

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالمي و البحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE

جامعة احمد بوقره بومرداس



UNIVERSITE M'HMED BOUGARA DE BOUMERDES

FACULTE DES SCIENCES DE L'INGENIEUR

MEMOIRE DE PROJET DE FIN D'ETUDE EN VUE DE L'OBTENTION

DE MASTER EN GENIE DES PROCEDES

OPTION : TRAITEMENT DES EAUX

Thème

*Optimisation d'un procédé de traitement d'une  
filière biologique – STEP REGHAIA*

Présenté par :

M<sup>lle</sup> TOUABI LYNDA

M<sup>lle</sup> GACEM LEILA

Soutenu le : 02/07/2017 devant les jurys composé de :

M<sup>me</sup> OUSLIMANLN

M<sup>r</sup> AKSAS.H

M<sup>r</sup> BOURAGHDA.M

MCA

MCA

A.M.E

Présidente

Examinateur

Promoteur

Encadreur: M<sup>r</sup> HAMMOUNI.S

2016/2017

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالمي و البحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE

جامعة احمد بوقره بومرداس



UNIVERSITE M'HMED BOUGARA DE BOUMERDES

FACULTE DES SCIENCES DE L'INGENIEUR

MEMOIRE DE PROJET DE FIN D'ETUDE EN VUE DE L'OBTENTION

DE MASTER EN GENIE DES PROCEDES

OPTION : Génie de l'environnement

Thème

*Optimisation d'un procédé de traitement d'une  
filière biologique – STEP REGHAIA*

Présenté par :

M<sup>lle</sup> TOUABI LYNDA

M<sup>lle</sup> GACEM LEILA

Soutenu le : 02/07/2017 devant les jurys composé de :

M<sup>me</sup> OUSLIMANLN  
M<sup>r</sup> AKSAS.H  
M<sup>r</sup> BOURAGHDA.M

MCA  
MCA  
A.M.E

Présidente  
Examineur  
Promoteur

Encadreur: M<sup>r</sup> HAMMOUNI.S

2016/2017



### **Remerciement**

***En premier lieu, nous tenons à manifester notre louange à Dieu de nous avoir donné la volonté et la santé pour pouvoir achever ce travail, veuille-t-Il nous guider toujours dans le droit chemin.***

***Nous tenons à remercier vivement notre promoteur Mr. Massoud Bouraghda ainsi notre encadreur Mr. Hammouni said de leur avoir dirigé ce travail et surtout pour leur collaboration et leur conseils précieux.***

***Nous n'omettrons jamais d'exprimer toutes nos gratitudes à tout le staff de la station d'épuration SEEAL Réghaia de la wilaya d'Alger , qui n'ont épargné aucun effort pour que nos travaux se termine dans les bonnes conditions.***

***Nos plus sincères remerciements***

***A Mr. TASROUTI le responsable de laboratoire***

***Spécialement Aux enseignants de la filière du génie de l'environnement et traitement des eaux ainsi que tout le personnel du département et de la faculté de l'ingénieur INGM***

***Nous terminons ces remerciements en saluant vivement les membres du jury pour l'honneur qu'ils nous ont fait en acceptant de juger ce travail. Que tous ceux qui nous ont aidés trouvent ici l'expression de notre Gratitude.***



***Dédicace :***

***A mes parents, que dieu leur prête bonheur et longue vie***

***A mes combattantes et affectueuses tantes GHANJA, FARJDA, DALJLA à qui je dois tout pour leurs sacrifices, Pour leur éducation reçue et le soutien tant moral que financier le long de mon cursus scolaire, trouvez en ce travail le fruit de votre dévouement et votre patience et l'expression de mon profond amour***

***A la personne la plus chère a mon cœur \* Dodi \* qui a toujours était la à mes cotés pour m'encourager et me guider par ses précieuses conseils et qui ma souvent rappelé que la volonté fait les grand personnes. Aucun mot ni aucun signe peut décrire ma gratitude pour toi***

***A mes très chères sœurs Radia, Chahine, Sarah Kamālia***

***A mn cher et unique frère adoré Rabah***

***A mon ange Oussama la source de joie de notre famille***

***Et A toute personne qui ma soutenu***



### ***Dédicace***

***A mes chers parents qui ont fait l'impossible pour ma aide au niveau matériel et moral dans cette démarche d'enseignement avec ces précieux conseils et encouragement***

***A mes chers frères et chères Sœurs : MOURAD, MOUNJR, HAYET, JBTJSSAM aucun mot ne peut décrire votre implication dans mon épanouissement***

***A toute personne de la famille Touabi de petit à grand***

***A tous mes amis et mes proches le témoignage de l'amitié sincère et du soutien inébranlable.***

## Liste des figures :

### Chapitre IV :

<b>Figure N°01</b> : Image satellite de la STEP de Reghaia .....	30
<b>Figure N°02</b> : La chaine de traitement de la STEP .....	32
<b>Figure N°03</b> : bassin d'orage .....	33
<b>Figure N°04</b> : Dé-grilleur automatique .....	34
<b>Figure N°05</b> : Dé-grilleur manuel .....	35
<b>Figure N°06</b> : Dessablage _ Dégraissage .....	35
<b>Figure N°07</b> : décanteur primaire .....	37
<b>Figure N°08</b> : bassin d'aération .....	38
<b>Figure N°09</b> : clarificateur secondaire .....	37
<b>Figure N°10</b> : Cuve de stockage de $FeCl_3$ .....	38
<b>Figure N°11</b> : filtre plein pendant le fonctionnement .....	39
<b>Figure N°12</b> : filtre vide et a l'arrêt .....	39
<b>Figure N°13</b> : Assainissement de la zone Nord-ouest de la wilaya de Boumerdés .....	41

### **Liste des abréviations :**

**DBO5** : Demande biochimique en oxygène pendant 5 jours.

**DCO** : Demande chimique en oxygène.

**EB**: Eau usée brute.

**EE** : Eau épurée.

**ED** : eau décanté

**BR** : eau recyclé

**EC** : eau clarifié

**MES** : Matières en suspension.

**MMS** : Matières minérales en suspension.

**MVS** : Matières volatiles en suspension.

**MO** : Matière organique.

**N**: Azote.

**NGL** : Azote total.

**NTK** : Azote kjeldhal.

**NH<sub>4</sub><sup>+</sup>** : Azote ammoniacal.

**P** : Phosphore.

**PT**: Phosphore total.

**CT**: Coliformes totaux.

**CF** : Coliformes fécaux.

**STEP** : Station d'épuration.

## Liste des graphes

### Chapitre V :

Graphe N° 01	Variation de pH en fonction de temps	48
Graphe N° 02	Variation de T en fonction de temps	49
Graphe N° 03	Variation de [MES] en fonction de temps	50
Graphe N° 04	Variation de [DBO5] en fonction de temps	51
Graphe N° 05	Variation de [DCO] en fonction de temps	52
Graphe N° 06	Variation de [PO4] en fonction de temps	53
Graphe N° 07	Variation de [NTK] en fonction de temps	54

### Chapitre VI :

Graphe N° 08	Variation de pH en fonction de temps	57
Graphe N° 09	Variation de [MES] en fonction de temps	58
Graphe N° 10	Variation de [DBO5] en fonction de temps	59
Graphe N° 11	Variation de [DCO] en fonction de temps	60
Graphe N° 12	Variation de [PO4] en fonction de temps	61
Graphe N° 13	Variation de pH en fonction de temps	63
Graphe N° 14	Variation de [MES] en fonction de temps	64
Graphe N° 15	Variation de [DBO5] en fonction de temps	65

Graphe N° 16	Variation de [DCO] en fonction de temps	66
Graphe N° 17	Variation de [PO4] en fonction de temps	67
Chapitre VII :		
Graphe N° 18	Variation de pH en fonction de temps	70
Graphe N° 19	Variation de [MES] en fonction de temps	71
Graphe N° 20	Variation de [DBO5] en fonction de temps	72
Graphe N° 21	Variation de [DCO] en fonction de temps	72
Graphe N° 22	Variation de [PO4] en fonction de temps	73

## **Sommaire**

Liste des figures

Liste des graphes

Liste d'abréviation

## **Introduction générale**

### **Chapitre I : Généralités sur les eaux usées**

I.1 Introduction :.....	3
I.2 Définition :.....	3
I.3 origine des eaux usées : .....	3
I.3.1 origine industrielle :.....	4
I.3.2 origine domestique :.....	4
I.3.3 Les eaux agricoles :.....	5
I.3.4 Les eaux pluviales :.....	5
I.4. Caractéristiques des eaux usées :.....	5
I.4.1 Les paramètres physico-chimiques :.....	5
I.4.2. Les Paramètres Bactériologiques :.....	8

### **Chapitre II : Différents filières de traitement des eaux usées**

II.1 Traitement des eaux usées :.....	10
II.2 Objectif du traitement des eaux usées :.....	10
II.3 les filières de traitement des eaux usées :.....	10
II.3.1 Le prétraitement : .....	10
II.3.1.1 Dégrillage :.....	10
II.3.1.2 Dessablage :.....	11
II.3.1.3 Dégraissage-déshuilage :.....	11
II.3.2 Traitement primaire :.....	11
II.3.2.1 Décantation primaire :.....	11

II.3.2.2 Coagulation – Flocculation : .....	11
II.3.2.3 Flottation : .....	12
II.3.2.4 Filtration : .....	12
II.3.3 Traitement biologique ou le traitement secondaire : .....	12
II.3.4 traitement tertiaire : .....	12
II.4 Elimination de l’azote .....	13
II.4.1. Les forme de l’azote : .....	13
II.4.2. Principe d’élimination de l’azote par voie biologique : .....	13
II.5 Traitement et élimination des boues : .....	15

### **Chapitre III : Traitement biologique**

III.1. Introduction : .....	16
III.2. Les différents types du traitement biologique : .....	16
III.2.1. Technique intensifs : .....	16
III.2.1.1. Lits bactériens « filtres bactériens » : .....	17
III.2.1.2. Bio-filtres : .....	18
III.2.1.3. Disques biologiques : .....	19
III.2.1.4. Les boues activées : .....	20
III.2.2. Technique Extensifs : .....	21
III.2.2.1. Traitement biologique par lagunage : .....	21

### **Chapitre IV : La description de la chaine de traitement de la STEP**

IV.1 Introduction : .....	23
IV.2 Rappel historique de la STEP : .....	23
IV.3 Présentation de la zone d’étude : .....	23
IV.3.1 localisation : .....	23
IV.3.2 Capacité de traitement de la station : .....	24

IV.3.3 fonctionnement de la STEP de Reghaia : .....	26
IV.3.3.1 Arrivée des eaux brute et l'ouvrage de comptage : .....	27
IV.3.4 Traitement : .....	27
IV.3.4.1 Prétraitement : .....	27
IV.2.4.2. Traitement primaire : .....	29
IV.3.4.3 Traitement secondaire : .....	30
IV.3.4.4 Traitement tertiaire filtration : .....	32
IV.4 caractéristiques des eaux à traiter .....	33
IV.5 Charge hydraulique (pour le dimensionnement) : .....	34
IV.6 Charge polluante (entrée station existante) : .....	34
IV.8 Présences toxiques : .....	35
IV.9 Objectifs de rejet : .....	35
IV.10 Site réservé à la station : .....	36
<b>V. Partie expérimentale</b>	
V.1 Protocole d'échantillonnage : .....	38
V.2.1 caractéristiques des eaux brutes et épurées : .....	39
V.2.2.1.Evolution de pH en fonction de temps : .....	39
V.2.2.2 Evolution de la température : .....	40
V.2.2.3 Evolution de la concentration en MES en fonction de temps : .....	41
V.2.2.4 Evolution de la demande biochimique en oxygène : .....	42
V.2.2.5 Evolution de la demande chimique en oxygène : .....	43
V.2.2.6 Evolution de phosphore en fonction de temps : .....	44
V.2.2.7 Evolution d'azote Kjdehal NTK .....	44
<b>Chapitre VI: Optimisation de la décantation</b>	
VI.1. Essai de décantation primaire : .....	46
VI.1.1. Essai de décantation avec polymère : .....	47
VI.1.2 Essai de décantation primaire sans polymère : .....	52
Conclusion .....	57

## **Chapitre VII : Epaissement par floculation**

A- Résultats d'analyse de l'épaississement pour l'eau décanté : .....	68
B- Résultats d'analyse de l'épaississement de l'eau clarifié :.....	68
VII. 1 Evolution de pH en fonction de temps :.....	69
VII. 2 Evolution de [MES] en fonction de temps :.....	70
VII.3 Evolution de [DBO5] et [DCO] en fonction de temps (épaississement).....	71
VII.4 Evolution de phosphates en fonction de temps :.....	72

## **Conclusion générale**

Bibliographie

Annexe

## Table des matières

Sommaire

Liste des figures

Liste des graphes

Liste d'abréviation

Introduction générale .....	1
Chapitre I : Généralités sur les eaux usées .....	3
I.1 Introduction : .....	3
I.2 Définition : .....	3
I.3 origine des eaux usées : .....	3
I.3.1 origine industrielle : .....	4
I.3.2 origine domestique : .....	5
I.3.3 Les eaux agricoles : .....	
I.3.4 Les eaux pluviales : .....	5
I.4. Caractéristiques des eaux usées : .....	6
I.4.1 Les paramètres physico-chimiques : .....	6
I.4.2. Les Paramètres Bactériologiques : .....	
Chapitre II : Différents filières de traitement des eaux usées .....	12
II.1 Traitement des eaux usées : .....	12
II.2 Objectif du traitement des eaux usées : .....	12
II.3 les filières de traitement des eaux usées : .....	12
II.3.1 Le prétraitement : .....	12
II.3.1.1 Dégrillage : .....	13
II.3.1.2 Dessablage : .....	13
II.3.1.3 Dégraissage-déshuilage : .....	13
II.3.2 Traitement primaire : .....	14
II.3.2.1 Décantation primaire : .....	14
II.3.2.2 Coagulation – Flocculation : .....	14
II.3.2.3 Flottation : .....	14
II.3.2.4 Filtration : .....	14
II.3.3 Traitement biologique ou le traitement secondaire : .....	15

II.3.4 traitement tertiaire :.....	15
II.4 Elimination de l'azote.....	16
II.4.1. Les forme de l'azote : .....	16
II.4.2. Principe d'élimination de l'azote par voie biologique :.....	17
II.5 Traitement et élimination des boues :.....	19
Chapitre III : Traitement biologique .....	20
III.1. Introduction :.....	20
III.2. Les différents types du traitement biologique :.....	21
III.2.1. Technique intensifs :.....	21
III.2.1.1. Lits bactériens « filtres bactériens » :.....	21
III.2.1.2. Bio-filtres : .....	23
III.2.1.3. Disques biologiques : .....	24
III.2.1.4. Les boues activées :.....	25
III.2.2. Technique Extensifs : .....	26
III.2.2.1. Traitement biologique par lagunaange.....	27
Chapitre IV : La description de la chaine de traitement de la STEP.....	29
IV.1 Introduction :.....	29
IV.2 Rappel historique de la STEP : .....	29
IV.3 Présentation de la zone d'étude : .....	30
IV.3.1 localisation : .....	30
IV.3.2 Capacité de traitement de la station :.....	31
IV.3.3 fonctionnement de la STEP de Reghaia :.....	32
IV.3.3.1 Arrivée des eaux brute et l'ouvrage de comptage : .....	33
IV.3.4 Traitement : .....	33
IV.3.4.1 Prétraitement :.....	33
IV.2.4.2. Traitement primaire : .....	35
IV.3.4.3 Traitement secondaire :.....	36
IV.3.4.4 Traitement tertiaire filtration : .....	38
IV.4 caractéristiques des eaux à traiter .....	40

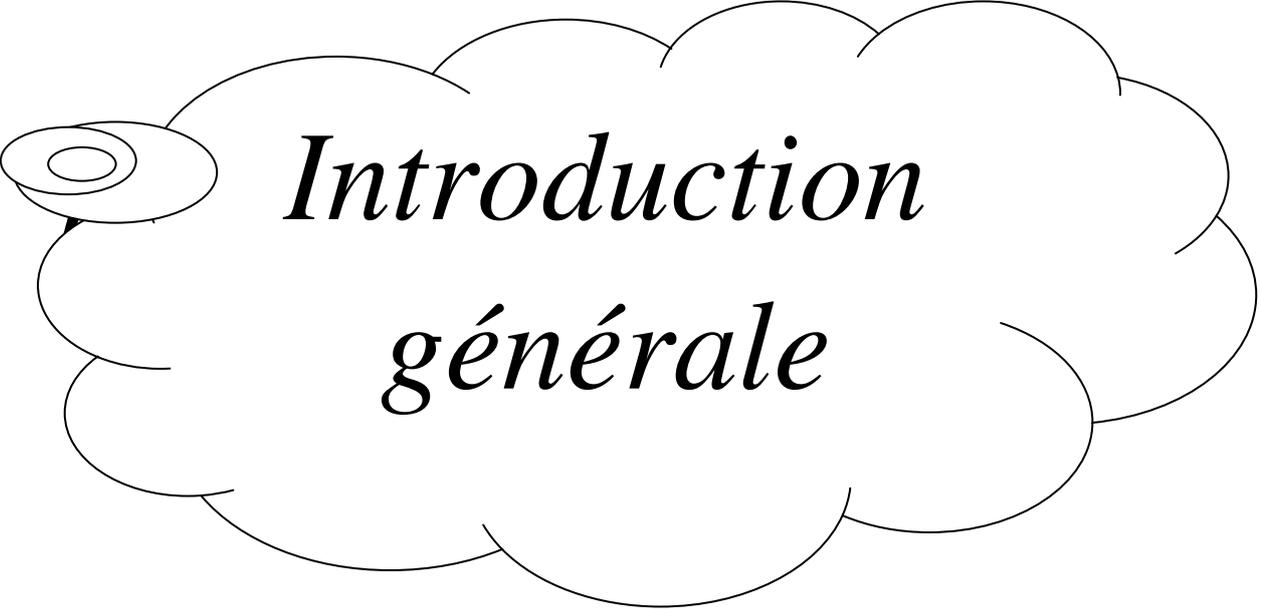
IV.5 Charge hydraulique (pour le dimensionnement) :	41
IV.6 Charge polluante (entrée station existante) :	41
IV.7 Rendements d'élimination maximum sur les ouvrages existants.....	42
IV.8 Présences toxiques :	42
IV.9 Objectifs de rejet :	43
IV.10 Site réservé à la station :	44
V. Partie expérimentale .....	45
V.1 Protocole d'échantillonnage :	45
V.2.1 caractéristiques des eaux brutes et épurées :	46
V.2.2.1.Evolution de pH en fonction de temps :	46
V.2.2.2 Evolution de la température :	48
V.2.2.3 Evolution de la concentration en MES en fonction de temps :	49
V.2.2.4 Evolution de la demande biochimique en oxygène :	50
V.2.2.5 Evolution de la demande chimique en oxygène :	51
V.2.2.6 Evolution de phosphore en fonction de temps :	52
V.2.2.7 Evolution d'azote Kjdehal NTK :	52
Chapitre VI: Optimisation de la décantation :	54
VI.1. Essai de décantation primaire :	54
VI.1.1. Essai de décantation avec polymère :	54
VI.1.1.1 Evolution de Ph en fonction de temps (avec polymère).....	56
IV.1.1.2 Evolution de MES en fonction de temps (avec polymère).....	57
IV.1.1.3 Evolution de la DBO5 en fonction de temps (avec polymère)...	58
VI.1.1.4 Evolution de la DCO en fonction de temps (avec polymère).....	59
VI.1.1.5 Evolution de phosphate en fonction de temps (avec polymère).....	60
VI.1.2 Essai de décantation primaire sans polymère :	61

VI.1.2.1 Evolution de pH en fonction de temps (sans polymère).....	61
IV.1.2.2 Evolution de MES en fonction de temps (sans polymère).....	62
IV.1.2.3 Evolution de la DBO5 en fonction de temps (sans polymère).....	63
VI.1.2.4 Evolution de la DCO en fonction de temps (sans polymère).....	64
VI.1.2.5 Evolution de phosphate en fonction de temps (sans polymère).....	65
Conclusion .	66

Chapitre VII : Epaississement par floculation :	68
VII. 1 Evolution de pH en fonction de temps :	69
VII. 2 Evolution de [MES] en fonction de temps :	70
VII.3 Evolution de [DBO5] et [DCO] en fonction de temps (épaississement).....	71
VII.4 Evolution de phosphates en fonction de temps :	72
<b>Conclusion générale.....</b>	<b>73</b>

Bibliographie

Annexe



*Introduction  
générale*

**Introduction :**

L'eau joue dans la vie humaine animale ou végétale et dans l'évaluation des sociétés, un rôle essentiel. Pour vivre et pour les activistes humaines a été et demeurera toujours un utilisateur de l'eau. L'utilisation de l'eau peut représenter de grave danger pour l'environnement et pour la santé humaine.

A ces dangers s'ajoutent ceux des pollutions des eaux << usées >> déversées par les activités domestiques, agricoles et industrielles. Ces pollutions constituent les plus graves de la crise de l'environnement.

On remarque que les sociétés développées ont pris progressivement constituent des impacts immédiats ou différés que les activités humaines, au sens la plus large, exercent sur la qualité d'environnement. Nous somme de plus en plus nombreux a nous soucier de préserver la qualité de ce que nous entour, et notamment de l'eau Or, utiliser l'eau, c'est accepter de polluer. Toute actives, quelle soit domestique, agricole ou encore industrielle, Engendre des rejets polluants indésirables. Il faut dans continuellement chercher a protéger cette ressource.

Pour réduire la qualité des eaux superficielles impose un traitement de plus en plus poussé des eaux résiduaires urbaines. L'épuration des eaux ne vise plus seulement l'élimination du carbone organique mais aussi de l'azote et du phosphore.

Un apport excessif de ces éléments nutritifs, naturellement présents en grande quantité dans les eaux, entraine le développement d'algues et de plantes aquatique dans les lacs et les revires.

Les eaux usée qu'elles soient industrielle ou domestique ne devraient pas être directement rejetées dans le milieu naturel, car elles peuvent cause des effets nocif environnementaux et de santé publique. le traitement ou l'épuration des

eaux usées a donc pour but de réduire la charge polluante qu'elle véhiculent. Pour conséquent elles devrait être dirigées vers les station d'épuration dans le rôle est de concentrer la pollution contenue dans les eaux usées sous la forme d'un petit volume de résidu, les boues, et de rejeter une eau épurée répondant a des normes bien précises, et cela grâce a des procédés physico-chimiques ou biologique.

Cette étude s'articule autour de deux grandes parties :

La première se rapporte à une synthèse bibliographique. Elle est subdivisée de la partie théorique.

La deuxième c'est la partie pratique présente les méthodes d'analyses suivies pour les compartiments eau et le matériel utilisé. Et traite les résultats obtenus avec discussions, complétée par des perspectives de valorisation et des recommandations. Le tout est couronné par une conclusion générale.



# *Chapitre I*

## Chapitre I : Généralités sur les eaux usées

### I.1 Introduction :

Les eaux résiduaires ou eaux usées sont des eaux chargées de résidus, solubles ou non ; provenant de l'activité humaine par les utilisations domestiques, les entreprises industrielles, agricoles et autres. On englobe aussi les eaux de pluie qui s'écoulent dans ces canalisations. Ces eaux représentent une faible fraction du volume des ressources en eau utilisables mais leur qualité très médiocre exige une épuration avant leur rejet dans le milieu naturel. Quelque soient les moyens techniques mis en œuvre pour assurer un traitement ou une dépollution d'eaux usées, il est impératif de connaître de manière approfondie les caractéristiques des eaux à traiter.

### I.2 Définition :

En parlant de l'eau usée il s'emble important d'avoir une idée sur sa définition, son origine et ses caractéristique, ainsi que les différentes méthodes utilisées pour son épuration.

Une eau usée est généralement un mélange de matières polluantes répondant à ces catégories, dispersées ou dissoutes dans l'eau qui a servi aux besoins domestique ou industriels.

