implantation de la station, Qualité des rejets, station de pompes nécessaires au transfert vers la future STEP, Alimentation en eau potable et Le réseau d'assainissement.

[2] **Agence National des Ressources Hydrique** : Les données climatologie.

[3] **Direction des Ressources d'Eau** : Les ressources hydriques.

[4] **KHOUALDI AZIZ, (2012)** : étude du réseau d'adduction d'AEP des 17 communes de Tipaza

## **Chapitre II : Les origines et caractéristiques des eaux résiduaires :**

### **LES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :**

[1] **B. RAHOU KADA, (2014)** : «Evaluation des performances des aérateurs de surface de la STEP d'El-kerma ORAN». Mémoire de master, département de génie chimie, université d'Oran.

[2] **C. Bliefert & R. PERRAUD** : «Chimie de l'environnement : Air, Eau, Sols, Déchets». Edition de boeck, 200, 477 p.

[3] **Vigouroux D**, 1982 «cours d'épuration des eaux résiduaires » I.G.R.E.F. France.

[4] **C. GOMELLA & H. GUERRE, (1978)** : «Le traitement des eaux publiques, industrielles et Privées», Ed. Eyrolles, Paris, 262 p.

[6] **Y. LIBES, (2010)** : «Les eaux usées et leur épuration».

[7] **F. BOUASSABA, (2013)** : «Etude et dimensionnement d'une station d'épuration des eaux usées de l'agglomération urbaine de Sfisif (wilaya de Sidi Bel Abbes)». Projet de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de master en hydraulique, université Abou Bakr Belkaid-Tlemcen.

[8] **I. MEDJIAH, (2014)** : «Etude et évaluation de performance au long de la station d'épuration de la ville de TIPAZA». Projet de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de master en hydraulique, Université des Sciences et de la Technologie HOUARI BOUMEDIENE.

### **Les référencées webographies :**

[5] [www.actu-environnement.com/ae/dictionnaire\\_environnement/](http://www.actu-environnement.com/ae/dictionnaire_environnement/), (consulté le 02/01/2017).

[9] [www.actu-environnement.com/ae/dictionnaire\\_environnement/definition/equivalent-habitant](http://www.actu-environnement.com/ae/dictionnaire_environnement/definition/equivalent-habitant).

### **Chapitre III : Les procédés d'épuration des eaux usées :**

#### **Les références bibliographiques :**

[1] **Saggai M M, (2004)**, Contribution à l'étude d'un System d'épuration à plantes macrophytes pour les eaux usées de la ville de Ouargla. Mémoire. Magister. Univ. Ouargla.64p.

[2] **Bekkouche M, Zidane F, (2004)**, Conception d'une station d'épuration des eaux usées de la ville d'Ouargla par lagunage. Mémoire Ingénieure. Hydraulique saharienne. Univ. D'Ouargla.67p.

[3] **Banzaoui N Et Elbouz F, (2009)**, Epuration des eaux usées par les procédés des boues activées au niveau de la commune de Touggourt. Mem.Ing. chimie.Univ. D'Annaba.

[4] **Ladjel F, (2006)**, Exploitation d'une station d'épuration à boue activée niveau 02. Centre de formation au métier de l'assainissement. CFMA-Boumerdes. 80p.

[5] **Telli Sidi Mohamed, (2013)**, Etude sur la valorisation par séchage solaire Des boues d'épuration des Eaux urbaines – cas de la station d'Office Nationale d'Assainissement (ONA)- Tlemcen, mémoire master génie énergétique université de Tlemcen.

[47] **Hadjou Belaid Z,(2013)**, « Contribution à l'étude des dysfonctionnements relevés dans une station d'épuration, étude du cas : STEP d'Ain El Houtz », Mémoire de master en hydraulique, Université Abou-Bakr Belkaid de Tlemcen.

[48] **Faiza Mekhalif, (2009)**. Réutilisation des eaux résiduaires industrielles épurées comme eau d'appoint dans un circuit de refroidissement.

[7]**Gaid A, (1984)**, « Épuration biologique des eaux usées urbaines tome I », édition OPU, Alger.

[9]**Benzaoui. N et Elbous. F. 2009** : Epuration des eaux usées par les procédés des boues activées au niveau de la commune de Touggourt, Mémoire .Ingénieur, chimie. Université d'Annaba

[10] **Metahri M S ,2012** : élimination simulation, de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées par des procédés mixtes .cas de la STEP Est de la ville de Tizi-Ouzou, obtention de diplôme de master.

[11]**Lakhdari Bouazza**, effet de la coagulation-floculation sur la qualité des eaux épurées de la STEP de Ain El Houtz, mémoire de Magister en chimie, Université de Tlemcen, **2011**, pp 106.

[12] **Cemagref, 2001** : dysfonctionnement biologique des stations d'épuration : origine et solution. (Diagnostic de fin d'étude pour obtention du certificat d'étude supérieur).

[13]**Chiban. M, 2010** : Elaboration et évaluation d'un nouveau procédé d'épuration des eaux : application à des solutions modèles et d'eaux domestiques et industrielles de la région d'Agadir, Edition universitaire européennes, USA, 272page..

[15]**Monchalain. G et Violet, 1999** : Réutilisation des eaux usées après traitement.

[16] **Faby J. A, Brissaud. F, 1997** : L'utilisation des eaux usées épurées en irrigation. Office International de l'Eau. 76p.

**[18] Menaceur. R et Saidj. K, 2013** : caractérisation des paramètres physico-chimiques et quantification des nutriments des eaux usées de la STEP est de la ville de Tizi-Ouzou, Mémoire d'Ingénieur d'état en agronomie, université-UMMTO.

**[19] Dauvergne. G ; 2007** : Mise en place d'indicateur de suivi et d'exploitation de station d'épuration. Mémoire de fin d'étude pour obtention du certificat d'étude supérieur).

**Les référencées webographies :**

**[17] [hmf.enseeiht.fr](http://hmf.enseeiht.fr)**