Donc sous la terminologie d'eau résiduaire, on groupe des eaux d'origines très diverse qui on perdu leurs puretés. C'est-a-dire leurs propriété naturelles par l'effet des polluants après avoir été utilisées dans des activités humaines. [1]

### I.3 origine des eaux usées :

D'après ROUDIER et AL (2005), on peut classer come eaux usées, les eaux d'origine urbaines constituées par des eaux ménagères, les eaux vannes chargées de fèces et urines, toute cette masse d'effluents est plus ou moins diluée par les eaux de lavage de

la voirie et les eaux pluviales. Peuvent s'y ajouter suivant les cas les eaux d'origine industrielles et agricole.

L'eau, ainsi collecté dans un réseau d'égout, apparaît comme un liquide trouble, généralement grisâtre, contenant des matières en suspension d'origine minérale et organique à des teneurs extrêmement variables.[2]

En plus des eaux des pluies, les eaux résiduaires d'origine industrielle d'extrême diversité. Donc les eaux résiduaires urbaines sont constituée par :

- Des eaux résiduaires ou eaux usées d'origine domestique, industrielles et/ou agricole.
- Des eaux pluviales ou ruissellement urbaine.

### **I.3.1 origine industrielle :**

Les déchets et les effluents industriels définissent largement la qualité et le taux de pollution de ces eaux usées.

Les établissements industriels utilisent une quantité importante d'eau qui tout en restant nécessaire à leur bonne marche, n'est réellement consommée qu'en très faible partie le reste est rejeté.[3]

On peut néanmoins, faire un classement des principaux rejets industriels suivant la nature des inconvénients qu'ils déversent :

- Pollution due aux matières en suspension minérales (Lavage de charbon, carrière, tamisage du sable et gravier, industries productrices d'engrais phosphatés...).
- Pollution due aux matières en solution minérales (usine de décapage galvanisation...).

- Pollution due aux matières organiques et graisses (industries agroalimentaires, équarrissages, pâte à papier..).
- Pollution due aux rejets hydrocarbonés et chimiques divers (raffineries de pétrole, porcherie, produits pharmaceutiques.....).
- Pollution due aux rejets toxiques (déchets radioactifs non traités, effluents radioactifs des industries nucléaires....).

Les eaux résiduaires d'origine industrielle ont généralement une composition plus spécifique et directement liée au type d'industrie considérée.

Indépendamment de la charge de la pollution organique ou minérale, de leur caractère putrescible ou non, elles peuvent présenter des caractéristiques de toxicité propres liées aux produits chimiques transportés.

### **I.3.2 origine domestique :**

Ces eaux sont généralement formées du sous-produit d'une utilisation humaine, domestique, industrielle, artisanale, agricole ou autre d'où l'usage du terme 'eaux usées'. Elles sont composées de plusieurs effluents caractéristiques de la ville. Dans la plupart des pays et en particulier dans les milieux urbanisés, les eaux usées sont collectées et acheminées par un réseau d'égout (ou réseau d'assainissement ou anciennement « tout à l'égout »), soit jusqu'à une station de traitement, soit jusqu'à un site autonome de traitement (assainissement non collectif).[4]

### **I.3.3 Les eaux agricoles :**

L'agriculture est une source de pollution des eaux qui n'est pas du tout négligeable car elle apporte les engrais et les pesticides. Elle est la cause essentielle des pollutions diffuses.[5]

### **I.3.4 Les eaux pluviales :**

Elles peuvent aussi constituer une source de pollution importante 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, résidus de pneus et métaux lourds...).[5]

#### **I.4. Caractéristiques des eaux usées :**

Les normes de rejet des eaux usées fixent des indicateurs de qualité physico-chimique et biologique. Ce potentiel de pollution généralement exprimé en mg/l est quantifié et apprécié par une série d'analyses. Certains de ces paramètres sont indicateurs de modifications que cette eau sera susceptible d'apporter aux milieux naturels récepteurs.

Pour les effluents domestiques, industriels et naturels, on peut retenir les analyses suivantes :

##### **I.4.1 Les paramètres physico-chimiques :**

Ils résultent de l'introduction dans un milieu de substances conduisant à son altération, se traduisant généralement par des modifications des caractéristiques physico-chimiques du milieu récepteur de ces paramètres.

###### **I.4.1.1 La température :**

La température est un facteur écologique important d u milieu. Son élévation peut perturber fortement la vie aquatique (pollution thermique). Certains rejets présentent des écarts de température importants avec le milieu récepteur : ce sont par exemple, les eaux de refroidissement des centrales nucléaires thermiques induisant ainsi une forte perturbation du milieu. La température est mesurée par thermo-sonde (ou par thermomètre).[6]

###### **I.4.1.2 Potentiel d'hydrogène (pH) :**

Le pH est un paramètre qui permet de mesurer l'acidité, l'alcalinité ou la basicité d'une eau. L'influence du pH se fait également ressentir par le rôle qu'il exerce sur les autres éléments comme les ions des métaux dont il peut diminuer ou augmenter leur

mobilité en solution bio disponible et donc leur toxicité. Le pH joue également un rôle important dans l'épuration d'un effluent et le développement bactérien.[7]

#### **I.4.1.3 La turbidité :**

La turbidité est inversement proportionnelle à la transparence de l'eau, elle est de loin le paramètre de pollution indiquant la présence de la matière organique ou minérale sous forme colloïdale en suspension dans les eaux usées. Elle varie suivant les matières en suspension (MES) présentes dans l'eau.

#### **I.4.1.4 Les matières en suspension (MES) :**

Elles représentent la fraction constituée par l'ensemble des particules organiques (MVS) et minérales (MMS) non dissoutes de la pollution. Elles constituent un paramètre important qui marque bien le degré de pollution d'un effluent urbain ou même industriel. [8]

Les MES s'expriment par la relation suivante :

$$\text{MES} = 30\% \text{ MMS} + 70\% \text{ MVS}$$

##### ➤ **Les matières volatiles en suspension (MVS) :**

Elles représentent la fraction organique des MES et sont obtenues par calcination de ces MES à 525°C pendant 2 heures. La différence de poids entre les MES à 105°C et les MES à 525°C donne la « perte au feu » et correspond à la teneur en MVS en (mg/l) d'une eau.

##### ➤ **Les matières minérales (MMS) :**

Elles représentent le résultat d'une évaporation totale de l'eau, c'est-à-dire son « extrait sec » constitué à la fois par les matières en suspension et les matières solubles telles que les chlorures, les phosphates, etc.

Elles représentent la différence entre les matières en suspension (MES) et les matières volatiles en suspension (MVS) et correspondent à la présence de sel, et de silice.

L'abondance des matières minérales en suspension dans l'eau augmente la turbidité, réduit la luminosité et par ce fait abaisse la productivité d'un cours d'eau, entraînant ainsi une chute en oxygène dissous et freinant les phénomènes photosynthétiques qui contribuent à la ré-aération de l'eau. Ce phénomène peut être accéléré par la présence d'une forte proportion de matières organiques consommatrices d'oxygène.[9]

#### **I.4.1.5 La Conductivité :**

La conductivité est la propriété que possède une eau de favoriser le passage d'un courant électrique. Elle est due à la présence dans le milieu d'ions qui sont mobiles dans un champ électrique. Elle dépend de la nature de ces ions dissous et de leurs concentrations. L'unité de conductivité est le Siemens par mètre (S/m).[10]

#### **I.4.1.6 La Demande Biochimique en Oxygène (DBO<sub>5</sub>) :**

La DBO<sub>5</sub> est la quantité d'oxygène consommée par les bactéries, à 20°C, à l'obscurité et pendant 5 jours d'incubation d'un échantillon préalablementensemencé. Ce temps assure l'oxydation biologique d'une fraction de matière organique carbonée [11]. Ce paramètre mesure la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction des matières organiques grâce aux phénomènes d'oxydation par voie aérobie selon la réaction chimique suivante :



#### **I.4.1.7 La Demande Chimique en Oxygène (DCO) :**

La demande chimique en oxygène (DCO), exprimée en mg d'(O<sub>2</sub>)/l, correspond à la quantité d'oxygène nécessaire pour la dégradation par voie chimique et dans des conditions définies de la matière organique ou inorganique contenue dans l'eau. Elle représente donc la teneur totale de l'eau en matières oxydables.[11]

**I.4.1.8 La Notion de Biodégradabilité :**

La biodégradabilité traduit la capacité d'un effluent aqueux à être décomposé ou oxydé par les microorganismes qui interviennent dans les processus d'épurations biologique des eaux, la biodégradabilité est exprimée par un coefficient k :

$$K = DCO / DBO_5$$

Si :

- ✓  $K < 1.5$  l'effluent est biodégradable.
- ✓  $1.5 < k < 2.5$  l'effluent est moyennement biodégradable.
- ✓  $K > 2.5$  l'effluent n'est pas biodégradable.

**I.4.1.9. La Matière Organique (MO) :**

C'est un paramètre utilisé pour caractériser la pollution organique de l'eau. La relation empirique de la matière organique (MO) en fonction de la  $DBO_5$  et la DCO est donnée par l'équation suivante :

$$MO = (2 DBO_2 + DCO) / 3$$

**I.4.1.10. Matières Azotées:**

L'azote rencontré dans les eaux usées peut avoir un caractère organique ou minéral, il se présente sous quatre formes:

- ✓ L'azote organique se transforme en azote ammoniacal.
- ✓ L'azote ammoniacal ( $N-NH_4^+$ ) traduit un processus d'ammonification de la matière organique azotée. Les ions ammoniums subissent une nitrification par action des bactéries nitrifiantes.
- ✓ L'azote nitreux ( $N-NO_2^-$ ) provient d'une oxydation incomplète de l'azote ammoniacal ou par une réduction des nitrates par dénitrification. Les nitrites sont instables et sont rapidement transformés en nitrates.
- ✓ L'azote nitrique ( $N-NO_3^-$ ) est produit par nitrification de l'azote ammoniacal. il joue un rôle important dans le développement des algues et participe au

phénomène d'eutrophisation. En plus de la toxicité de la forme ammoniacale et nitrique l'azote intervient dans le phénomène de l'eutrophisation. Donc, sa caractérisation et sa quantification sont primordiales pour les rejets liquides dans le milieu naturel.

#### **I.4.1.11. Le phosphore :**

Le phosphore peut exister dans les eaux en solution ou en suspension à l'état minéral ou organique. Les composés phosphorés qui, sans hydrolyse ou minéralisation répondent au test de spectrophotométrie sont considérés comme étant des ortho phosphates.

L'hydrolyse en milieu acide fait apparaître le phosphore hydrolysable et la minéralisation le phosphore organique. Chaque fraction (phosphore en solution ou en suspension) peut être séparée analytiquement en ortho phosphates, phosphore hydrolysable et phosphore organique. Suivant les cas, la teneur en phosphates peut être exprimée en mg/L de  $\text{PO}_4^{-3}$  ou de  $\text{P}_2\text{O}_5$ . [12]

#### **I.4.2. Les Paramètres Bactériologiques :**

Les bactéries sont couramment recherchées dans l'eau principalement comme témoins de contamination fécale.

##### **I.4.2.1. Les Coliformes Totaux (CT) :**

Les coliformes sont des bâtonnets anaérobies facultatifs, gram (-) non sporulant permettant l'hydrolyse du lactose à 35°C. Les coliformes regroupent les genres Escherichia, Nitrobacters, Entérobactéries, Klébsiella, Yersinia, Serrait, La recherche et le dénombrement de l'ensemble des coliformes (coliformes totaux). sans préjuger de leur appartenance taxonomique et de leur origine sont capiteux pour la vérification de l'efficacité d'un traitement désinfectant et d'un intérêt nuancé pour déceler une contamination d'origine fécale.

**I.4.2.2. Les Coliformes Fécaux (CF) :**

Les coliformes fécaux, ou coliformes thermo-tolérants sont un sous-groupe des coliformes totaux capables de fermenter le lactose à une température de 44°C. Ce sont de bâtonnets Gram (-), aérobies et facultativement anaérobies ; non sporulants. On les désigne souvent sous le nom d'*Escherichia Col4i* bien que le groupe comporte plusieurs souches différentes (*Citrobacter freundii*, *Entérobacter aérogènes*, *KJebsiella pneumoniiae* ...etc.) . La recherche et le dénombrement des coliformes fécaux est un examen proposé en raison d'une concordance statistique entre leur présence et l'existence d'une contamination fécale quasi certaine.[13]

**I.4.2.3. Les Streptocoques fécaux :**

Sont considérées comme streptocoques fécaux toutes les bactéries Gram (+) de forme oblongue ou de cocci sphériques légèrement ovales. Elles se disposent le plus souvent, en diplocoques ou en chainettes.





*Chapitre II*

---

## **Chapitre II : Différents filières de traitement des eaux usées**

### **II.1 Traitement des eaux usées :**

Avant tout procédé d'évacuation ou réutilisation des eaux usées, le traitement de ces dernières est nécessaire pour protéger l'environnement et la santé publique ainsi que la santé animale de tout danger. L'épuration des eaux usées consiste à décanter les éléments polluants particuliers et à extraire les éléments dissous qui sont transformés en matière sédimentable suite à un traitement approprié. Ainsi, à la sortie de la station, il résulte d'une part une eau épurée rejetée dans le milieu naturel et d'autre part, il reste des sous-produits désignés sous le terme des boues résiduaires.

### **II.2 Objectif du traitement des eaux usées :**

L'objectif principal du traitement des eaux usées est de produire des effluents traités à un niveau approprié et acceptable du point de vue risque pour la santé humaine et l'environnement. Les stations d'épuration des eaux résiduaires, indépendamment du type de traitement, réduisent la charge organique et les solides en suspension et enlèvent les constituants chimiques des eaux usées qui peuvent être toxiques aux récoltes ainsi que la santé publique en général.

### **II.3 les filières de traitement des eaux usées :**

#### **II.3.1 Le prétraitement :**

Les prétraitements ont l'objectif d'éliminer les éléments les plus grossiers, qui sont susceptibles de gêner les traitements ultérieures et d'endommager les équipements il s'agit des déchets volumineux, des sables et graviers, et des graisses et huiles.

#### **Les opérations de prétraitements sont :**

- ✓ Le dégrillage.
- ✓ Le dessablage.
- ✓ Le dégraissage et déshuilage.

### II.3.1.1 Dégrillage :

Les dégrilleurs assurent la protection des équipements électromécaniques et réduisent les risques de colmatage des conduites mise en place dans la station d'épuration.

Le plus souvent il s'agit de grilles qui récupèrent les déchets plus en moins volumineux entrainés par les eaux s'écoulant dans les canalisations d'assainissement. Une diversité de grilles est disponible sur le marché :

- ✓ Grilles système de nettoyage manuel composé de barreaux grossiers le plus souvent inclinés de 60 à 80° par rapport au plan horizontal.
- ✓ Grilles à système de nettoyage automatique qui sont généralement fines en distingue deux types :
  - Grilles courbes
  - Grilles droites

### II.3.1.2 Dessablage :

Le dessableur est un ouvrage dans lequel les particules danses, dont les vitesses inférieure à 0.3m/s, vont pouvoir se déposer. Il s'agit principalement des sables.

Il est en effet souhaitable de les récupérer en amont dans la station plutôt que de les laisser s'accumuler en certains points (bassin d'aération, ...) ou ils peuvent engendrer désordres divers.

### II.3.1.3 Dégraissage-déshuilage :

Le dégraisseur-déshuileur vise à éliminé la présence de graisses et de huiles dans les eaux usées, pour ne pas gêner l'efficacité des traitements biologiques. L'opération s'effectuer par flottation.

Une injection d'air au fond de l'ouvrage permet d'accélérer la remontée des particules en surface. Ces dernières sont raclées en continu par un ensemble de raclage.

### **II.3.2 Traitement primaire :**

Le procédé consiste une séparation solide liquide dont l'objectif est de retenir le maximum des matières en suspension présentes dans les eaux usées. Il se fait généralement par décantation physique ou chimique.

#### **II.3.2.1 Décantation primaire :**

La décantation se traduit par une séparation des éléments liquides et des solides sous l'effet de la pesanteur. Les matières solides se déposent au fond d'un ouvrage appelé « décantation » pour former les boues primaires. Ces derniers sont récupérés au moyen d'un système de raclage, puis pompé vers l'extérieur : ce traitement élimine 50 à 60% des matières en suspension et réduit d'environ 30 % la DBO et la DCO.

#### **II.3.2.2 Coagulation – Flocculation :**

La coagulation-flocculation est une méthode qui favorise la sédimentation des particules flottantes dans les eaux usées grâce à l'action de réactifs chimiques ajoutés artificiellement (les coagulants ou les flocculants). Les critères de choix d'un coagulant sont nombreux. Son efficacité à réduire la couleur, la turbidité et la matière organique d'une eau est essentielle.

#### **II.3.2.3 Flottation :**

La flottation est un procédé de séparation des matières en suspension dans l'eau utilisant la densité apparente plus faible de ces matières et conduisant à leur rassemblement et à leur collecte à la surface libre.

#### **II.3.2.4 Filtration :**

La filtration est un procédé de séparation dans lequel on fait percoler un mélange solide -liquide à travers un milieu poreux (filtre) qui idéalement retient les particules solides et laisse passer le liquide (filtrat). L'utilisation de membrane ayant des pores de plus en plus petits permettent de pousser très loin le seuil de séparation de la matière pour aller jusqu'à la rétention de molécules et de sels.

### **II.3.3 Traitement biologique ou le traitement secondaire :**

Les traitements biologique, vu leur cout, restent le cœur de la chaine de traitement des effluents. La pollution organique dissout ou sous forme finement colloïdale est constituée essentiellement de matières carbonées et dans une moindre mesure, de matières azotées.

Dans la grande majorité des cas, l'élimination de ces pollutions s'appuie sur des procédés de nature biologique. Ils reproduisent les phénomènes d'autoépuration existant dans la nature qui utilisent l'activité des bactéries présentes dans l'eau.

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

### **II.3.4 traitement tertiaire :**

Les traitements complémentaires appelés aussi tertiaires, avancés, ou de finissage, sont des procédés qui permettent d'améliorer les caractéristiques d'une eau résiduaire après un traitement biologique ou un traitement physico-chimique.

On leur fait appel lorsqu'il est nécessaire d'assurer une protection complémentaire du milieu récepteur ou en raison d'une réutilisation immédiate de l'eau épurée (par exemple comme eau industrielle ou agricole) ou indirecte (rejet, réalimentation de nappe, etc....).

### **Ces procédés ont pour but :**

- ✓ L'élimination de l'azote et du phosphore.
- ✓ La désinfection.

- ✓ L'amélioration générale de la qualité de l'eau (DBO<sub>5</sub>, DCO, couleur, etc...).

## **II.4 Elimination de l'azote**

L'azote contenu dans les eaux usées peut être éliminé par voie biologique ou physicochimique. Les procédés physico-chimiques comprennent essentiellement la chloration, l'électrodialyse, les résines échangeuses d'ions. Ces procédés ne sont pas applicables en traitement des eaux résiduaires urbaines en raison de leurs faibles rendements et de leurs couts prohibitifs.

Ce sont les procédés biologiques qui sont les mieux adaptés au traitement de l'azote des eaux usées domestiques en raison de leur facilité de mise en œuvre, de leur cout modéré et de la possibilité de combiner l'élimination des pollutions carbonées et azotées

### **II.4.1. Les forme de l'azote :**

L'azote des eaux usées est essentiellement, constitué d'azote organique ammonifiable ou réfractaire (sous forme soluble et particulaire) et d'azote ammoniacale. L'azote Kjeldahl représente la somme de l'azote organique et de l'azote ammoniacale.

L'azote subit différentes transformations au cours d'un traitement biologique : passage de la forme ammoniacale à la forme nitreuse puis nitrique et de retour à la forme gazeuse.

Chacun des composés formés au cour de ces différentes étapes a un poids moléculaire différent.

### II.4.2. Principe d'élimination de l'azote par voie biologique :

L'élimination de l'azote par voie biologique consiste à oxyder l'azote ammoniacale en azote nitreux puis en azote nitrique en milieu aérobie, puis à réduire les nitrates en azote gazeux en zone anoxie.

**Les différentes étapes sont :**

#### **A- L'assimilation :**

C'est l'utilisation d'une partie de l'azote ammoniacal et éventuellement organique pour la synthèse bactérienne. Les besoins de celles-ci sont de l'ordre de 5% de la DBO<sub>5</sub> éliminée par la culture bactérienne.

#### **B- La nitrification**

La nitrification est l'oxydation de l'azote ammoniacal en nitrites, puis en nitrates après transformation de l'azote organique en azote ammoniacal.

1g d'azote ammoniacal nécessite 4.8 g d'oxygène pour être transformé en azote nitrique. La nitrification n'est possible que si l'azote est présent au départ sous forme ammoniacal.

**Les bactéries nitrifiantes sont classées en deux catégories :**

- Les *Nitrosomonas* qui oxydent l'ammoniac en nitrites.
- Les *Nitrobacter* qui oxydent les nitrites en nitrates.

La réaction globale simplifiée de la nitrification peut s'écrire de la façon suivante :



### C- La dénitrification :

C'est une réduction des nitrates en azote gazeux qui retourne ainsi sous sa forme primitive dans l'atmosphère.

Cette réduction se fait par l'intermédiaire de bactéries anaérobies facultatives hétérotrophes qui en cas de carence du milieu en oxygène ont la propriété d'utiliser l'oxygène combine de certains composés chimique et notamment des nitrates réduits alors en azote gazeux.

**La dénitrification s'exprime par différentes réaction que l'on peut schématiser comme suit :**



### D- Elimination du phosphore (dé-phosphatation) :

L'élimination du phosphore, ou "dé-phosphatation» peut être réalisée par des voies physico-chimiques ou biologiques. La dé-phosphatation biologique consiste à provoquer l'accumulation du phosphore dans les cultures bactériennes des boues. Les mécanismes de la dé-phosphatation biologique sont relativement complexes, et leur rendement variable (en fonction notamment de la pollution carbonée et des nitrates présents dans les eaux usées). Dans les grosses installations d'épuration, ce procédé est souvent couplé à une dé-phosphatation physico-chimique pour atteindre les niveaux de rejets requis.

---

## II.5 Traitement et élimination des boues :

Le traitement des boues a pour objectif de :

- ✓ Réduire la fraction organique et de diminuer le pouvoir fermentescible des boues et les risques de contamination et ce par la stabilisation.
- ✓ Diminuer le volume total des boues afin de réduire le coût d'évacuation et ce par la déshydratation.
- ✓ Elimination finale des boues par :
  - La valorisation agricole.
  - L'incinération.
  - La mise en décharge.





*Chapitre II*

## Chapitre III : Traitement biologique

### III.1. Introduction :

Dans le traitement des eaux industrielles ou le traitement des eaux domestiques on utilise souvent les traitements biologiques afin d'éliminer les éléments organiques comme les graisses, sucres, protéines, etc. La dégradation de ces éléments organiques est assurée par des microorganismes (bactéries) qui consomment les matières organiques en présence d'oxygène (méthode aérobie) ou sans oxygène (méthode anaérobie).

Les traitements biologiques reproduisent artificiellement ou non les phénomènes d'auto épuration existant dans la nature. Ils regroupent l'ensemble des processus par lesquels un milieu aquatique parvient à retrouver sa qualité d'origine après une pollution.

Son principe est de provoquer une prolifération de micro-organismes aux dépens des matières organiques apportées par l'effluent et en présence ou non d'oxygène. Il s'agit en fait d'un véritable transfert d'une forme non préhensible (matières colloïdales et dissoutes) en un élément manipulable (suspension de microorganismes).

***Mat. organique + micro-organismes + O<sub>2</sub> + N + P → micro-organismes + CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O + résidu soluble non biodégradable.***

Selon que l'oxydation se produit grâce au gaz oxygène dissous dans l'eau (processus aérobie) ou qu'au contraire le processus se fasse sans oxygène (processus anaérobie). Le moteur de décomposition (aérobie ou anaérobie) des substances organiques est constitué par des enzymes catalyseurs organiques sécrétés par les organismes. On distingue les enzymes extracellulaires qui provoquent la destruction des structures moléculaires trop complexes pour pénétrer au sein de la cellule, les enzymes intracellulaires qui assurent l'assimilation et par conséquent, sont à l'origine des phénomènes vitaux provoquant la prolifération des cellules. Les traitements biologiques sont bien adaptés pour éliminer la pollution carbonée mais également les pollutions azotées et phosphorés.[19.20]

## III.2. Les différents types du traitement biologique :

En traitement biologique, on distingue des procédés extensifs et d'autres intensifs : [21]

### III.2.1. Technique intensifs :

Les techniques les plus développées au niveau des stations d'épuration urbaines sont des procédés biologiques intensifs. Le principe de ces procédés est de localiser des surfaces réduites et d'intensifier les phénomènes de transformation et destruction des matières organiques que l'on peut observer dans le milieu naturel.

Quatre grands types de procédés sont utilisés :

- ✓ Lits bactériens.
- ✓ Disques biologiques.
- ✓ Boues activées.
- ✓ Bio filtre.

#### III.2.1.1. Lits bactériens « filtres bactériens » :

L'épuration des eaux par lit bactérien est une méthode d'épuration biologique par cultures fixées. Ce système est le plus souvent utilisé pour les eaux très chargées provenant d'industries agroalimentaires, d'apport viticole ou autres...[22]

#### Principe :

Cette technique consiste à faire supporter les microorganismes épurateurs par des matériaux poreux ou caverneux. L'eau à traiter est dispersée en tête de réacteur, traverse le garnissage et peut être reprise pour une recirculation. Dans les lits bactériens (ou filtres bactériens ou bio-filtre), la masse active des microorganismes se fixe sur des supports poreux inertes ayant un taux de vide d'environ 50 % (minéraux, comme la pouzzolane et le coke métallurgique,

plastiques, les roches volcaniques, les cailloux) à travers lesquels on filtre l'effluent à traiter.

Pour ne pas avoir un colmatage rapide de la culture bactérienne, il faut effectuer les opérations de pré- traitement suivantes : dégrillage, dessablage, dégraissage et décantation primaire (décanteur-digesteur). Puis, l'effluent (eau à traiter) est réparti aussi uniformément que possible (dispersion en pluie par une grille de répartition rigoureusement plane) à la surface du filtre

. Ensuite l'effluent (eaux à traiter) va être aspergé sur le lit bactérien grâce à un gicleur. L'aération dans le lit bactérien est réalisée par tirage naturel ou par ventilation. Ainsi, une aération abondante, par le sommet et le bas du massif filtrant provoque sur ce dernier le développement d'une flore microbienne aérobie, de plus, la percolation lente de l'effluent rend le processus d'oxydation efficace.

Lorsque la pellicule bactérienne devient trop importante, elle se détache naturellement ; elle doit alors être séparée de l'effluent par décantation. L'eau va donc dans un décanteur secondaire(ou clarificateur) afin d'éliminer les éventuelles boues restantes.

#### **A- Les avantages de lit bactériens :**

Ce système d'épuration présente certains avantages :

- ✓ faible consommation d'énergie.
- ✓ fonctionnement simple demandant peu d'entretien et de contrôle.
- ✓ peut être installé en amont d'une station à boue activée afin de déconcentrer les effluents du type agroalimentaire.
- ✓ bonne décantabilité des boues.
- ✓ plus faible sensibilité aux variations de charges et aux toxiques que les boues activées.

#### **B- Les inconvénients :**

- ✓ Performances généralement plus faibles qu'une technique par boues activées, qui tient en grande partie aux pratiques anciennes de conception. Un dimensionnement plus réaliste doit par conséquent permettre d'atteindre des qualités d'eau traitée satisfaisantes.
- ✓ Coûts d'investissement assez élevés.
- ✓ Nécessité de prétraitements efficaces.
- ✓ Sensibilité au colmatage et au froid.

- ✓ Source de développement d'insectes (en cas de conception et/ou d'exploitation défectueuse).
- ✓ Boues fermentescibles.
- ✓ Ouvrages de taille importante si des objectifs d'élimination de l'azote sont imposés.

### III.2.1.2. Bio-filtres :

Le développement actuel des techniques par cultures fixées sur milieu granulaire vise à réaliser la réaction biologique de dégradation de la pollution par la biomasse épuratrice et la clarification par filtration de l'effluent traité. Elle ne comporte pas de clarification finale par décantation. L'ouvrage se présente comme un filtre garni en matériaux de granulométrie suffisamment faible pour obtenir un effet de filtration efficace dans lequel l'accroissement de la biomasse et les matières en suspensions de l'effluent à traiter, retenues dans le matériau vont colmater progressivement le lit.

Le mot bio-filtre recouvre l'ensemble des procédés qui associent une épuration biologique par cultures fixées et une rétention des matières en suspension.

Habituellement, on retrouve deux ou trois phases dans le bio filtre, selon la stratégie d'alimentation :

1. une phase solide (matériau);
2. une phase liquide (eau);
3. une phase gazeuse (air).

L'activité microbiologique est un facteur clé de l'efficacité du procédé. Les principaux facteurs d'influence sont la composition et la charge surfacique des eaux à traiter, le type de matériau, la stratégie d'alimentation (percolation ou immersion), l'âge du bio film, la température, l'aération, etc...

#### A- Les avantages :

- ✓ le coût d'investissement est plutôt bas (construction simple)
- ✓ un bon résultat pour les composantes biodégradables à des concentrations relativement basses (procédé de polissage)
- ✓ Ces procédés sont moins sensibles aux charges variables ou intermittentes et aux chocs hydrauliques.

- ✓ Puisque les microorganismes sont retenus dans le bio-film, la bio-filtration permet leur prolifération à des taux de croissance relativement faibles

Mais elle à aussi des inconvénients.

#### **B- Les inconvénients :**

- ✓ Prend une surface relativement large
- ✓ La biomasse doit être remplacée régulièrement
- ✓ La teneur en humidité exacte, de même que le pH sont à suivre de près, une bonne aération est vitale

#### **Les domaines d'application les plus importants**

- ✓ les stations d'épuration des eaux usées
- ✓ l'agro-industrie (compostage, industrie agro-alimentaire)

#### **III.2.1.3. Disques biologiques :**

Le dispositif consiste en un ensemble de disques en matière plastique, parallèles et régulièrement espacés par un axe commun. Pour constituer un tambour, les disques sont immergés à 40% approximativement dans un bassin recevant l'eau à traiter. L'écartement entre les disques qui est d'environ 2 cm qui permet la circulation de l'eau. La rotation des disques permet le contact du fil biologique qui les recouvre avec l'eau usée et l'air. C'est presque le même système que le lit bactérien traditionnel.[23.]

#### **Principe :**

La technologie Bio-disque est un procédé d'épuration mettant en jeu un traitement biologique aérobie à biomasse fixée. Les supports de la microflore épuratrice sont des disques partiellement immergés dans l'effluent à traiter et animés d'un mouvement de rotation pour assurer à la fois la mise en contact des bactéries avec l'effluent, leur oxygénation et le mélange.

En phase immergée du cycle de rotation des disques, la biomasse fixée (fouling) prélève les matières organiques et azotées dans les eaux usées puis les digère et les dégrade.

La phase émergée du cycle des disques permet aux bactéries de respirer

Les boues excédentaires ou mortes, détachées des disques biologiques, se retrouvent dans les eaux épurées, dont elles sont séparées puis collectées via une étape de clarification finale

#### **A- Les Avantages :**

- ✓ Consommation électrique faible
- ✓ (1 kWh/kg de DBO5 éliminé)
- ✓ Exploitation simple
- ✓ Boues bien épaissies
- ✓ Bonne résistance aux surcharges
- ✓ organiques et hydrauliques passagères
- ✓ Aucun risque bactériologique,

#### **B- Les inconvénients :**

- ✓ Nécessité d'un personnel ayant des compétences en électromécanique (point faible du système)
- ✓ Abattement limité de l'azote
- ✓ Sensibilité au froid
- ✓ Très grande sensibilité au coupure d'électricité prolongées qui entraînent un déséquilibre de la batterie de disque (la moitié de la surface n'étant plus immergée pendant la panne)

#### **III.2.1.4. Les boues activées :**

Le procédé à boue activée est une technique biologique d'épuration des eaux. Il représente une alternative efficace et relativement écologique (sans utilisation de produits chimiques) aux techniques d'épuration les plus couramment utilisées.[24]

#### **Principe :**

Il consiste à revaloriser les eaux usées en y introduisant un concentré de bactéries diverses. On ajoute à ce mélange un brassage mécanique qui permet l'oxygénation du tout, nécessaire au bon fonctionnement des bactéries et à la dégradation des matières. Ces dernières « mangent » les substances polluantes et les transforment en boue.

**A- Les Avantages:**

- ✓ Ce procédé élimine les molécules de phosphore, d'azote et de carbone présentes dans les eaux résiduaires.
- ✓ Il est de plus relativement sûr, du fait du contrôle aisé des différents facteurs nécessaires à son fonctionnement.
- ✓ Comparé à la technique des lits bactériens, il est plus efficace et plus rapide.
- ✓ Enfin, les nuisances telles que les odeurs ou les mouches sont inexistantes et son installation demande peu de place.
- ✓ Ce dispositif est intéressant à partir de 400 équivalent-habitants minimum et peut aller jusqu'à un traitement de 100.000 à 200.000 équivalent-habitants.

**B- Les Inconvénients:**

- ✓ L'épuration biologique à boue activée est un dispositif qui nécessite un entretien rigoureux sous peine de dysfonctionnement, voire de panne.
- ✓ L'investissement de départ est élevé, mais une comparaison avec les autres modes d'épuration permet de relativiser.
- ✓ L'implantation d'un site dans un espace vert peut provoquer quelques nuisances, au niveau du bruit et des matériaux utilisés. Enfin, la production de boues reste conséquente.

Le bassin d'aération est nécessaire lors d'une épuration biologique par procédé à boue activée.

**III.2.2. Technique Extensifs :**

Il existe également des procédés dits extensifs de traitement plutôt adaptés aux charges réduites. On distingue les cultures libres : lagunage ; et les cultures fixées : Infiltration-percolation, filtre planté, marais filtrant à écoulement vertical ou horizontal.

### III.2.2.1. Traitement biologique par lagunage :

Le lagunage est un système de traitement des eaux qui se sert des mécanismes naturels de l'environnement où l'eau est épurée par des communautés de micro-organismes variés.

L'épuration par lagunage naturel repose sur la présence de bactéries aérobies en cultures libres et d'algues. L'oxygène nécessaire à la respiration bactérienne est produit par des végétaux en présence de rayonnement lumineux.

Le lagunage consiste à établir un écoulement lent par gravité des eaux usées ou polluées dans plusieurs bassins de rétention ou milieu tampon peu profonds, en éliminant si besoin le risque d'infiltration dans les eaux souterraines. Pour cela, les bassins peuvent être rendus étanches par la mise en place d'une géo-membrane synthétique, ou plus rarement par une couche d'argile compactée.

Les bactéries présentes dans le système consomment la pollution dissoute dans l'eau pour respirer. L'oxygène est produit grâce aux mécanismes photosynthétiques des algues qui poussent et se développent grâce aux engrais qu'apportent les eaux d'égout.

Ces eaux traversent trois bassins successifs d'environ un mètre de profondeur.

Lors de l'arrivée dans le premier bassin où les bactéries prolifèrent, la partie organique des eaux usées va être dégradée pour produire des éléments nutritifs. Ces bactéries consomment de l'oxygène et produisent du CO<sub>2</sub>. Les particules lourdes décantent dans ce premier bassin et s'accumulent sous forme de boues au fond du bassin (à évacuer après 10ans, peut être épandu dans les terrains agricoles). [25,26]

Lors de l'arrivée dans le second bassin, les eaux usées sont en présence de sels nutritifs, de soleil et de CO<sub>2</sub>. Le phytoplancton se développe et produit ici de l'oxygène. Les bactéries pathogènes sont éliminées.

Le zooplancton se développe dans le troisième bassin. Il se nourrit avec le phytoplancton produit dans le second bassin et de bactéries. Il consomme de l'oxygène. La clarification de l'eau peut être assurée par le développement de petits crustacés.

### **A- Les Avantages de lagunage :**

Le lagunage naturel présente de nombreux avantages par rapport aux procédés traditionnels :

- ✓ Excellente élimination de la pollution microbiologique.
- ✓ Faibles coûts d'investissement et de fonctionnement .
- ✓ Très bonne intégration paysagère, voire éco paysagère .
- ✓ Valorisations aquacole et agricole possibles de la biomasse de plancton produite (et des effluents épurés) .
- ✓ Contribue au développement et à la diversification de la flore locale, ainsi qu'à la protection de la faune et de la biodiversité, tout en améliorant les microclimat estivaux (par l'évapotranspiration des hydrophytes ou des arbres utilisés en épuration tertiaire quand c'est le cas).

### **B- Les Inconvénients :**

- ✓ Contraintes possibles s'il y a la nécessité d'imperméabiliser le sol.
- ✓ Grande emprise foncière.
- ✓ Variation saisonnière de la qualité de l'eau en sortie.
- ✓ Forte évaporation, problématique en climats désertiques.
- ✓ N'apprécie pas les grandes pollutions ponctuelles et les pollutions chimiques.
- ✓ En cas de mauvais fonctionnement, risque d'odeurs.
- ✓ Veiller à ne pas atteindre l'état de putréfaction.



*Chapitre III*

## Chapitre IV : La description de la chaine de traitement de la STEP

### IV.1 Introduction :

La station d'épuration (STEP de Réghaia) est prévue pour traiter une partie des eaux usées de l'agglomération algéroise. Et pour traiter en charge la pollution décrite ci-dessous.

Ils s'élèvent pour la partie urbaine à 120000 équivalent d'habitant (eq.Hab)

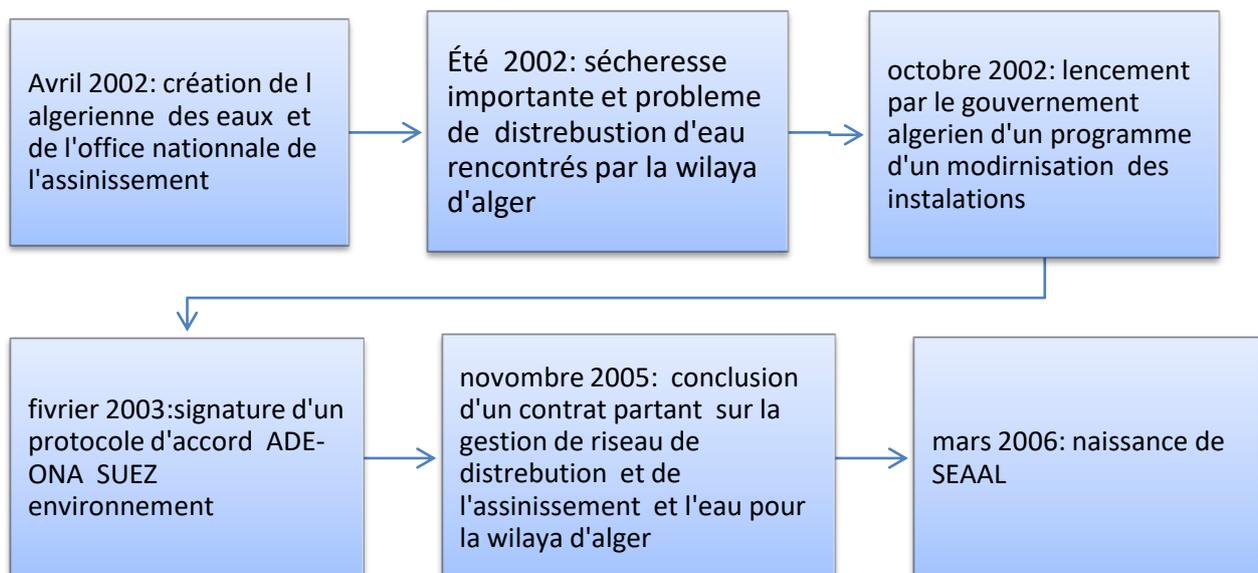
actuellement cette charge passera à 180000eq hab. en 2010 et 260000 (eq hab) en 2030.

A cette charge urbaine il faut ajouter les effluents de la zone industrielle de Rouïba-Réghaia

Qui représente environ 30% de la charge hydraulique totale et entre 20 et 35% de la charge

Polluante totale.

### IV.2 Rappel historique de la STEP :



### IV.3 Présentation de la zone d'étude :

#### IV.3.1 localisation :

La station d'épuration des eaux usées de Reghaia est située à 30 Km à l'est d'Alger, à la limite nord-est de la plaine de la MITIDJA et à 14 Km de Boumerdés. Elle est bordée au nord par le lac de Réghaia au sud par la route nationale 24 reliant Alger à Constantine, à l'est par la ville de Boudouaou et à l'ouest par la ville d'Ain Taya. Il est accessible à l'ouest par la noutre goudronnée de la plage d'EL Kadous. Ce territoire fiat partie de la Wilaya d'Alger, circonscription administrative de Rouïba, communes de Réghaia et Heraoua.



Figure IV.1. Image satellite de la STEP de Reghaia

### Objectif de traitement :

L'objectif c'est l'élimination de 90% de la teneur en matières en suspension.

#### IV.3.2 Capacité de traitement de la station :

La station d'épuration de Reghaia a été mise en suivie 1997, avec seulement le traitement primaire, en suit que en 2008 que le traitement biologique a été utilisé, elle collectant les eaux usées domestiques et industrielles et les eaux pluviales, pour traiter un Débit moyen journalier 80 000 m<sup>3</sup>/j avec une capacité nominale 400 000EH. C'est une station dépuraton à boues activées fonctionnant en fiable charge associée à une dénitrification en tété et à un dé phosphatation simultanée par injection du chlorure ferrique. Elle traite aujourd'hui des rejets d'eaux usées déversées par les régions suivantes, Réghaia, Rouïba, Ain- Taya, Heraoua, El Marsa, Bordj El kiffan, Bordj El Bahri.

Voila un tableau qui exprime la qualité des effluents traité dans la station :

	Eau brute	Eau épurée
	<b>Flux nominal journalier</b>	<b>Concentration sur échantillon moyen 24h</b>
MES	19 960 Kg/j	20 mg/l
DBO	15 800 Kg/j	15 mg/l
DCO	28 560 Kg/j	50 mg/l
NGL	1 960 Kg/j	10 mg/l
Pt	540 kg/j	3 mg/l

Tableau IV.1. La qualité d'effluents brute traité dans la STEP de Reghaia

## IV.3.3 fonctionnement de la STEP de Reghaia :

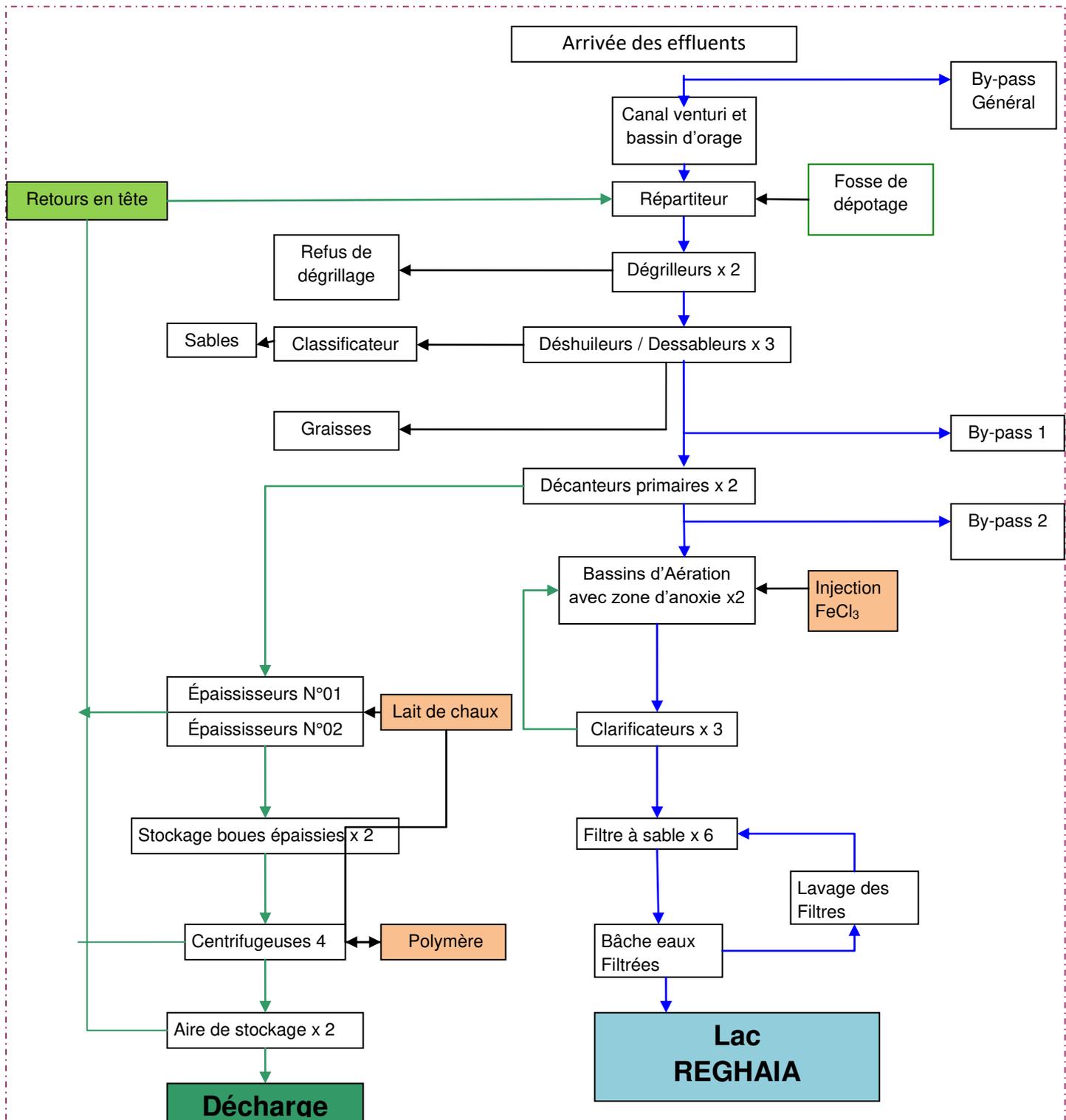


Figure 02. La chaîne de traitement de la STEP

#### IV.3.3.1 Arrivée des eaux brute et l'ouvrage de comptage :

Les eaux usées sont acheminées de la tête de station vers le venturi pour qualifier le volume journalier. Un échantillonneur effectue des prélèvements moyens 24h. Un déversoir d'orage a été installé pour la réception des eaux qui dépassent le débit max toléré.

Le bassin d'orage est doté de deux pompes submersibles, et un déversoir vers le canal de BY- PASS en cas de trop plein.



Figure IV. 03 : bassin d'orage

#### IV.3.4 Traitement :

La filière d'épuration des eaux usées utilisée dans la station est la suivante

##### IV.3.4.1 Prétraitement :

Destiné à préparer l'effluent au traitement biologique ultérieur, le prétraitement comporte une succession d'opérations physique ou mécanique destinées les eaux usées de la matière volumineuse, en suspension ou flottantes, qu'elles véhiculent.

##### ❖ Dégrillage :

Il consiste à faire passer les eaux usées au travers des grilles dont les barreaux retiennent l'élément solide (cotons tiges, morceaux de plastique, de bois....) il existe :

Deux dé-grilleurs automatique sont montés dans les canaux, avec un espace entre barreaux de 20 mm.

- ✓ Un dé-grilleur manuel de secours à champ plat, avec un espace entre barreaux de 20 mm. Ce dernier est actionné en cas d'arrêt des dé-grilleurs automatique.

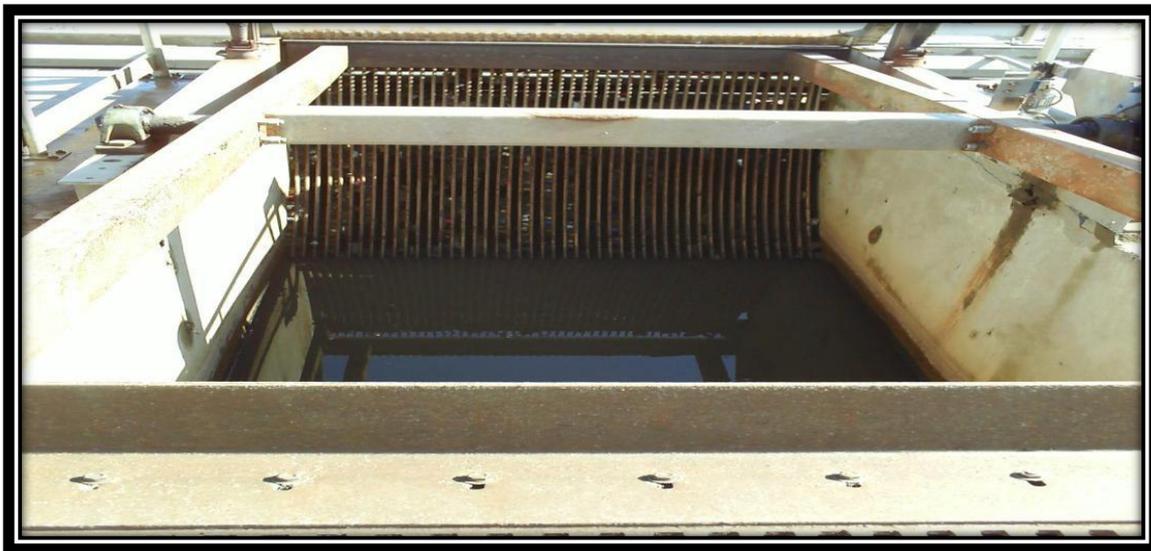


Figure IV N°04 : Dé-grilleur automatique



Figure IV.N°05 : dé-grilleur

#### ❖ Dessablage-dégraissage :

Les effluents sont ensuite admis dans trois canaux (largueur 4 m, longueur 28 m, profondeur 3.6 m), pour subir élimination combinée des graisses par flottation et des sables par sédimentation



Figure IV.06 : Dessablage \_ Dégraissage

#### IV.2.4.2. Traitement primaire :

Présence 2 décanteurs de volume unitaire :  $4259 \text{ m}^3$

### ❖ Décanteurs primaire :

L'alimentation du décanteur circulaire se fait en partie centrale. Une jupe de répartition assure une équi-répartition du volume sur l'ensemble de surface. les boues décantées sont raclées et dirigées vers le puits à boue

Les paramètres caractéristiques du fonctionnement sont :

- La vitesse ascensionnelle maximale admissible ( $V_a=Q/S$ ) = 1.2 à 2.93 m/h en  $Q_{\text{pointe}}$
- Le temps de séjour des effluents dans l'ouvrage ( $TS= V/Q$ ) = 1.05 h à 2.56 h
- Un rendement d'élimination de 60% en MES, 30% en DCO et DBO et 12 % en Pt.



Figure IV.07 : Décanteur primaire

### IV.3.4.3 Traitement secondaire :

#### ❖ Bassin d'aération :

- Deux bassins d'aération fonctionnent en parallèle.
- Volume de chaque bassin : 11866 m<sup>3</sup>.



Image IV.08. Bassin d'aération

#### ❖ Clarificateur secondaire :

Le clarificateur est un ouvrage circulaire de base cylindro-conique, il assure la séparation de phase boues/eau traitée après le traitement biologique d'une part et la concentration des boues en vue de leur recirculation / extraction d'autre part.



Figure IV.09 : clarificateur secondaire

### ❖ **Dé-phosphatation chimique :**

Il se fait par ajout du chlorure ferrique à la sortie du bassin d'aération pour faire précipiter un sel de phosphore très insoluble qui ensuite sera séparé de la phase liquide dans le clarificateur.

Le dosage des réactifs dépend des caractéristiques de l'effluent à traiter (pH, concentration en phosphore, dureté de l'eau...)



Figure IV.10. Cuve de stockage de  $\text{FeCl}_3$

#### **IV.3.4.4 Traitement tertiaire filtration :**

Une partie des eaux épurées sont acheminées vers une unité de traitement dans le but de réduire la contamination microbiologique. L'opération de filtration consiste à faire passer les eaux épurées sur un filtrant constitué de sable. Des impuretés restent piégées entre les espaces



Figure IV.11. Filtre plein pendant le fonctionnement



Figure IV.12 : filtre vide et a l'arrêt

### Topographie et niveaux hydrauliques

Le terrain sur lequel les infrastructures existantes sont construites, est relativement plat.

Le terrain naturel est à 15.90 NGA.

Le niveau d'eau maximum (seuil de sortie) de la chloration vers le rejet est à 12.54 NGA.

Les nouvelles installations vont venir se situer entre la décantation primaire et le comptage

Avant chloration.

**Les niveaux, sortie décantation primaire, sont les suivantes:**

Le niveau fil d'eau décantée (départ vers les canaux d'acheminement vers la chloration) est 13.40 NGA.

Niveau à débit nul	16,45 m NGA
Niveau à débit maxi	16,50 m NGA
Niveau dans la goulotte à débit max	16,40 m NGA

Tableau N°02 : Les niveaux de débit sorti de décanteur primaire

**Les niveaux d'entrée du canal de comptage avant chloration sont les suivants :**

Niveau à débit nul	12,88m NGA
Niveau à débit maxi	13,24m NGA
Niveau de radier	12,40m NGA

Tableau N°03 : Les niveaux de débit entré de décanteur primaire

#### **IV.4 caractéristiques des eaux à traiter**

Les réseaux acheminent les eaux usées vers les installations de traitement sont du type mixte

Urbain et industrielles provenant pour la plupart de la population.

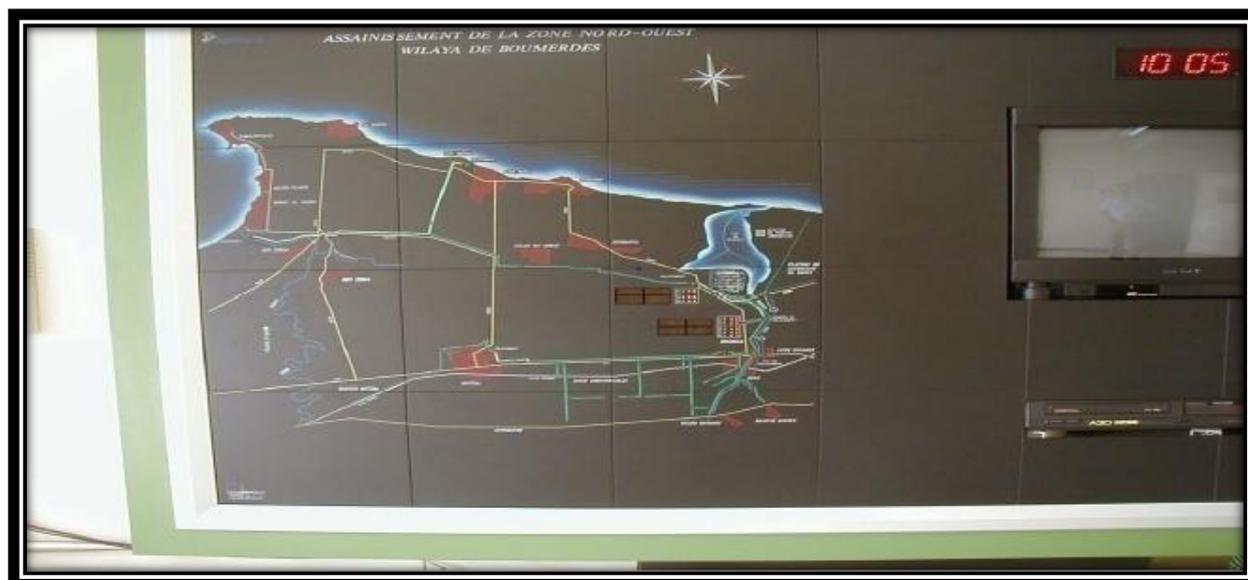


Figure IV.13. Assainissement de la zone Nord-ouest de la wilaya de Boumerdés

#### IV.5 Charge hydraulique (pour le dimensionnement) :

Débit journalier	80 000 m <sup>3</sup> /j
Débit moyen	3333 m <sup>3</sup> /j
Débit de pointe de temps sec	5022 m <sup>3</sup> /j
Débit de pointe de temps de pluie	8118 m <sup>3</sup> /j

Tableau N°04 : les charges hydraulique

#### IV.6 Charge polluante (entrée station existante) :

<b>DBO<sub>5</sub></b>	<b>15800 kg/j</b>
<b>DCO</b>	<b>28560 kg/j</b>
<b>MES</b>	<b>19960 kg/j</b>
<b>NTK</b>	<b>1960 kg/j</b>
<b>P<sub>T</sub></b>	<b>540 kg/j</b>

Tableau N°05 : charge polluante

**IV.7 Rendements d'élimination maximum sur les ouvrages existants :**

<b>DBO<sub>5</sub></b>	<b>30 %</b>
<b>MES</b>	<b>60 %</b>
<b>P<sub>T</sub></b>	<b>12 %</b>

Tableau N°06 : Rendements d'élimination maximum sur les ouvrages existants

**IV.8 Présences toxiques :**

Voici un tableau regroupant les principaux toxiques potentiels acheminés sur le réseau vers la station d'épuration.

Paramètres	Concentration maximale urbains mg/l	Concentration maximale industriels mg/l	Concentration- maximale EB mixte mg/l
Matières grasses	30719	2387,6	908,0
Tensions-actifs	1,92	19227,8	9,3
Chrome	0,054	<0,05	0,0053
Mercuré	<0,05	<0,050	<0,05
Cadmium	<0,03	<0,030	<0,03
Zinc	0,395	0,450	0,411
H <sub>2</sub> S	0,08	79,7	22,7
Cuivre	0,4	0,36	0,39
Nickel	0,113	<0,06	0,098
Plomb	<0,1	<0,1	<0,1
Cyanures	<0,002	<0,002	<0,002

Tableau IV. 07 : Les principaux toxiques potentiels acheminés sur le réseau vers la station

#### IV.9 Objectifs de rejet :

Afin de pouvoir respecter les objectifs de traitements, pour le dimensionnement des nouvelles

Installations en prenant les rejets suivants :

DBO <sub>5</sub>	15mg/l
DCO	50mg/l
MES	20mg/l
NGL	10mg/l
P <sub>TOT</sub>	3mg/l

Tableau IV.08 : Norme de rejet (objectif de la station)

Ces valeurs sont à considérer à la sortie des installations existantes.

Les concentrations visées sont basées sur un échantillonnage moyen journalier proportionnel au débit.

En plus de valeurs cibles citées ci dessus, les objectifs de traitement bactériologiques sont les suivants :

Coliformes fécaux	2000 par 100ml
Coliformes totaux	10000 par 100ml
Œufs d'helminthes	1par litre

Ces valeurs de rejet tiennent compte des rendements d'éliminations sur les ouvrages Existantes, à savoir 30%d'abattement de la DBO<sub>5</sub>, 60% d'abattement sur les MES et 12% d'abattement sur le phosphore.

**IV.10 Site réservé à la station :**

La station est située dans la wilaya d'Alger, à l'Est, non loin de la mer méditerranée

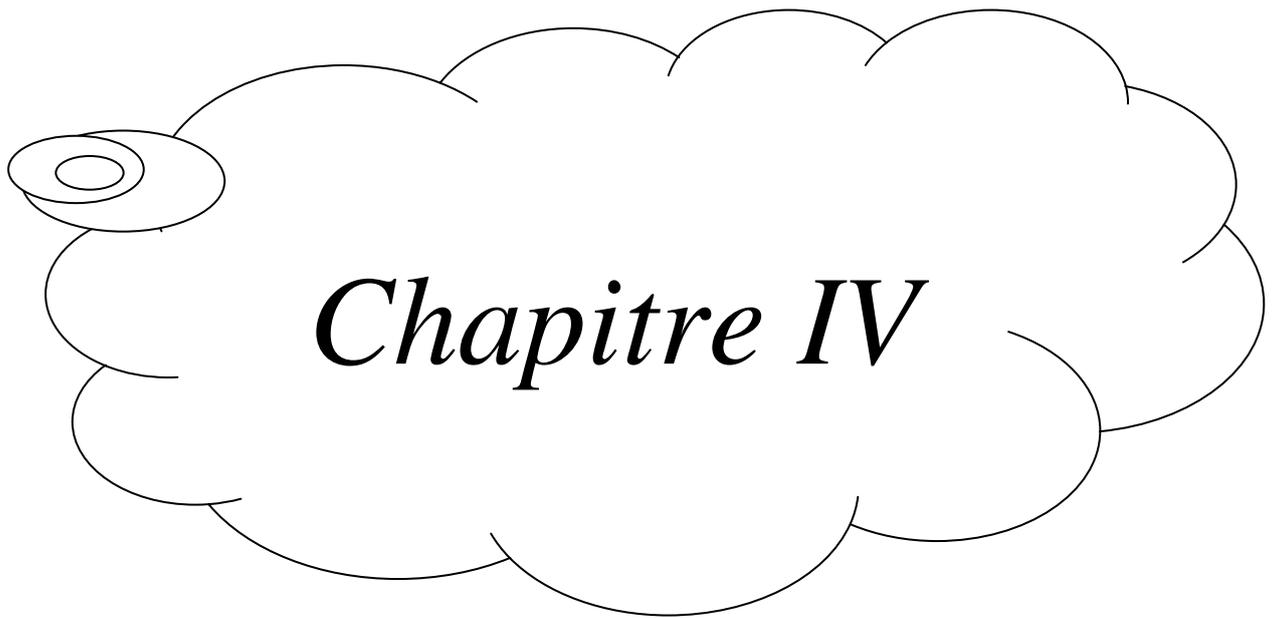
L'installation est construite sur la rive gauche du lac de Réghaia sur un terrain relativement

Plat.

Le site choisi est largement suffisant pour la station projetée et une éventuelle extension dans

Le futur.





***Chapitre IV***

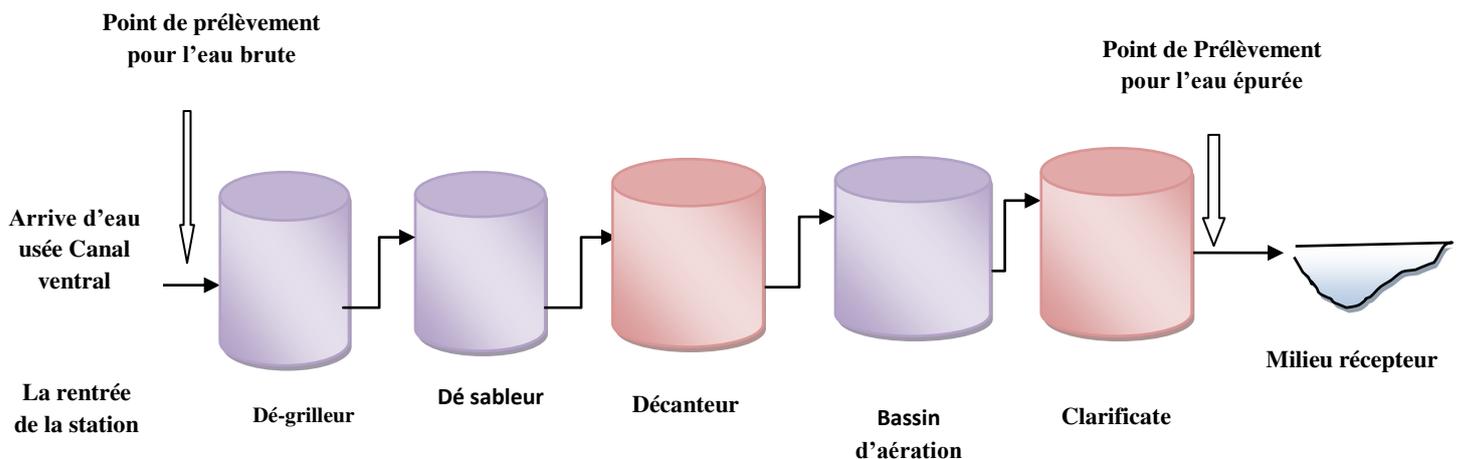
## Chapitre V : partie expérimentale :

Les caractéristiques physico-chimiques des eaux brutes et épurées effectuées au niveau de laboratoire d'analyse de la station d'épuration de REGAIA, les paramètres physico-chimiques ont été analysées selon les protocoles ISO, NFT et la norme algérienne NA.

Nous avons effectué des analyses chimiques des différents échantillons dans des conditions bien établies et précise au laboratoire de la STEP tel que le pH, la température. On a identifiés les paramètres suivants : les MES, la DBO, la DCO, l'azote totale, le phosphore.

Pour déterminer les différents paramètres à étudies, nous avons choisi un point de prélèvement est le canal venturi (la tête de la station) pour l'eau brute, et à la sorti de la station pour l'eau épurée (après le clarificateur).

### V.1 Protocole d'échantillonnage :



### Conditions opératoires :

- $T^{\circ}\text{C} = 5^{\circ}\text{C}$  (la température recommandé)
- Le temps réel de la décantation : environ 30 min

### Paramètres à étudies :

Dans notre travail on va étudies les paramètres suivants :

- Le pH

- la température
- les MES
- La DBO<sub>5</sub>
- La DCO
- PO<sub>4</sub>
- Azote total.

### V.2.1 caractéristiques des eaux brutes et épurées :

Echantillons	pH	T (°C)	MES (mg/l)	DBO <sub>5</sub> (mgO <sub>2</sub> /l)	DCO (mgO <sub>2</sub> /l)	PO <sub>4</sub>	NTK (mg/l)
01	7.31	16	184	100	324	3.73	30.6
02	7.2	15.3	201	120	356	3.32	31.6
03	7.32	15.6	209.3	260	301	4.84	33.6
04	7.5	15.3	223	200	365	4.41	32.98

Tableau N°V 01 : Résultats d'analyses physico-chimiques des eaux

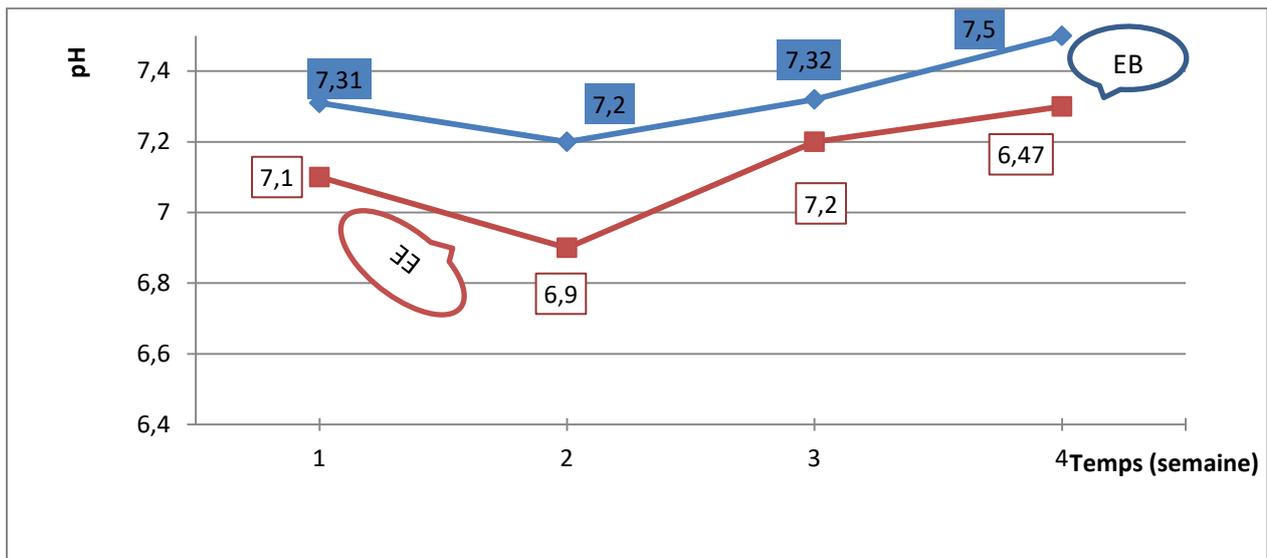
Echantillons	pH	T (°C)	MES (mg/l)	DBO <sub>5</sub> (mgO <sub>2</sub> /l)	DCO (mgO <sub>2</sub> /l)	PO <sub>4</sub>	NTK (mg/l)
01	7.1	15	23	08	47.1	1.02	28.2
02	6.9	14.5	23.5	09	55.4	1.58	27.13
03	7.2	15	21.3	08	39.3	1.74	27.15
04	6.47	15.1	20.21	08	57	1.38	27.62

Tableau N°V 02 : Résultats d'analyses physico-chimiques des eaux épurées.

#### V.2.2.1. Evolution de pH en fonction de temps :

	1	2	3	4
EB	7.31	7.2	7.32	7.5
EE	7.1	6.9	7.2	6.47

Tableau N°V 03 : résultats de pH pour l'analyse physico-chimique



Graphe N°01 : Variation de pH en fonction de temps

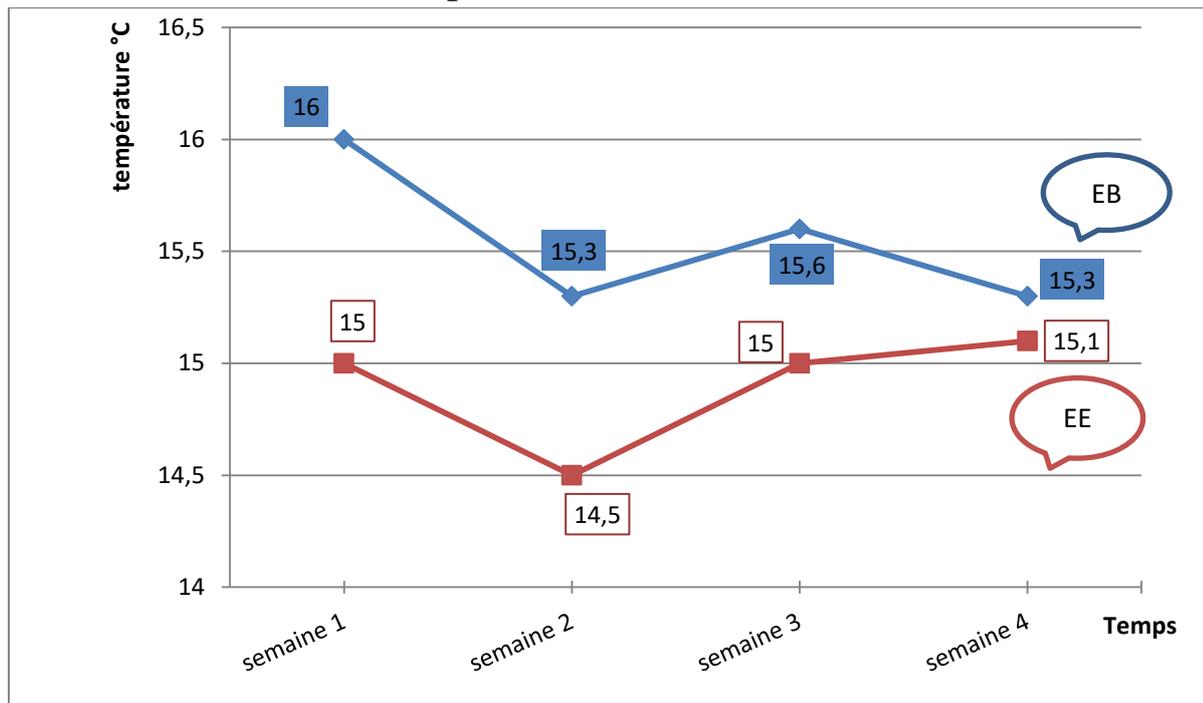
### Interprétation :

Le pH joue un rôle capital dans le traitement biologique. Il exprime l'acidité ou la basicité de l'eau. L'épuration biologique est possible entre pH 6.5 et 8.5.

La plage de pH est acceptable dans le cas des rejets d'une station d'épuration des eaux usées selon la norme algérienne (le décret N°26, de 23 avril 2006 relatif aux 24 Rabié El Aouel 1427) est de 6,5 à 8,5.

Nous observons d'après le graphe que les variations de pH sont comprises entre 7.2 et 7.5 pour les eaux brutes et varient entre 6.46 et 7.2 pour les eaux épurées. On peut conclure selon ces résultats que le pH varie dans la fourchette de valeurs admises par la norme de rejet.

### V .2.2.2 Evolution de la température :



Graphe N°02 : Variation de la température en fonction de temps

#### Interprétation :

La température est un paramètre dont le contrôle est indispensable surtout en présence d'effluent industriels ou l'eau atteint des valeurs de température souvent supérieures aux normes de rejets.

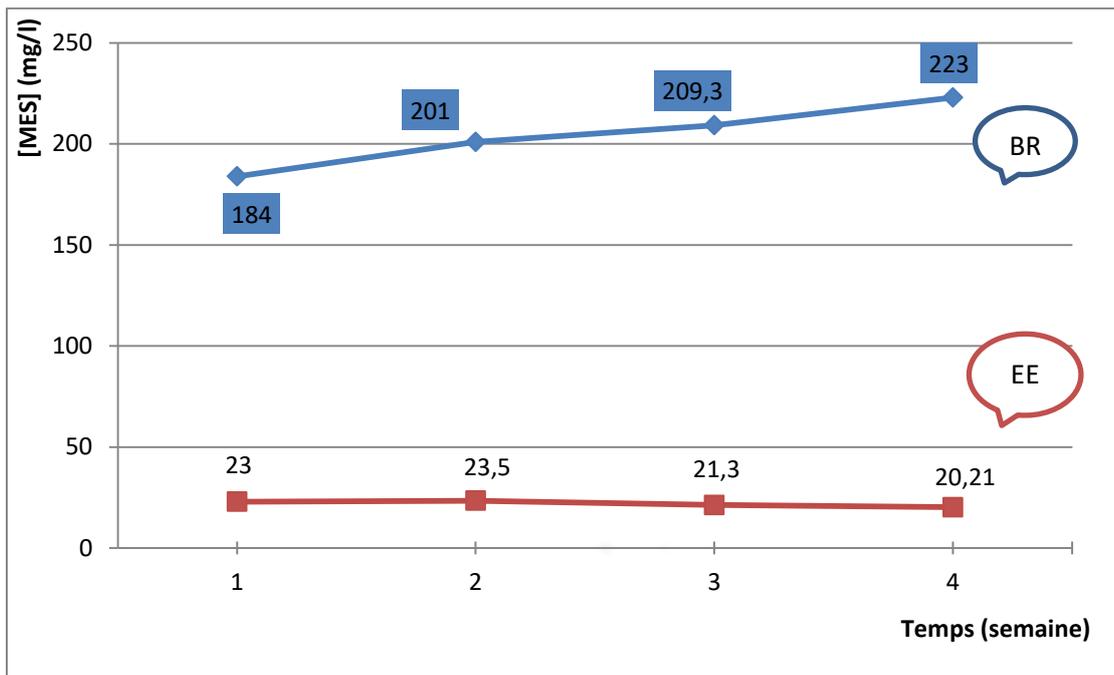
Ce paramètre peut influencer sur :

- ✓ La multiplication des micro-organismes.
- ✓ La solubilité des sels (la concentration de l'oxygène dissous).

D'après nos résultats les valeurs de température à l'entrée de la station compris entre 14.5 et 15.3°C et à la sortie entre 14.5 et 16°C.

Elles sont liées à la température de la saison, nos résultats sont acceptables car le fonctionnement de certaines ouvrages de la chaîne de traitement nécessite que l'effluent présente une température inférieure à 30°C, ils sont dans la norme.

### V.2.2.3 Evolution de la concentration en MES en fonction de temps :



Graphique N°03: Variation de la concentration en MES en fonction de temps.

## Interprétation

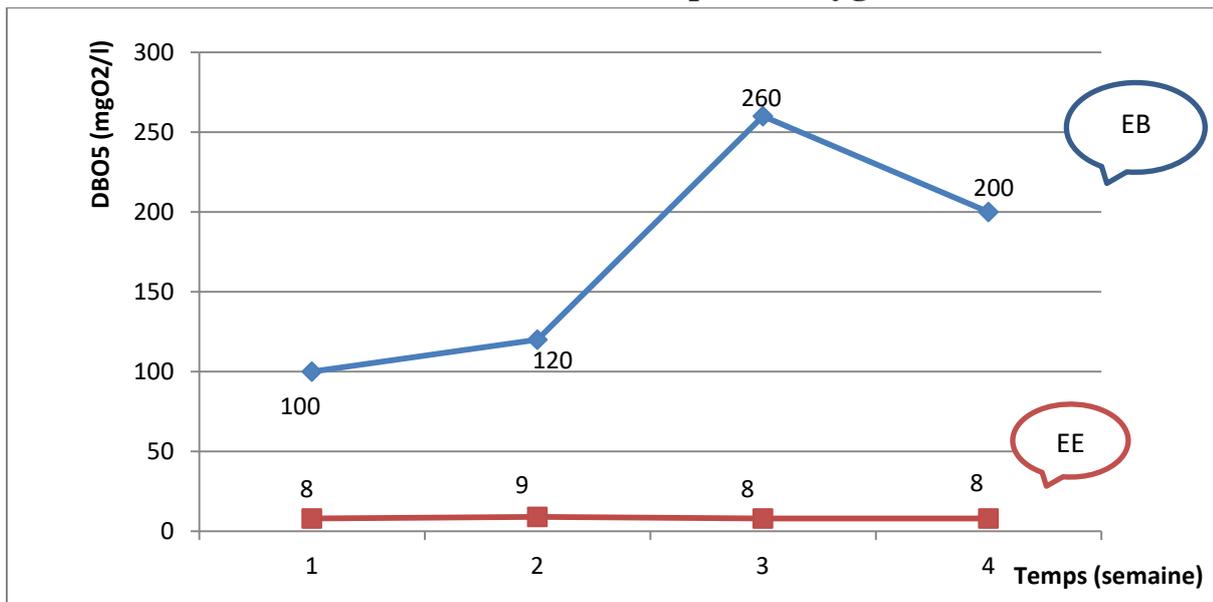
Les MES représentent les matières en suspension qui indique le degré de la pollution d'un effluent.

Suite à nos résultats :

Les courbes de variation des MES en fonction du temps montrent une grande variabilité des valeurs des matières en suspension correspondant aux eaux qui entre dans la station à cause des divers facteurs qui la conditionnent et la nature elle-même de l'eau, qu'elle soit résiduaire ou naturelle. Les MES sont fonction aussi de la nature des terrains traversés, de la saison, de la pluviométrie, des travaux et des rejets, etc.

En comparant les valeurs obtenues des MES des eaux brutes qui sont comprises entre 143 et 223 mg/l à celles des eaux traitées comprises entre 20,21 et 23 mg/l, on remarque l'importance du rendement du traitement. Les valeurs des eaux traitées sont inférieures à la valeur exigée par la norme algérienne et ISO, cela nous donne un rendement d'élimination de 95 %.

### V.2.2.4 Evolution de la demande biochimique en oxygène :



Graphe N°04 : Variation de la DBO5 en fonction de temps (semaine).

#### Interprétation :

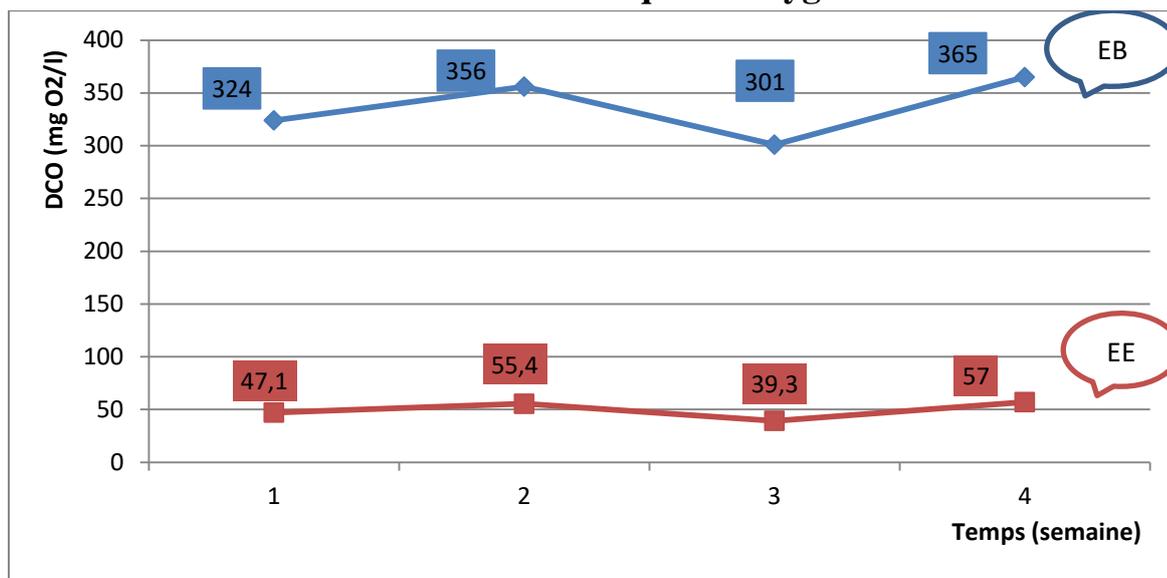
La DBO c'est la demande biologique en oxygène, représente le besoin en dioxygène d'une eau pour assurer la dégradation biochimique des matières organique.

La DBO à l'entrée de la station varié entre 100 et 260 mgO<sub>2</sub> /l, et à la sortie de station varié entre 9 et 8 mgO<sub>2</sub>/l.

Quelque soit la variation de la DBO au cours de temps, on remarque que la DBO après le traitement sont à peu près constante se qui donne des notes de certains stabilité dans le traitement.

L'élimination de cette pollution organique est bonne, ce qui signifie une moyenne de rendement de 95.94% qui peut varier en fonction de certains facteurs : saison, nature de rejet,....ect.

### V.2.2.5 Evolution de la demande chimique en oxygène :



Graphe N°05 : Variation de la DCO en fonction de temps.

#### Interprétation :

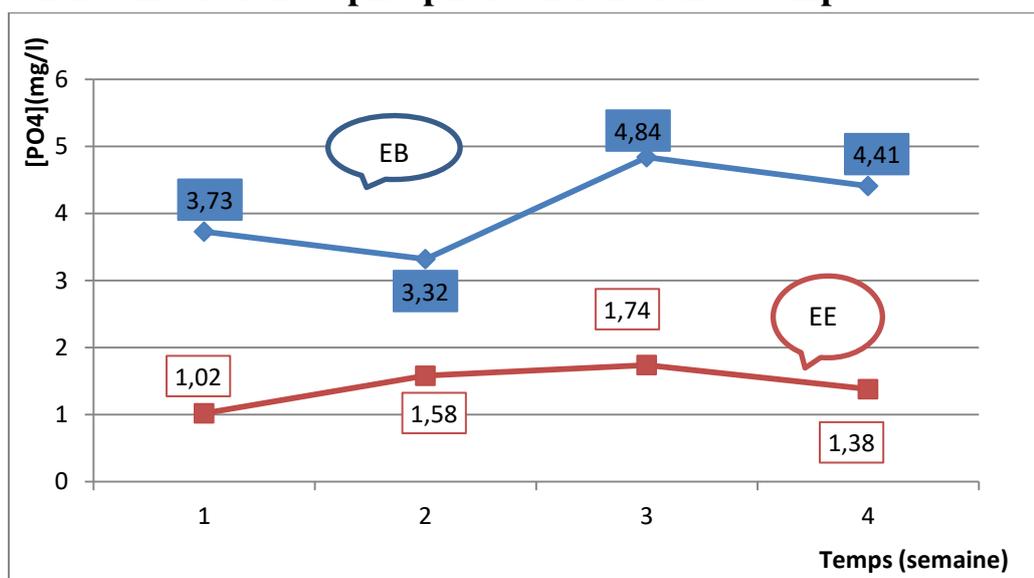
La DCO c'est la demande chimique en oxygène, représente la quantité de dioxygène nécessaire à l'oxydation de l'ensemble des matières organiques et minérales contenues dans l'eau, par oxydoréduction. Cette donnée est représentative de la pollution organique et chimique.

La DCO à l'entrée de la station varié entre 301 et 356 mgO<sub>2</sub> /l, et à la sortie de station varié entre 39.3 et 57 mgO<sub>2</sub>/l.

Quelque soit la variation de la DCO au cours de temps, on remarque que la DCO après le traitement sont à peu près constante se qui donne des notes de certains stabilité dans le traitement.

Par comparaison entre les valeurs des eaux brutes et celles des eaux traitées, nous notons un bon rendement qui est de l'ordre de 90 %, ceci dénote l'efficacité du traitement secondaire de la station dans l'élimination de cette pollution chimique.

### V.2.2.6 Evolution de phosphore en fonction de temps :



Graphe N°06 : Variation de [PO<sub>4</sub>] en fonction de temps.

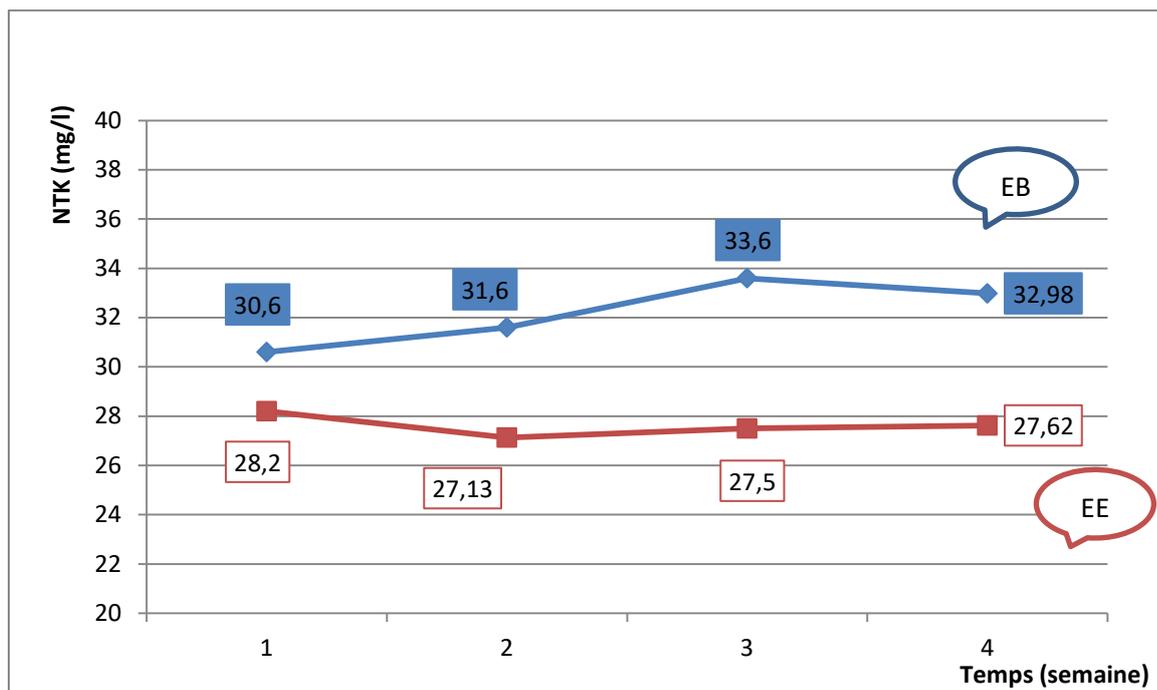
### Interprétation :

Le phosphore à l'entrée de la station varié entre 4.48 et 3.32 mgO<sub>2</sub>/l , et à la sortie de station varié entre 1.58 et 1.02 mgO<sub>2</sub>/l. Cependant, à la sortie du STEP, ces concentrations sont réduites à des valeurs inférieures à 1.7 mg/l. Le phosphate échappe en grande partie au traitement des stations d'épuration biologique, et la diminution des teneurs en phosphates de l'entrée de la station vers la sortie est due à sa consommation par les bactéries au cours du processus d'épuration. Notons que ces valeurs répondent à la norme de rejet requise qui est de 2 mg/l.

### V.2.2.7 Evolution d'azote Kjeldahl NTK :

	1	2	3	4
EB	30.6	31.6	33.6	32.98
EE	28.2	27.13	27.5	27.62

Tableau N°V 04 : résultat de NTK pour l'analyse physico-chimique



Graph N°07 : Variation de la NTK en fonction de temps.

### Interprétation :

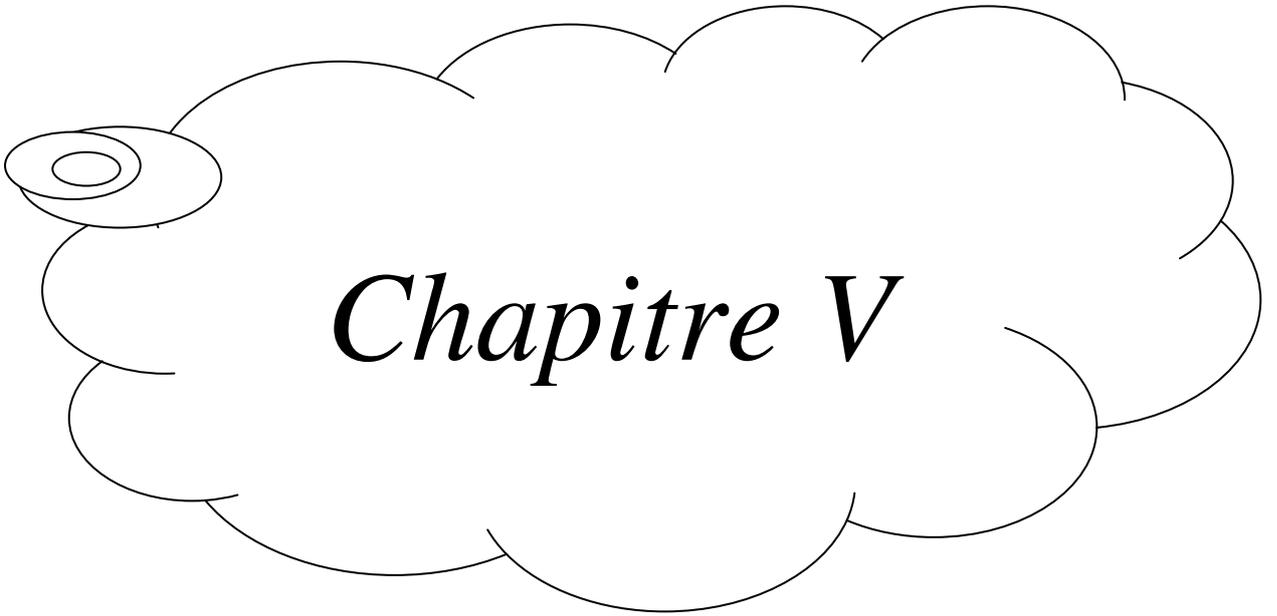
L'azote totale à l'entrée de la station varié entre 30.6 et 33.6 mgO<sub>2</sub>/l, et à la sortie de station varié entre 28.2 et 27.13 mgO<sub>2</sub>/l.

On observe que les valeurs obtenues après traitement sont conformes à la norme algérienne qui est de 30 mg/l mais on remarque un dépassement du seuil ciblé des prélèvements du 3<sup>ème</sup> et 4<sup>ème</sup> semaine qui signifie une imperfection au niveau du bassin (nitrification). La non-conformité des résultats peut être justifiée par la carence (insuffisance) d'oxygène qui perturbe la réaction de transformation de l'ammonium en nitrite puis en nitrate.

### Interprétation des résultats :

Les résultats obtenue montre que les valeurs des paramètres MES, DBO, DCO, PO<sub>4</sub> ET AZOTE sont conformes aux normes de rejet algériennes. Et la station de Réghaia présente des rendements d'épuration très intéressants.

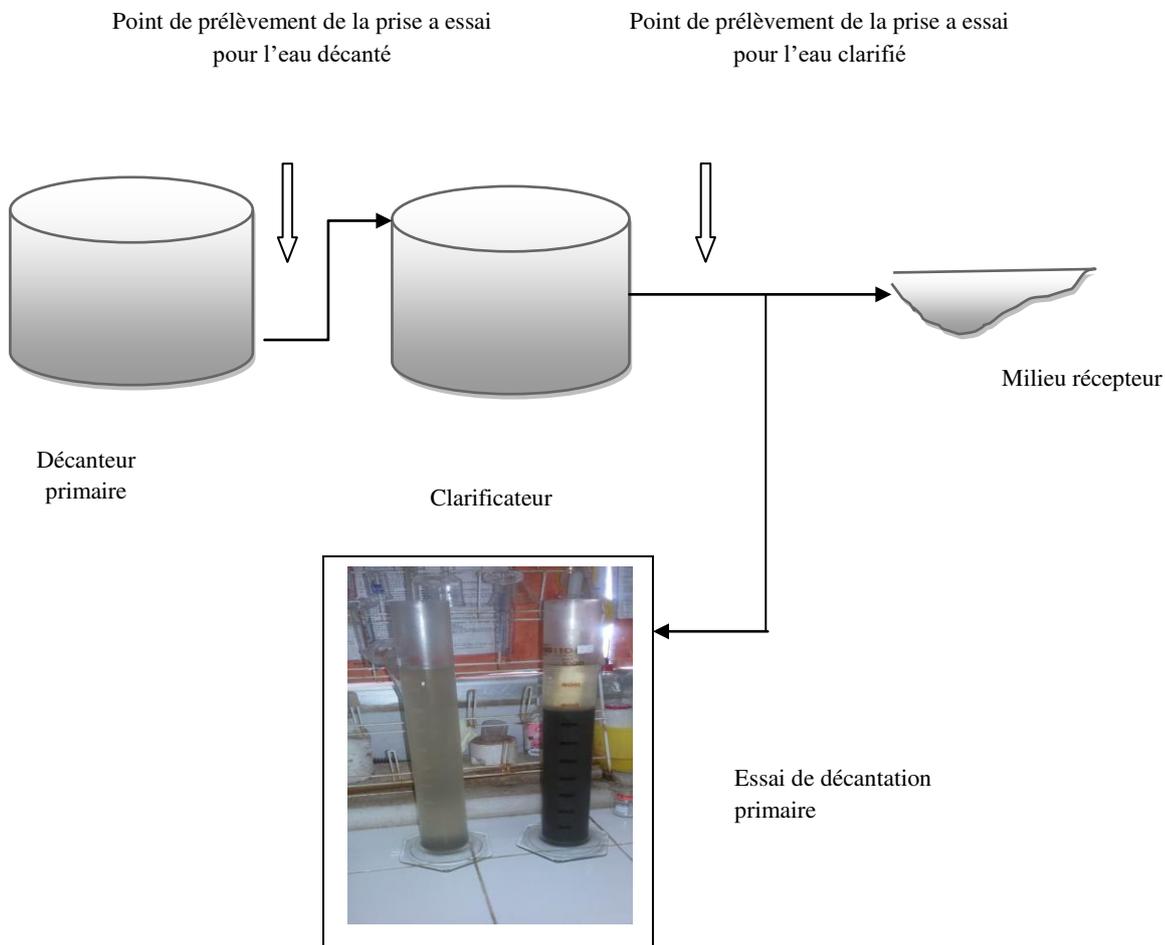




*Chapitre V*

## Chapitre VI: Optimisation de la décantation :

### Protocole d'échantillonnage :



### VI.1. Essai de décantation primaire :

#### VI.1.1. Essai de décantation primaire avec polymère :

##### Conditions opératoires :

1. Temps de décantation 45 min
2. Température=20°C
3. Concentration de polymère ajouter 1 g/l
4. Quantité de polymère ajouter 15 ml

### A- Les résultats de la décantation primaire avec polymère pour l'eau décanté :

Echantillon	pH	MES (mg/l)	DBO <sub>5</sub> (mgO <sub>2</sub> /l)	DCO (mgO <sub>2</sub> /l)	phosphate PO <sub>4</sub> (mg/l)
01	8.5	0.18	130.7	501.8	5.6
02	8.38	0.21	132.9	366	6.7
03	8.45	0.31	142.6	412.8	3.25
04	8.54	0.38	148.9	216.8	2.76

Tableau N°VI 05 : Résultat de l'essai de décantation avec polymère

### B- Les résultats de la décantation primaire avec polymère pour l'eau clarifiée :

Echantillons	pH	MES (mg/l)	DBO <sub>5</sub> (mgO <sub>2</sub> /l)	DCO (mgO <sub>2</sub> /l)	phosphate
01	7.8	0.07	56.5	460.8	4.98
02	7.9	0.09	57.9	307.2	5.45
03	7.7	0.16	52.3	374.4	2.5
04	7.9	0.21	54.2	174.5	1.90

Tableau N°VI 06: Résultat de l'essai de décantation avec polymère.

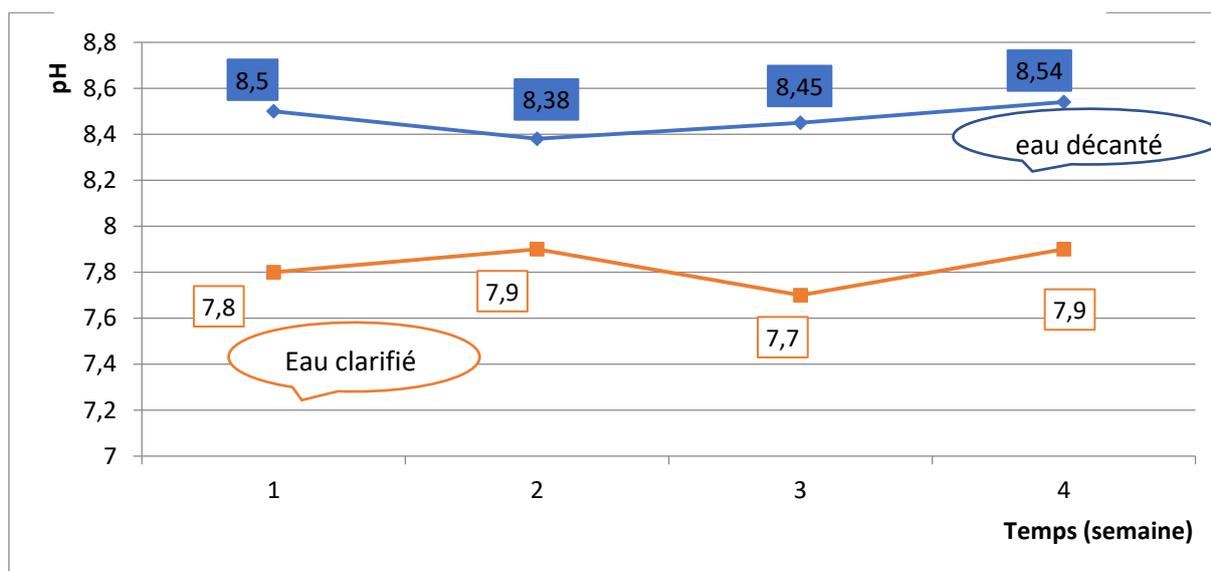
#### VI.1.1. Essai de décantation avec polymère :

La décantation primaire se caractérise par la séparation entre la phase solide et liquide d'un effluent.

**VI.1.1.1 Evolution de Ph en fonction de temps (avec polymère) :**

	1	2	3	4
Eau décanté (avec polymère)	8.5	8.38	8.45	8.54
Eau clarifié (avec polymère)	7.8	7.9	7.7	7.9

Tableau N°VI 07 : résultat de pH pour essai de décantation primaire avec polymère



Graphe N°08 : Variation de pH en fonction de temps.

**Interprétation :**

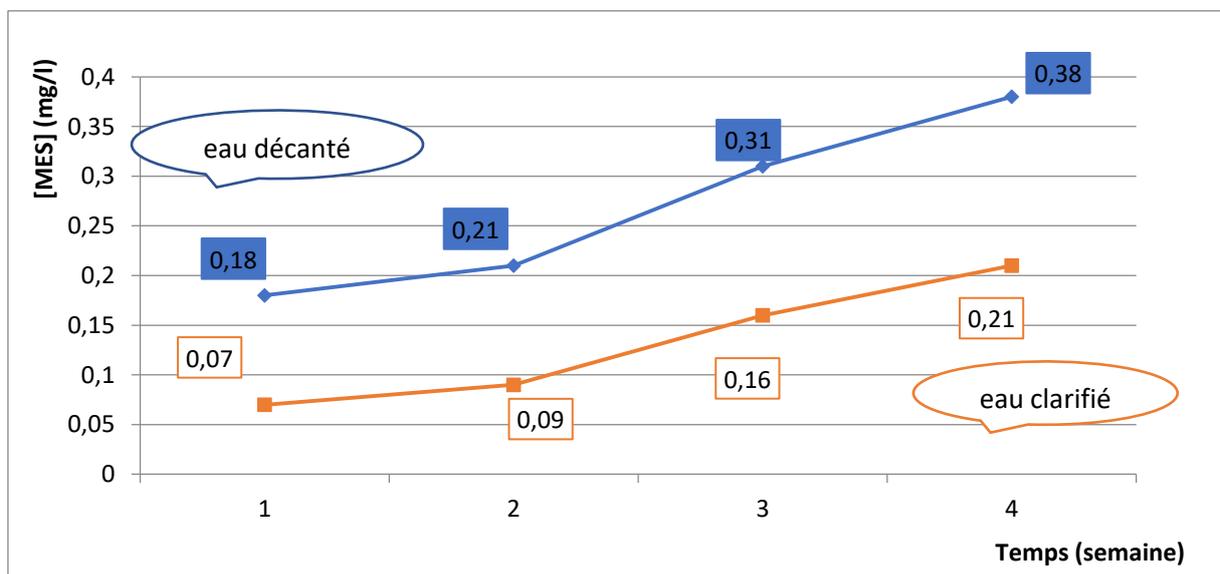
Pour nos résultats le pH de notre eau décanté est compris entre 8.38 et 8.54 donc l'épuration biologique est rentable. Et même pour l'eau clarifié la valeur est situé entre 7.7 et 7.9, ce qui conforme aux normes.

Y à une petite diminution de pH lorsqu'on à ajouté le polymère, et cette diminution revient que le polymère a des caractéristiques organique.

**IV.1.1.2 Evolution de MES en fonction de temps (avec polymère) :**

	1	2	3	4
Eau décanté (décantation avec polymère)	0.18	0.21	0.31	0.38
Eau clarifié (décantation avec polymère)	0.07	0.09	0.16	0.21

Tableau N°VI 08 : résultat de MES pour essai de décantation primaire avec polymère



Graphique N°09: Variation de MES en fonction de temps.

**Interprétation :**

Les MES qui sort de décanteur primaire varient entre 0.18 et 0.38 mg/l, et situé entre 0.07 et 0.21 mg/l pour l'eau clarifié ce qui nous donne un rendement d'élimination de 95%.

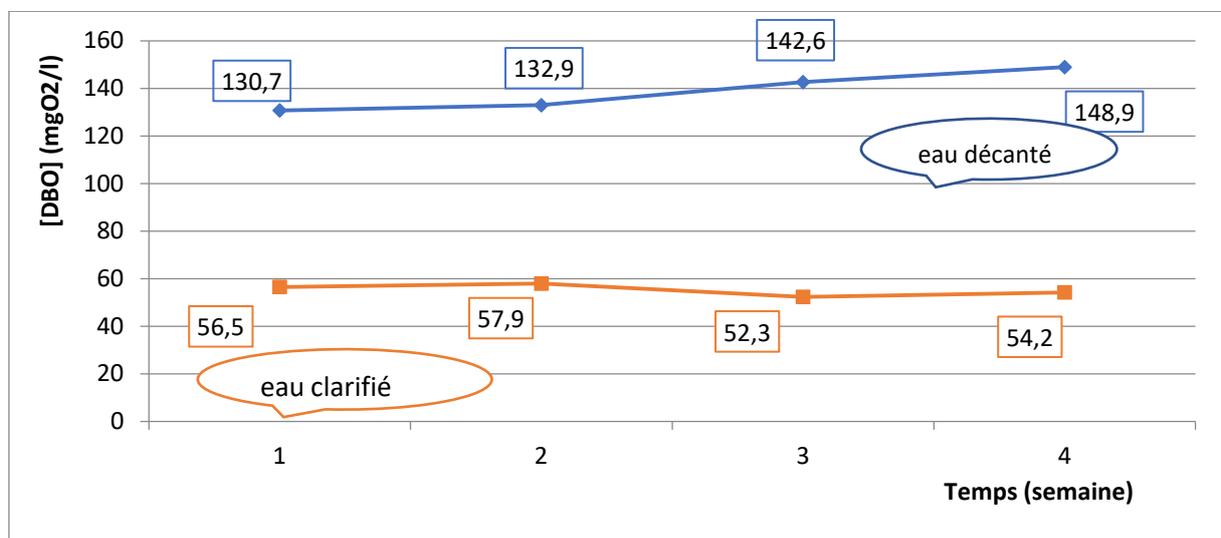
Le rapport est situé entre 2 et 2.3, ce qui nous donne un rendement d'élimination de 95%.

La concentration diminue la moitié lorsqu'on procède à une clarification avec polymère.

**IV.1.1.3 Evolution de la DBO5 en fonction de temps (avec polymère):**

	1	2	3	4
Eau décanté (décantation avec polymère)	130.7	132.9	142.6	148.9
Eau clarifié (décantation avec polymère)	56.5	57.9	52.3	54.2

Tableau N°VI 09 : résultat de [DBO] pour essai de décantation primaire avec polymère



Graphe N°10 : Variation de la DBO5 en fonction de temps.

**Interprétation :**

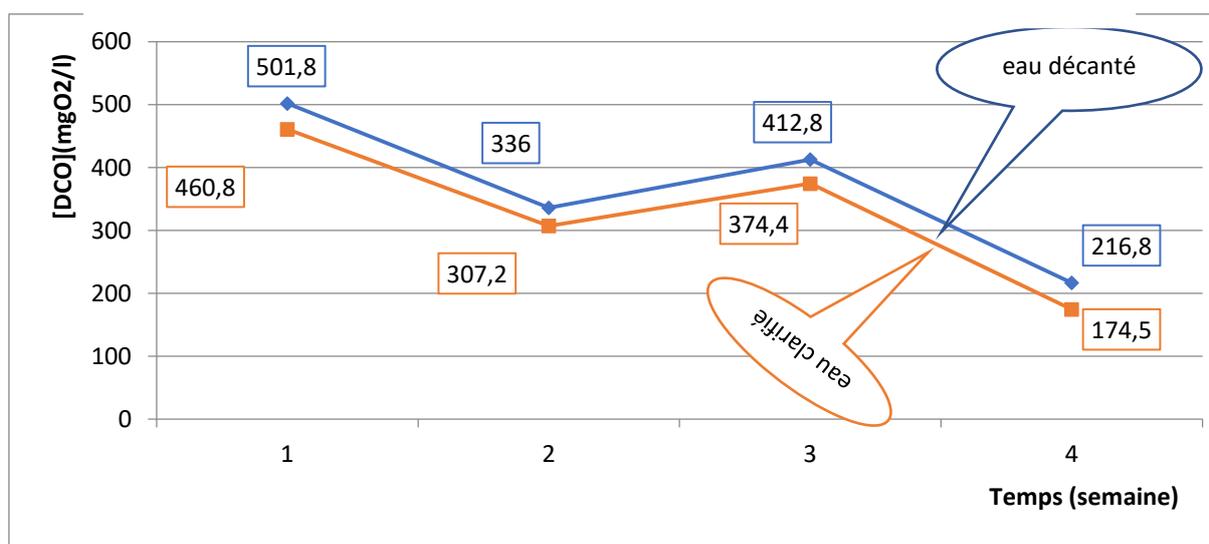
Quelque soit la variation de la DBO le traitement est toujours correcte, il se fait dans les bonnes conditions.

Le polymère permet de complexer les particules lourdes et de les faire décanter.

**VI.1.1.4 Evolution de la DCO en fonction de temps (avec polymère):**

	1	2	3	4
Eau décantée (décantation avec polymère)	501.8	366	412.8	216.8
Eau clarifié (décantation avec polymère)	460.8	307.2	374.4	174.5

Tableau N°VI 10: résultat de DCO] pour essai de décantation primaire avec polymère

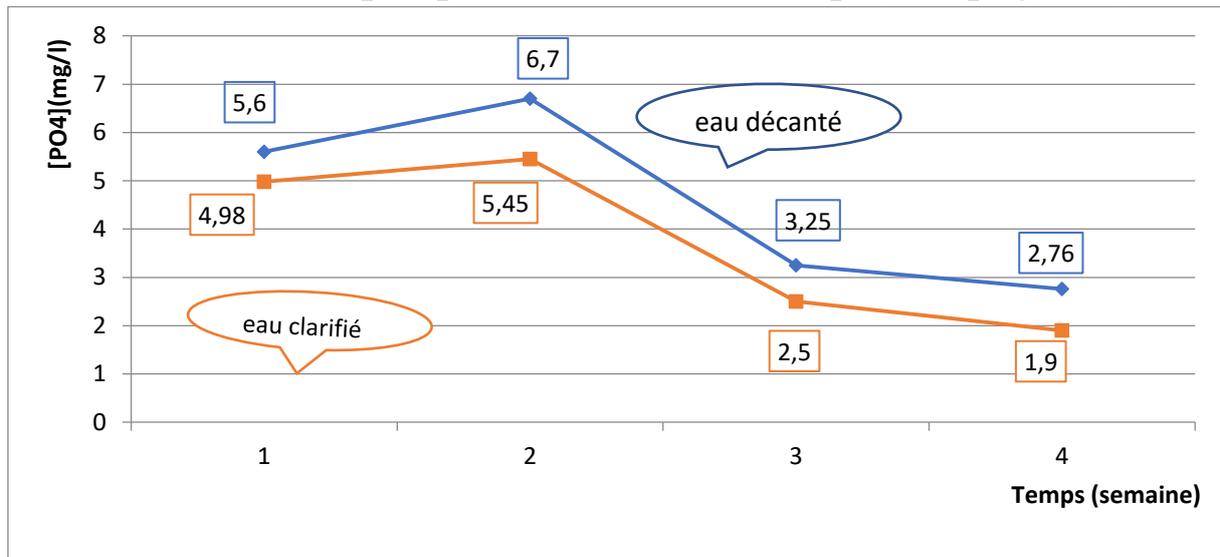


Graphe N°11 : Variation de [DCO] en fonction de temps.

**Interprétation :**

On remarque au premier temps que l'eau clarifiée présente une DCO faible que l'eau décanté, ceci dû au principe de séparation par gravité et au fur de temps les particules plus faibles ont le temps de décanté à l'aide de polymère qu'on a utilisé pour faciliter la décantation des petites particules, ce qui nous amène à dire que la DCO diminue dans les 2 cas.

La diminution est due principalement à la décantation des particules les plus défavorisées.

**VI.1.1.5 Evolution de phosphate en fonction de temps (avec polymère) :****Graphe N°12: Variation de phosphate en fonction de temps.****Interprétation :**

Les PO<sub>4</sub> qui sort de décanteur primaire varient entre 2.76 et 6.7 mg/l, et entre 1.9 et 5.45 mg/l pour l'eau clarifié, ce qui nous donne un rendement d'élimination de 88%.

Le rapport est situé entre 1.2 et 1.5, ce qui nous donne un rendement d'élimination de 88%.

La concentration de [PO<sub>4</sub>] diminue la moitié lorsqu'on procède à une clarification.

**VI.1.2 Essai de décantation primaire sans polymère :****A- Résultats d'essais de décantation sans polymère pour l'eau décanté :**

Echantillons	pH	MES (mg/l)	DBO <sub>5</sub> (mgO <sub>2</sub> /l)	DCO (mgO <sub>2</sub> /l)	phosphate
01	7.94	0.35	127	501.2	7.255
02	7.74	0.69	135.7	364.8	7.95
03	8.13	1.17	184	456.3	5.16
04	8.2	0.05	198	316.8	2.88

Tableau N°VI 11 : résultats d'essai de décantation primaire pour l'eau décanté

**B- Résultats d'essais de décantation sans polymère pour l'eau Clarifiée :**

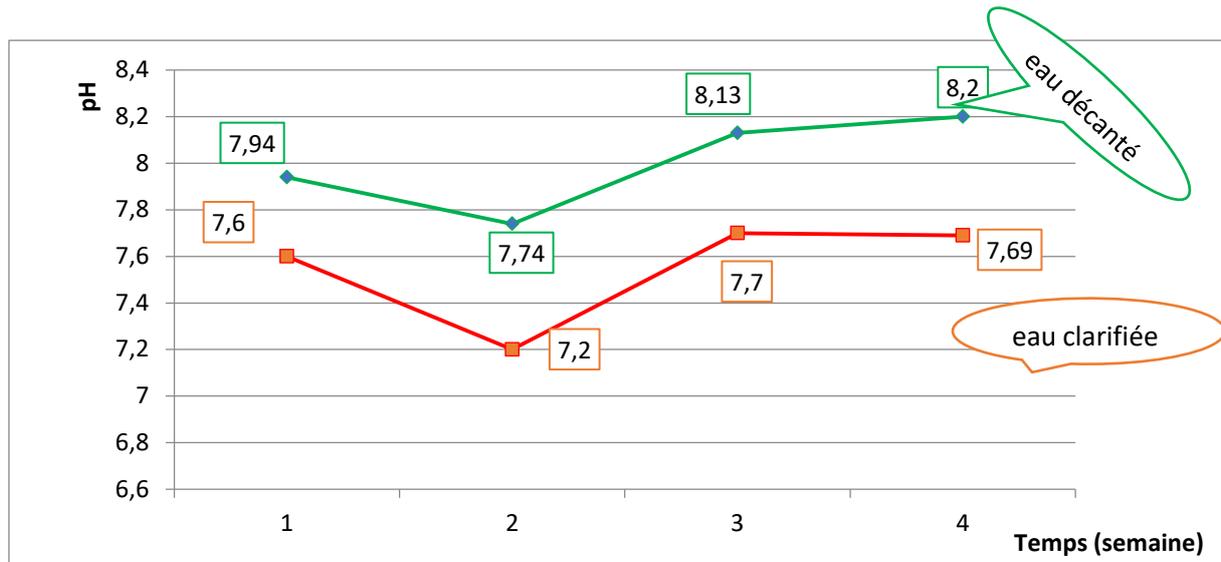
Echantillons	pH	MES (mg/l)	DBO <sub>5</sub> (mgO <sub>2</sub> /l)	DCO (mgO <sub>2</sub> /l)	phosphate
01	7.60	0.04	70.6	366	4.79
02	7.2	0.42	125.2	314.8	4.81
03	7.7	1.05	132.5	368	4.03
04	7.69	0.04	122.4	250	1.96

Tableau N°VI 12: Résultats de l'essai de décantation primaire pour l'eau clarifié.

**VI.1.2.1 Evolution de pH en fonction de temps (sans polymère):**

	1	2	3	4
Eau décanté (décantation sans polymère)	7.94	7.74	8.13	8.2
Eau clarifié (décantation sans polymère)	7.6	7.2	7.7	7.69

Tableau N°VI 13: Résultats de pH pour l'essai de décantation primaire sans polymère.



Graphique N°13 : Variation de pH en fonction de temps.

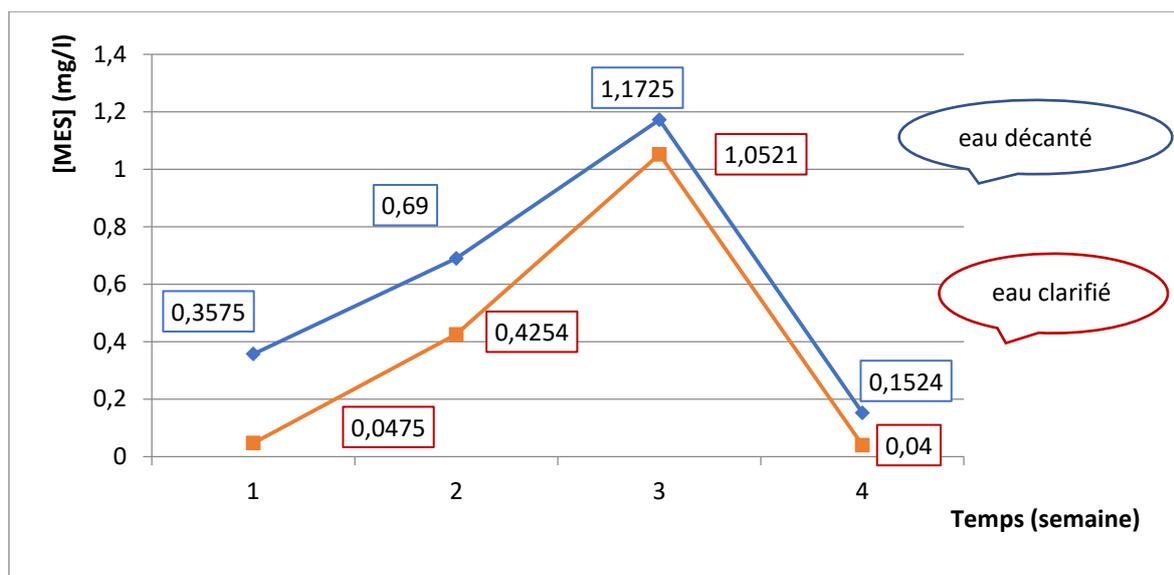
### Interprétation :

Les résultats de pH restent constants et dans la fourchette de rejet.

### VI.1.2.2 Evolution de la concentration de MES en fonction de temps :

	1	2	3	4
Eau décanté (décantation sans polymère)	0.3575	0.6900	1.1725	1.0521
Eau clarifié (décantation sans polymère)	0.0475	0.4254	1.0521	0.0400

Tableau N°VI 14 : résultat de [MES] pour essai de décantation primaire sans polymère



Graphique N°14: Variation de [MES] en fonction de temps.

### Interprétation :

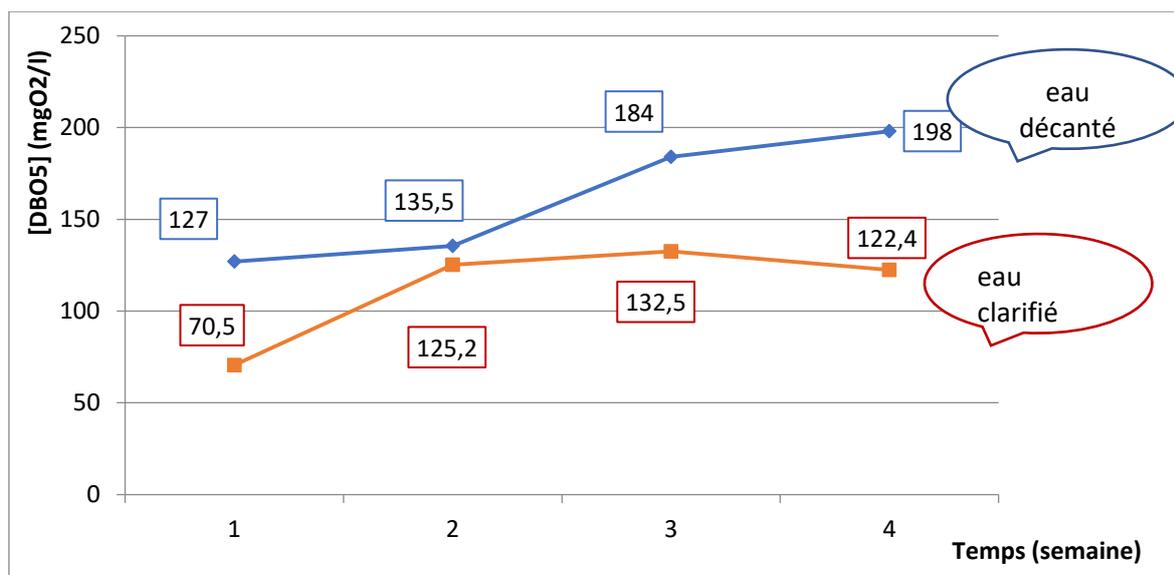
Les MES qui sort de décanteur primaire varient entre 0.05 et 1.17 mg/l, et situé entre 0.04 et 0.42 mg/l pour l'eau clarifié.

Le rapport est de 1.5, ce qui nous donne un rendement d'élimination de 61%.

#### IV.1.2.3 Evolution de la DBO5 en fonction de temps (sans polymère):

	1	2	3	4
Eau décanté (décantation sans polymère)	127	135.5	184	198
Eau clarifié (décantation sans polymère)	70.6	125.2	132.5	122.4

Tableau N°VI 15 : résultats de [DBO] pour l'essai de décantation sans polymère



Graph N°15 : Variation de [DBO5] en fonction de temps.

### Interprétation :

La DBO à la sortie de décanteur primaire varie entre 127 et 198 mg/l, et de 70.5 et 132.5 mg/l pour l'eau clarifié (la sortie de bassin d'aération).

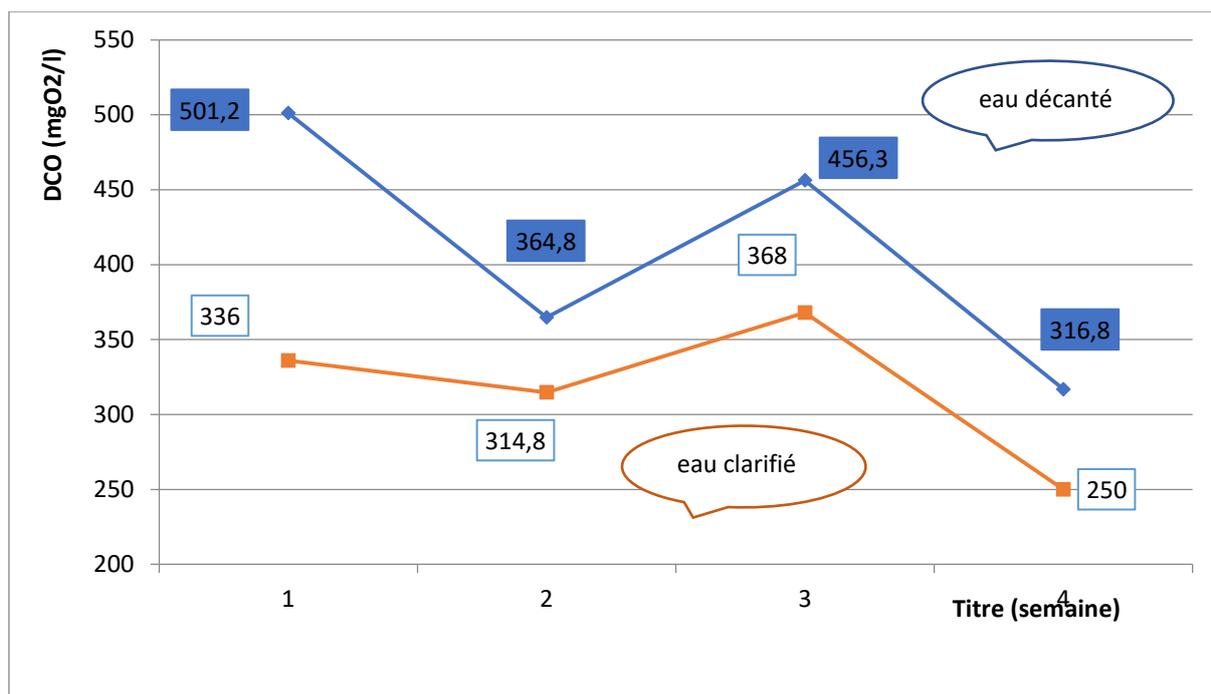
Le rapport est du 1.6, ce qui nous donne un rendement d'élimination de 85.7%.

La concentration diminue la moitié lorsqu'on procède à une clarification.

#### IV.1.2.4 Evolution de la DCO en fonction de temps :

	1	2	3	4
Eau décanté (décantation sans polymère)	501.2	364.8	456.3	316.8
Eau clarifié (décantation sans polymère)	336	314.8	368	250

Tableau N°VI 16 : résultats de [DCO] pour l'essai de décantation sans polymère



Graphe N°16 : Variation de [DCO] en fonction de temps.

### Interprétation :

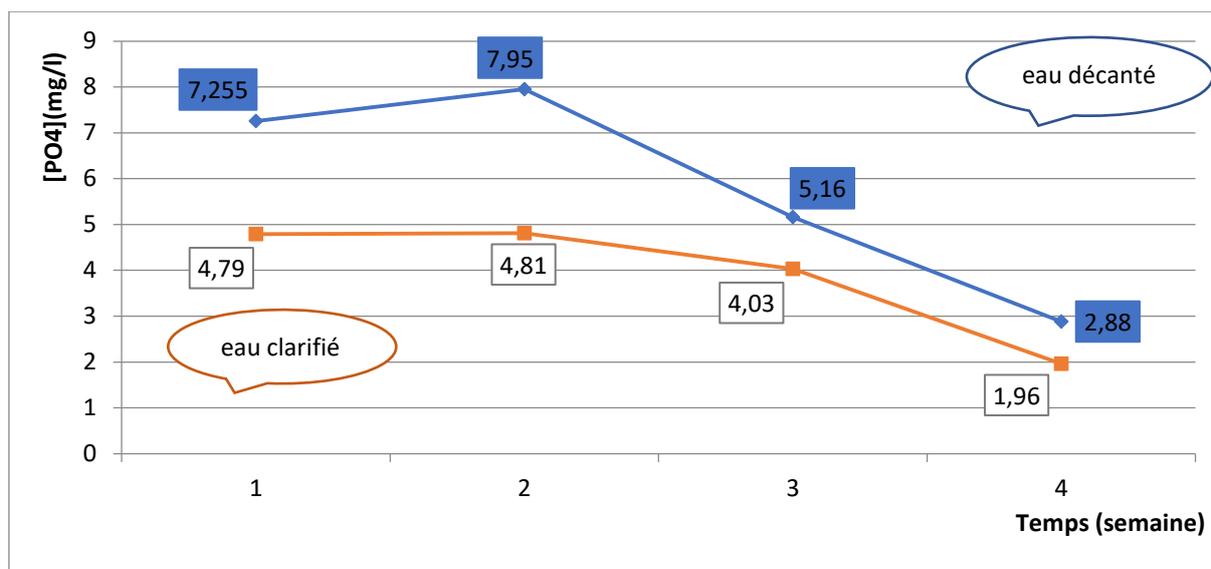
La diminution due principalement à la qualité des MES.

Un rendement de 70 à 80%, ce qui explique la diminution de la moitié de la DCO lorsqu'on procède à une clarification.

#### VI.1.2.5 Evolution de phosphate en fonction de temps :

	1	2	3	4
Eau décanté (décantation sans polymère)	7.55	7.95	5.16	2.88
Eau clarifié (décantation sans polymère)	4.79	4.81	4.03	1.96

Tableau N°VI 17 : résultats de [PO<sub>4</sub>] pour l'essai de décantation sans polymère



Graphe N°17 : Variation de [PO4] en fonction de temps

**Interprétation :**

Selon les résultats obtenus, on constate une variation de la concentration en fonction de la date de prélèvement et par conséquent en fonction des conditions climatiques (eaux de pluie), ça pourrait peut être liée aussi à l'activité industrielle pendant cette période et aussi a le rapport eaux domestique/industrielle (dilution).

**Conclusion :**

moyenne	Avec polymères		Sans polymères	
	Décantation en zone LAB	Eau clarifié	Décantation en zone LAB	Eau clarifié
Ph	8.46	7.82	8.00	7.54
MES	0.27	0.13	0.56	0.39
DBO	138.77	55.22	161.17	112.6
DCO	374.35	329.22	409.77	324.7
PO <sub>4</sub>	4.57	3.70	4.52	3.89
DBO/DCO	0.37	0.16	0.39	0.34

Tableau N°VI 17: La comparaison entre les moyennes des résultats d'analyse avec et sans polymère

D'après les moyennes indiquées dans le tableau on constate que l'essai de décantation primaire avec polymère a donné des bons résultats, que ce soit pour l'eau décanté ou l'eau clarifié, et cela exprime que le polymère utilisé de type cationique à des caractéristique organique, il influence sur les paramètres (MES, DBO, DCO, PO<sub>4</sub>) et sur le temps de séjour .

On peut conclure et dire que le polymère a amélioré les performances de traitement et les différentes valeurs des paramètres physico -chimique et biologique. Le polymère de type non ionique apporte une certaine rentabilité à la qualité de traitement, toute fois pour mieux apprécier nos résultats il aura fait plus bénéfique d'utilisé un deuxième polymère.

Le rapport de la DBO/DCO définit la biodégradabilité de la matière organique d'un rejet d'eau usée.

Le rapport permet de qualifier la biodégradabilité d'un effluent :

Si  $DBO/DCO < 2$  : effluent facilement biodégradable.

Si  $2 < DBO/DCO < 4$  : effluent moyennement biodégradable.

Si  $DBO/DCO > 4$  : effluent difficilement biodégradable.

Donc on conclure que notre effluent est facilement biodégradable.



*Chapitre VI*

## Chapitre VII : Epaissement par floculation :

Nos allons procéder à 2 niveaux (même prélèvements pour effectués la décantation).

L'épaississement effectué à l'aide d'un jar test et par l'ajout d'une concentration de polymère.

Les résultats d'analyse de notre eau de sur verse reflète des résultats d'une eau brute trop chargée, et pour cela l'eau de sur verse sera renvoyé vers l'entrée de la station.

Les résultats obtenus seront comparés avec celle de l'eau brute.

### Conditions opératoires :

- Vitesse rapide 200 tr/ min pendant 3 min
- Vitesse lente 40 tr/ min pendant 30 min
- Décantation pendant 45 min pour avoir un bon épaissement

### A- Résultats d'analyse de l'épaississement pour l'eau décanté :

Echantillons	pH	MES (mg/l)	DBO <sub>5</sub> (mgO <sub>2</sub> /l)	DCO (mgO <sub>2</sub> /l)	phosphate (mg/l)
01	7.74	0.47	42.4	336	5.22
02	8.19	8.94	141	288	1.410
03	8.13	0.97	95.5	220.8	5.16
04	7.67	0.07	113	216.8	2.88

Tableau N°VII 18: Résultats de l'épaississement pour l'eau décanté.

**B- Résultats d'analyse de l'épaississement de l'eau clarifiée :**

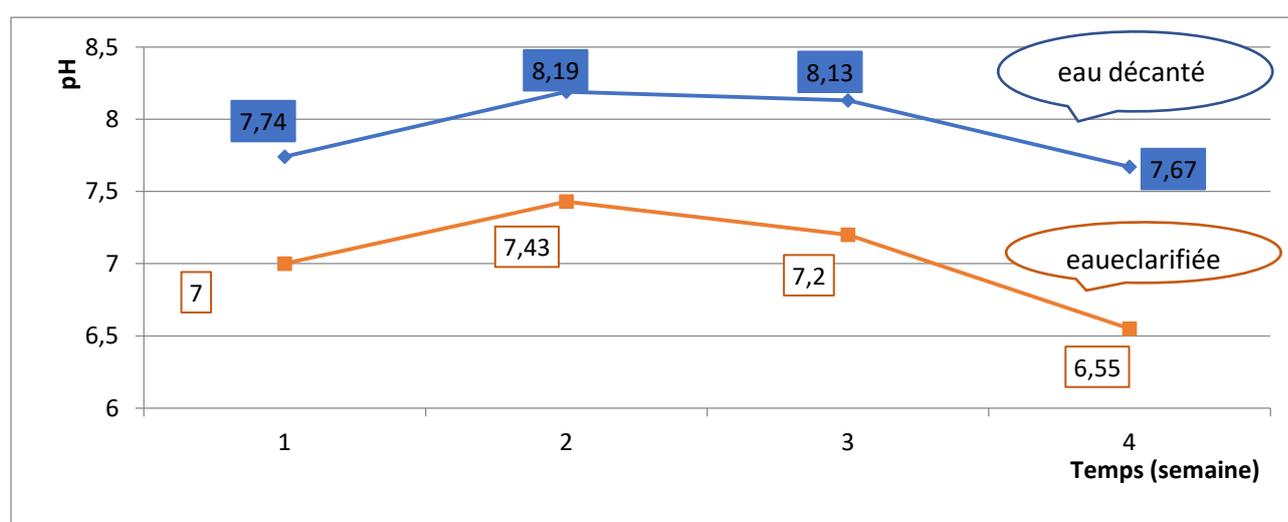
Echantillons	pH	MES (mg/l)	DBO <sub>5</sub> (mgO <sub>2</sub> /l)	DCO (mgO <sub>2</sub> /l)	phosphate (mg/l)
01	7.67	0.47	14.4	556.8	3.80
02	8.19	0.44	141	345.6	5.24
03	6.30	0.93	113	172.8	3.91
04	7.67	0.07	155	19.2	1.98

Tableau N°VII 19 : Résultats de l'épaississement pour l'eau clarifiée.

**VII. 1 Evolution de pH en fonction de temps :**

	1	2	3	4
<b>Eau décanté (Epaississement)</b>	<b>7.74</b>	<b>8.19</b>	<b>8.13</b>	<b>7.67</b>
<b>Eau clarifiée (Epaississement)</b>	<b>7</b>	<b>7.43</b>	<b>7.2</b>	<b>6.55</b>

Tableau N°VII 20 : Résultats DE pH pour l'épaississement



Graphe N°18: Variation de pH en fonction de temps.

**Interprétation de résultat :**

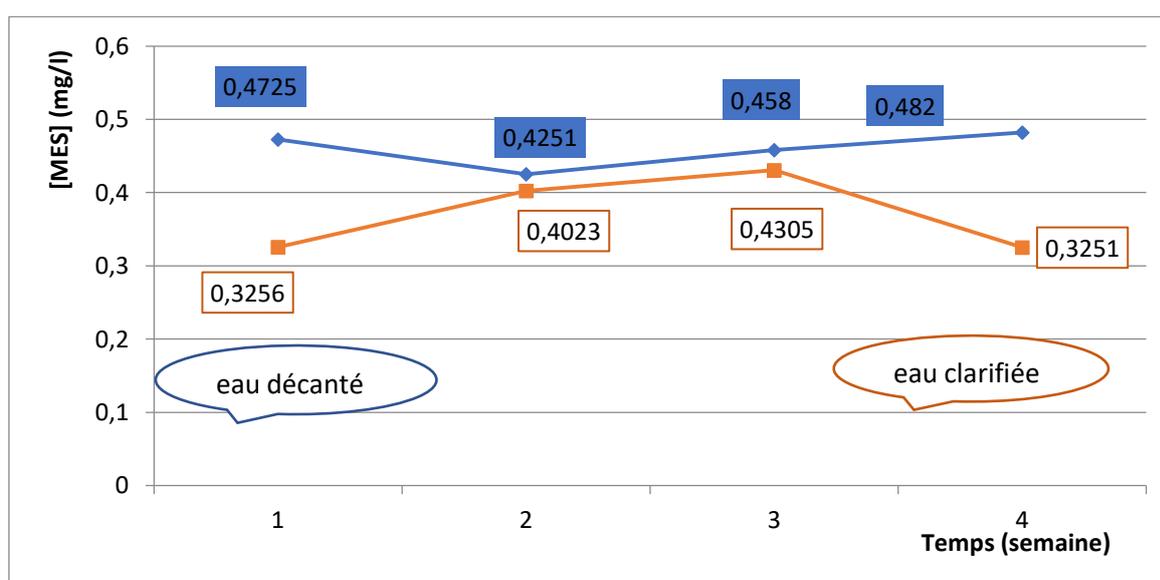
La plage de pH est acceptable dans le cas des rejets d'une station d'épuration des eaux usées.

D'après les graphes le pH varia entre 7.67 et 8.19 pour l'eau décanté et de 6.55 et 7.4 pour l'eau clarifiée. On peut conclure que les résultats de pH varient dans la fourchette de valeurs admises par la norme de rejet.

**VII. 2 Evolution de [MES] en fonction de temps :**

	1	2	3	4
Eau décanté (Epaississement)	0.47	0.42	0.45	0.48
Eau clarifié (Epaississement)	0.32	0.40	0.43	0.32

Tableau N°VII 21 : Résultats de [MES] pour l'épaississement



Graphe N°19 : Variation de [MES] en fonction de temps.

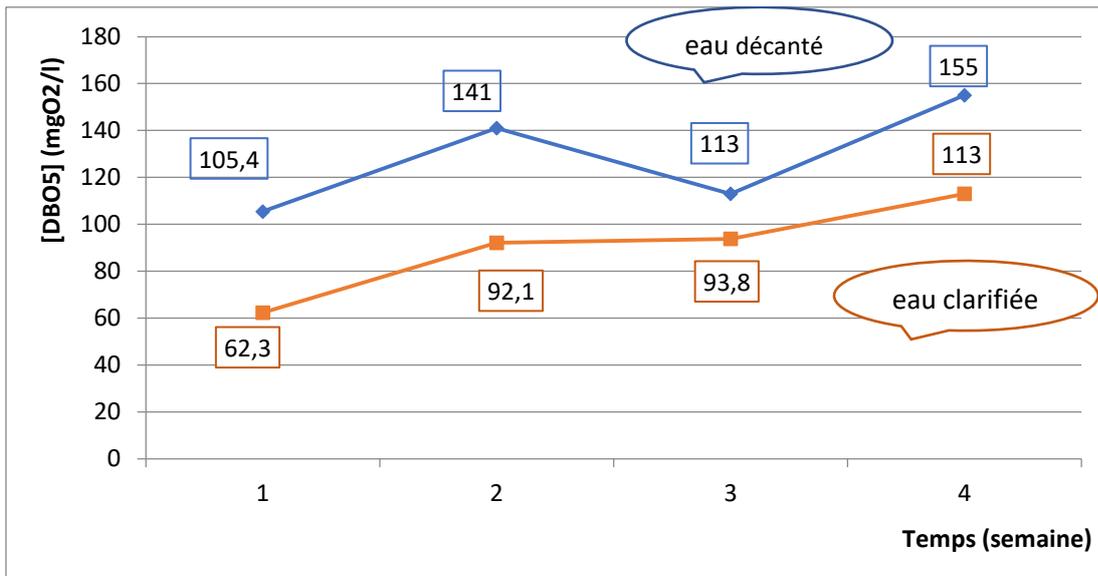
**Interprétation :**

Lorsque on procède à un épaississement, on remarque que la [MES] diminue par rapport a celle de l'eau brute, on conclure que l'utilisation de polymère a amélioré le rendement.

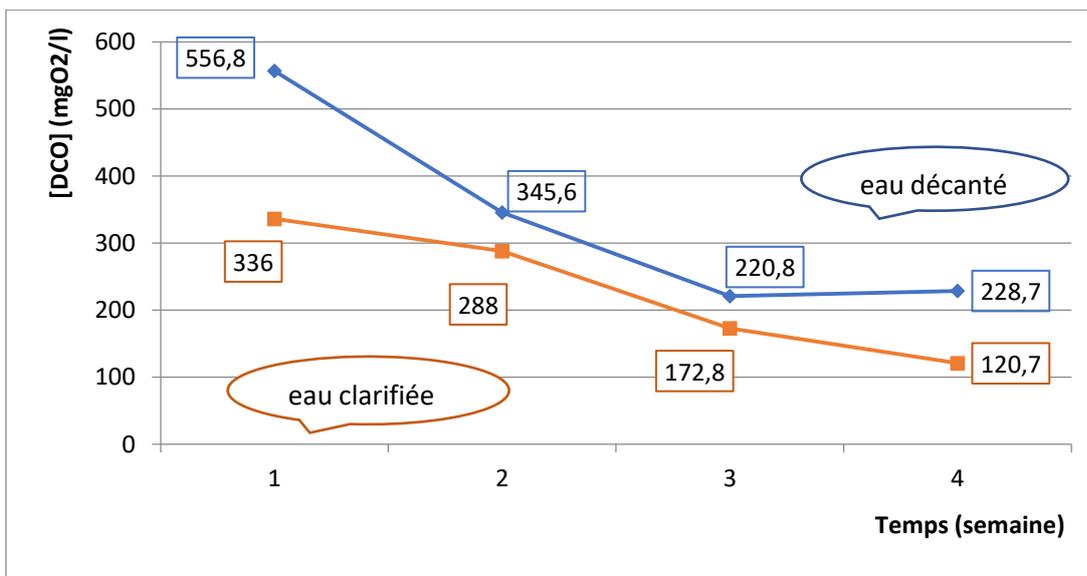
**VII.3 Evolution de [DBO5] et [DCO] en fonction de temps (épaississement) :**

	1	2	3	4
Eau décanté	105.4	141	113	155
Eau clarifié	62.3	92.1	93.8	113

Tableau N°VII 22 : Résultats de [DBO] pour l'épaississement



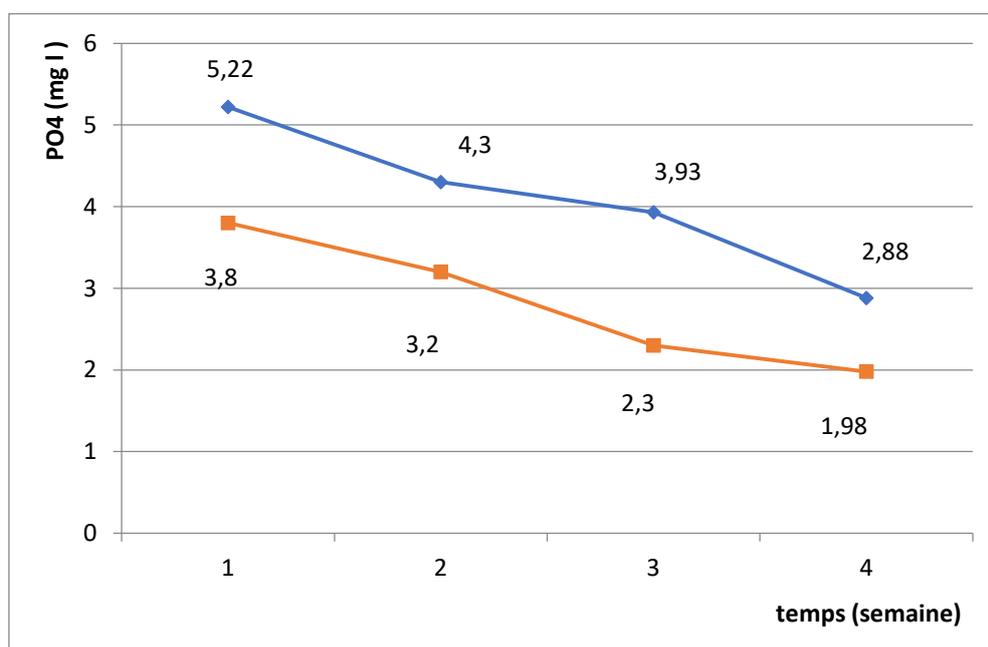
Graph N°20: Variation de la [DBO<sub>5</sub>] en fonction de temps.



Graph N°21 : Variation de [DCO] en fonction de temps.

**Interprétation :**

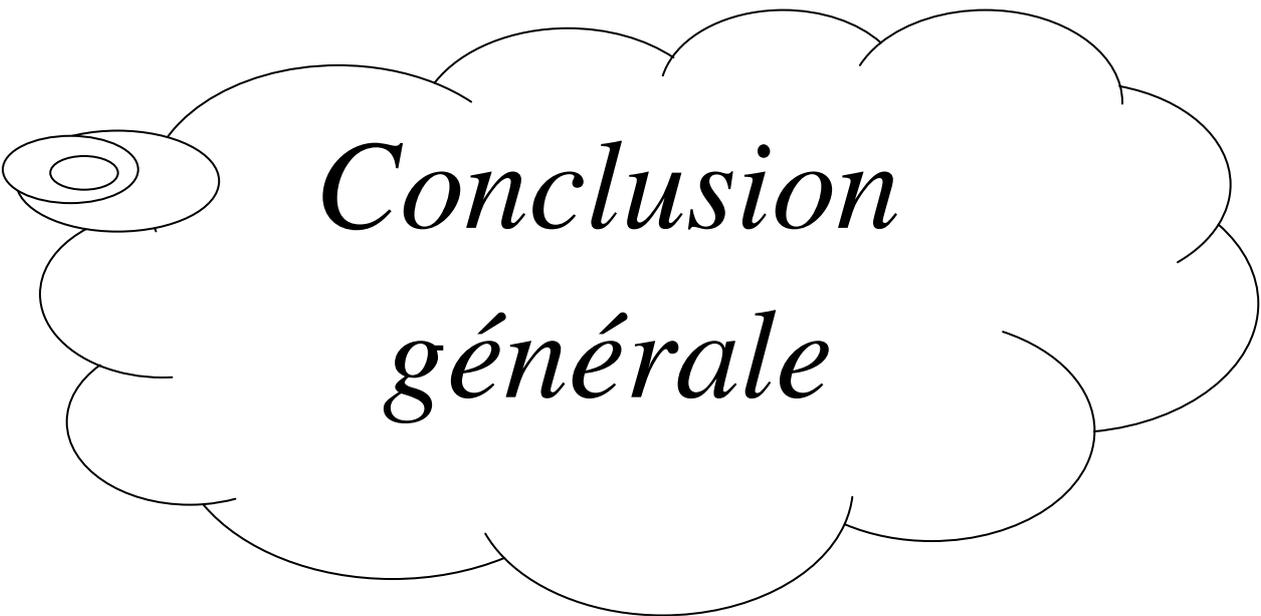
Dans cette analyse on a éliminé presque la moitié de la  $DBO_5$  et la DCO. Mais les résultats obtenus dépassent la norme de rejet (30 mg/l pour DBO et du 120mg/l la DCO) dans ce cas on considère notre eau comme une eau brute, elle sera renvoyée vers la tête de la station. On conclue que le polymère utilisé n'est pas efficace il fallait utiliser un deuxième polymère.

**VII.4 Evolution de phosphates en fonction de temps :**

Graphe N°22 : Variation de phosphate en fonction de temps.

**Interprétation :**

Quelque soit la variation de la  $[PO_4]$  au cours de temps, on remarque que les  $[PO_4]$  après le traitement sont à peu près diminuées ce qui donne des notes de certaine stabilité dans le traitement.



*Conclusion  
générale*

**Conclusion:**

Les eaux usées, si elles étaient rejetées dans le milieu sans traitement pollueraient gravement l'environnement et la ressource en eau. En effet, les eaux usées contiennent une charge polluante importante. C'est pourquoi la réglementation impose des normes de rejet, suivant différents types de dispositif d'épuration et de rejets.

Au terme de cette étude au cours de laquelle on a procédé à une évaluation de l'efficacité du traitement biologique par boues activées des eaux usées au niveau de la station d'épuration de Réghaia. Et après le traitement biologique des eaux usées brutes on peut constater que la température et le pH ne varient pratiquement pas. Mais par contre on note une diminution de la conductivité électrique.

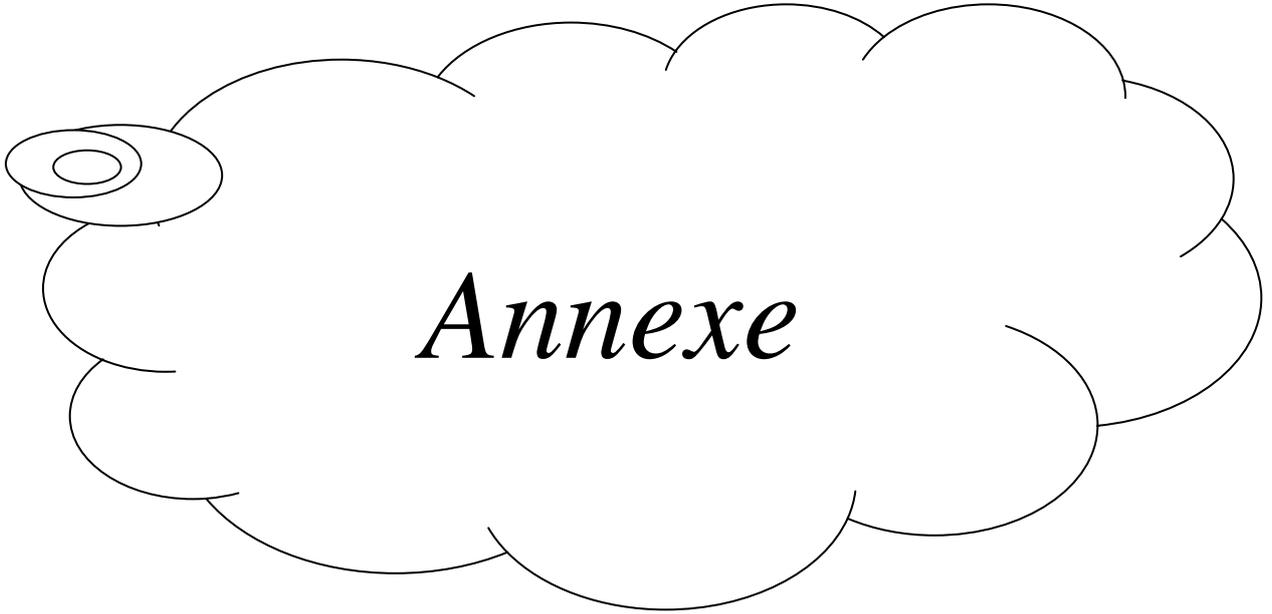
Le suivi de l'élimination des paramètres de pollution à savoir :

Les matières en suspension (MES), la demande biochimique en oxygène (DBO5), la demande chimique en oxygène (DCO), les formes azotées, les phosphates, ont permis d'évaluer les performances de fonctionnement de cette station en matière de dépollution de l'eau et du respect de l'environnement.

On a pu constater d'après les analyses effectuées et les résultats trouvées que la qualité de l'eau épurée suit les normes de rejets avec un bon rendement.

Les phosphates de l'eau usée sont utilisés durant le traitement biologique dans la métabolisation bactérienne, ce qui provoque la diminution des teneurs en phosphates de l'entrée à la sortie de la station d'épuration.

L'ensemble des résultats ainsi obtenus met en évidence les performances de fonctionnement de la STEP de Réghaia par le procédé "boues activée à faible charge". Ce système de traitement fait ressortir de meilleurs rendements à tous les niveaux, que ce soit pour l'élimination de la charge carbonée, azotée, phosphatée.



*Annexe*

## LES METHODES D'ANALYSES :

### I. Mesure de la matière en suspension(MES) Méthode de kit Hach :

#### I.1.méthode par filtration sur filtre en fibre de verre :

##### I.1.1.Appareillage :

- Dispositif de filtration sous vide constitué d'un entonnoir Buchner monté sur une fiole conique à bec, cette dernière est reliée à une pompe à vide.
- Filtre en fibre de verre.
- Etuve réglée à une température de 105°C.
- Balance analytique de précision  $\pm 0.1$ mg/l.
- Un dessiccateur.

##### I.1.2.Mode opératoire :

Essai à blanc (test de la perte de masse du filtre)

L'objectif est de vérifier la perte de masse du filtre en filtrant 150 ml d'eau distillée.

Il est recommandé de laver les filtres en vrac par immersion dans l'eau distillée pendant environ 4h. Laisser s'écouler l'eau de lavage, puis sécher les filtres à 105°C pendant au moins 1h, ou mieux encore, durant la nuit précédant l'essai.

La perte de masse dans un essai à blanc doit être inférieure ou égale à 0.017mg/cm<sup>2</sup> (pour le diamètre le plus courant 47 mm), ce qui correspond à une perte de masse inférieure ou égale à 0.3 mg.

- Attendre jusqu'à ce que les échantillons soient à température ambiante.
- Peser le filtre à 0.100mg. Éviter soigneusement de contaminer le filtre par des poussières, par exemple en utilisant un dessiccateur non nettoyé.
- Placer le filtre dans l'entonnoir du dispositif de filtration et insérer l'entonnoir sur la fiole à vide.
- Agiter vigoureusement le flacon contenant l'échantillon et transférer immédiatement et d'un seul trait 200 ml dans une fiole jaugée.
- Le résultat doit, pour être correct, être obtenu à partir d'un résidu sec (après filtration) d'au moins 2 mg.
- Verser les 200 ml d'échantillon dans l'entonnoir, puis rincer la fiole jaugée avec un peu d'eau distillée, et verser également dans l'entonnoir.
- Démarrer la filtration en enclenchant la pompe d'aspiration. Une fois l'échantillon filtré, rincer les parois internes de l'entonnoir avec un peu d'eau distillée et filtrer cette eau.
- Libérer le dispositif sous vide lorsque le filtre est pratiquement sec.
- Retirer avec précaution le filtre de l'entonnoir à l'aide de pinces à extrémités plats. Placer le filtre dans le creuset et le sécher dans l'étuve à (105°C) pendant au moins 2h.
- Retirer le tout de l'étuve, passer au dessiccateur environ 30 min puis peser.

### I.1.3. Expression des résultats :

$$\text{MES (mg/l)} = [(M_1 - M_0) / V] * 1000$$

V : le volume en millilitres d'échantillon.

M<sub>0</sub> : la masse en mg de filtre vide.

M<sub>1</sub> : la masse en mg de filtre après filtration de l'échantillon.

## II. Mesure de la matière en suspension par centrifugation et séchage a 105C :

Au cas ou la méthode par filtration sur filtre en fibre de verre ne s'applique, pas pour raisons de la qualité de l'échantillon et du colmatage de papier filtre ou lorsque la qualité de l'échantillon est très chargée en matière en suspension, la durée de la filtration dépasse 30 minutes, l'utilisation de la méthode par centrifugation est recommandée.

### II.2.1. Appareillage :

- Centrifugeuse conduisant à une accélération de 28000 à 32000 tr/min.
- Etuve réglée à une température de 105 °C.
- Balance analytique de précision de ± 0.1mg.
- Un dessiccateur.

### II.2.2. Mode opératoire :

- Si cela est possible introduire la totalité de l'échantillon dans le pot de la centrifugeuse et centrifuger durant 20 min, le volume de cet échantillon doit être tel qu'il conduise à la pesée d'au moins 30 mg de matière en suspension.
- Si on ne peut pas introduire la totalité de l'échantillon dans le pot de la centrifugeuse, on opère en plusieurs fois en décantant après 20 min de centrifugation le liquide surmontant le culot au fond du pot jusqu'à ce que tout l'échantillon ait été centrifugé.
- Décanter, remettre en suspension le culot dans de l'eau distillée et centrifuger 20 min.
- Recueillir le culot dans une capsule préalablement séchée à 105°C puis refroidie dans un dessiccateur et pesée à 0.1 m près.
- Rincer le pot de centrifugeuse deux fois avec chaque fois 20 ml d'eau distillée et recueillir les eaux d'entraînement dans la capsule.
- Sécher ensuite la capsule et son contenu à 105°C laisser refroidir dans un dessiccateur et peser à 0.5 mg près.

### II.2.3. Expression des résultats :

$$\text{MES (mg/l)} = [(M_1 - M_0) / V] * 1000$$

**III. Détermination de la demande biochimique en oxygène DBO<sub>5</sub> :****III.1.Principe :**

Mesure de l'oxygène consommé en 5 jours par un échantillon placé dans une enceinte thermo statée à 20°C.

**III.2.Matériel nécessaire :**

- Incubateur thermostatique (température 20°C).
- Agitateur magnétique.
- Flacons porte échantillon en verre teinté munis de godets en caoutchouc.
- Barreaux magnétiques.
- Pastilles de soude.
- ATU (inhibiteur de nitrification).

**III.3.Choix de volume de l'échantillon :**

La valeur de la DBO<sub>5</sub> est approximativement estimée à 80% de la valeur de la DCO mesurée, choisir le volume de la prise d'essai selon les intervalles de mesure de la DBO<sub>5</sub> dans le tableau suivant, multiplier le résultat obtenu à la fin par le facteur correspondant :

Volume de la prise d'essai	Intervalle de mesure (mg/l)	Facteur
432	0-40	1
365	0-80	2
250	0-200	5
164	0-400	10
97	0-800	20
43.5	0.2000	50
22.7	0-4000	100

**III.4.Mode opératoire :**

- Rincer le flacon porte échantillon avec l'échantillon à analyser.
- Verser la quantité nécessaire auparavant déterminée en échantillon à analyser à l'aide des fioles jaugées.
- Mettre le barreau magnétique dans le flacon.
- Ajouter la quantité nécessaire en ATU selon le volume de l'échantillon sélectionné.
- Mettre le godet en caoutchouc en place.
- Déposer deux pastilles de soude dans le godet en caoutchouc.
- Visser l'Oxyton directement sur le flacon.
- Pour démarrer la mesure appuyer sur les boutons S et M simultanément pendant deux secondes jusqu'à apparition de (--) puis (00), qui indique que toute valeur auparavant enregistrée a été effacée.
- Mettre le flacon dans l'incubateur réglé à une température de 20°C pendant 5 jours.

- La lecture de la valeur en cours se fait en appuyant sur le bouton S.
- Les valeurs lues 1F, 2F, 3F, 4F ou 5F indiquent que la mesure de jour, indiquée en chiffre, n'a pas encore été prise.
- La valeur de la DBO est indiquée directement sur l'écran multipliée par le facteur donnée dans le tableau.

**DBO<sub>5</sub> en mg/l = Valeur lue \* facteur**

#### **IV. Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO) :**

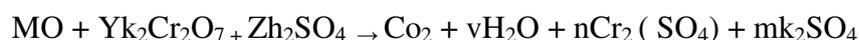
##### **IV.1.Principe :**

Oxydation en milieu acide par un excès de bichromates de potassium à la température 148°C des matières oxydables dans les conditions de l'essai en présence de sulfate d'argent (AgSO<sub>4</sub>) et sulfate de mercure (HgSO<sub>4</sub>).

Détermination de l'excès de dichromate à l'aide d'une solution titrée de sulfate de fer II et d'ammonium en présence de la solution d'indicateur "Ferroïne" ou par un système potentiométrique.

Calcul de la DCO à partir de la quantité de dichromate de potassium réduite.

##### **Réaction**



##### **IV.2.Produits chimiques :**

- HgSO<sub>4</sub>
- AgSO<sub>4</sub>
- AgSO<sub>4</sub> en solution

##### **IV.3.Appareillages :**

Pipette jaugé a 2ml

Adaptateur de tube DCO sur DR /2000

Paroir pour tub DCO

Réacteur a 150C°( DCO 120 / 24 V )

Spectrophometre HACH type DR/2000

##### **IV.4.Mode opératoire :**

**Essai à blanc :** effectuer un essai a blanc parallèlement à la détermination en suivant le même mode opératoire que pour l'essai relatif à l'échantillon mais en remplaçant la prise d'essai par 10ml d'eau distillée. La consommation de la solution de dichromate de potassium lors de

l'essai à blanc doit être le plus faible que possible et ne doit pas excéder 0.5ml. Dans le cas contraire il convient de rechercher l'origine de cette valeur et d'y remédier notamment en utilisant d'autres réactifs et en vérifiant la propreté de la verrerie.

**Essai témoin :** vérifier régulièrement la technique opératoire

### **V.I. Détermination de la DCO par la méthode de KIT Hach LCK144/314 :**

Ce mode opératoire décrit la méthode de mesurer de la demande chimique en oxygène pour les deux gammes :

- 150 à 1000 mg O<sub>2</sub> /L (haute gamme : LCK 114)
- 15 à 150 mg O<sub>2</sub>/L (basse gamme : LCK314).

### **V.1. Appareillages :**

- Spectrophotomètre (DR2800)
- thermostat LT200

### **V.2. Mode opératoire :**

- ·Prendre une cuve de gamme indiquée et ajouter un volume d'eau à analyser (dépend de la gamme choisie) et bien agiter afin de mélanger les dépôts décantés avec le reste de la solution dans la cuve DCO
- ·Le chauffage de la cuve à 148 ° C pendant 2 heures dans le thermostat LT200 est une étape essentielle qui permet aux substances oxydables de réagir avec le bichromate de Potassium sulfurique en présence du catalyseur de sulfate d'argent
- Nettoyer la cuve puis l'insérer dans *le* spectrophotomètre (DR2800) à l'emplacement Approprié
- ·Sélectionnez le mode à code barre sur le menu principal sur l'écran digital du DR2800,
- la valeur de la DCO est affichée en mg O<sub>2</sub>/l qui est la concentration en masse d'oxygène consommée.

## **VI.Mesure de pH :**

### **VI.1.Principe :**

Le pH est en relation avec des ions hydrogènes [H<sup>+</sup>] présentes dans l'eau ou les solution.

### **VI.2.Appareillage :**

pH mètre.

### **VI.3.Mode opératoire :**

La mesure de pH est effectuée sur place au moment de prélèvement à l'aide d'un pH-mètre.

L'électrode de pH mètre et rincer à l'aide d'une eau distillé. Etalonner avec des solutions tampons de pH connu. Le pH est mesuré par prélèvement d'un volume quelconque de l'échantillon après agitation, on plonge l'électrode de pH mètre dans la solution. La lecture sera faire après après stabilisation de la valeur de pH. Après chaque mesure de pH, retirer l'électrode puis rincer à l'eau distillée et la sécher à l'aide d'un papier adsorbant.

## **VII.Dosage des ortho phosphates par spectrophotométrie d'absorption Moléculaire (Rodier 8ème édition)**

### **VII.1.Principe :**

En milieu acide et en présence de molybdate d'ammonium, les ortho phosphates Donnent un complexe phosphomolybdique qui, réduit par l'acide ascorbique, Développe une coloration et donne des ortho phosphates, le développement de la coloration est accélérée par l'utilisation d'un catalyseur, le tartrate double D'antimoine et de potassium.

### **VII.2.Réactifs :**

Réactif combiné :

- 50 ml de solution d'acide sulfurique ( $d=1.48$ ) 15% en volume.
- 5 ml de solution de tartrate double d'antimoine et de potassium à 2.8 g/l (0.28g/l de tartrate double d'antimoine et de potassium dans 100ml d'eau Distillé).
- 15 ml de solution de molybdate d'ammonium à 40g/l. (0.4g/l de molybdate d'ammonium dans 100ml d'eau distillé).
- Ajuster le volume a 100ml avec de l'eau distillé (30ml).
  - Conserver le réactif à 4 °C
    - solution d'acide ascorbique à 20 g/l (2 g d'acide ascorbique dans 100ml d'eau Distillé).
  - Renouvelable chaque 24h.
    - Solution mère étalon a 50 mg/l de phosphore :
- 219.7 mg de dihydrogénophosphate de potassium desséché au préalable à L'étuve à 100°C dans 100 ml d'eau distillé.
- Acidifier la solution par 1 ml d'acide sulfurique a 15%avant d'ajuster le Volume.
- solution fille étalon à 1 mg/l de phosphore (diluer la solution mère a 1/50 avec de L'eau distillée au moment de l'emploi.)

**VII.3. Matériels :**

- 9 fioles jaugées de 25 ml.
- étuve
- spectrophotomètre

**VII.4. Courbe d'étalonnage :**

Introduire dans une série de 6 fioles jaugée de 25 ml :

Numéro de fiole	T	1	2	3	4	5
Solution étalon de phosphore à 1mg/l	0	1	5	10	15	20
Eau permutée (ml)	20	19	15	10	5	0
Correspondance en mg de phosphore	0	0,001	0,005	0,010	0,015	0,020

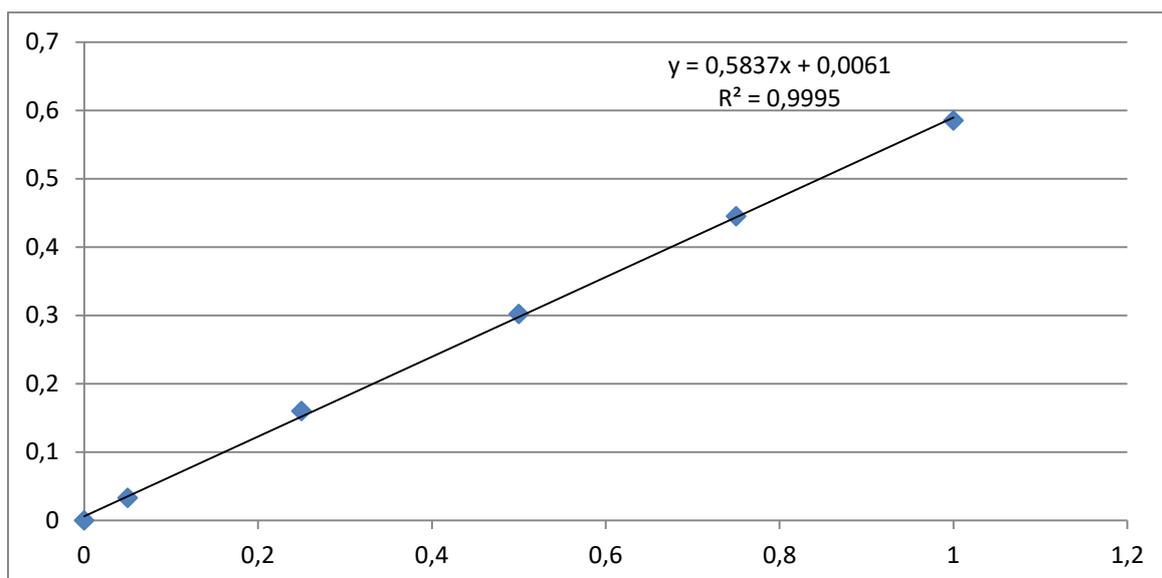
Introduire dans chaque fiole 1 ml de solution d'acide ascorbique, agité, puis ajouter 4 ml de réactif, mélangé soigneusement, compléter éventuellement le volume à 25 ml. Attendre la stabilisation 30 minutes la stabilisation de la coloration et effectuer les mesures au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 700 ou 800 nm en cuve de 1 cm. Construire la courbe d'étalonnage.

**VII.5. Mode opératoire :**

Vérifier le pH de l'échantillon qui doit être compris entre 2 et 7, l'ajuster si nécessaire. Introduire 20ml d'eau dans une fiole jaugée de 25 ml, ajouter 1 ml de solution d'acide ascorbique puis poursuivre comme pour l'établissement de la courbe d'étalonnage. Tenir compte de la valeur lue pour le témoin. Se reporter à la courbe d'étalonnage.

**VII.6. Expression des résultats :**

La courbe donne la teneur en phosphore, exprimée en mg pour la prise d'essai.



## VIII. Dosage de l'azote total par la méthode Kit Hach

### VIII.1. Appareillage :

- Spectrophotomètre DR 2800,
- Thermostat LT 200.

### VIII.2.. Mode opératoire :

Chaque analyse à un kit spécial et un protocole à suivre, le dosage se fait par le suivi des Étapes indiquées dans le logigramme de chaque boîte (*Annexe N° num des l'anex de l'appareillage*).

Tous ces paramètres ayant deux gammes (haute gamme pour les eaux chargées et la base Gamme pour les eaux claires (faiblement chargées)). La lecture des résultats est faite sur le Spectrophotomètre DR 2800 et les valeurs sont affichées en mg/l

## IX. Mesure de la conductivité électrique :

### IX.1. Appareillage :

L'appareil utilisé est un conductimètre METLLER TOLEDO MC 226 équipé d'une sonde de mesure de température.

### IX. 2. Réactifs :

- Solution de chlorure de potassium à 0.01 mol/l est de 1413 S/cm ;

### IX.3. Mode opératoire :

Après la vérification de l'appareil qui se fait quotidiennement avec une solution de Chlorure de potassium à 0.01 mol/l et de 1413 $\mu$ S/cm.

La cellule de conductimètre rincée avec l'eau distillée est plongée dans la solution à analyser

et la valeur de la conductivité est affichée sur l'écran de l'appareil avec une unité de micro Siemens par Centimètre ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) ou bien milli Siemens par centimètre ( $\text{mS}/\text{cm}$ ).

### **Essai de décantation primaire :**

#### **Principe :**

Le principe de la décantation c'est de séparer la phase liquide de la phase solide ; pour cette raison on aura besoin d'une série de matériels de laboratoires tel que :

2 cylindres de 1000 ml

Une pipete

#### **Mode opératoire :**

Remplir l'une des cylindres avec l'eau clarifiée (surnagent de la boue recyclée) et l'autre avec l'eau décantée.

Ajouter une quantité de polymère (vers 15 ml), Agiter et laisser décanter pendant 1h au maximum.

Après la décantation, à l'aide d'une pipete prélevé le surnagent pour effectués les analyses (MES, DBO, DCO,  $\text{PO}_4$ , pH).

Même étape pour une décantation sans polymère ; sauf que on n'ajoute pas le polymère .

### **Epaississement avec floculation :**

#### **Principe :**

#### **Appareillage et matériels :**

Jar test

Becher

#### **Pipette mode opératoire :**

Remplir les bécher avec l'eau analysé (300 ml) ; ajouter une quantité de polymère, les placé dans le jar test, et allumé l'appareil.

On premier temps on applique une agitation rapide pendant 4 min, ensuite la deuxième étape c'est de passée à l'agitation lente pendant 30 min.

Troisième étape la décantation pendant 40 à 45 min.

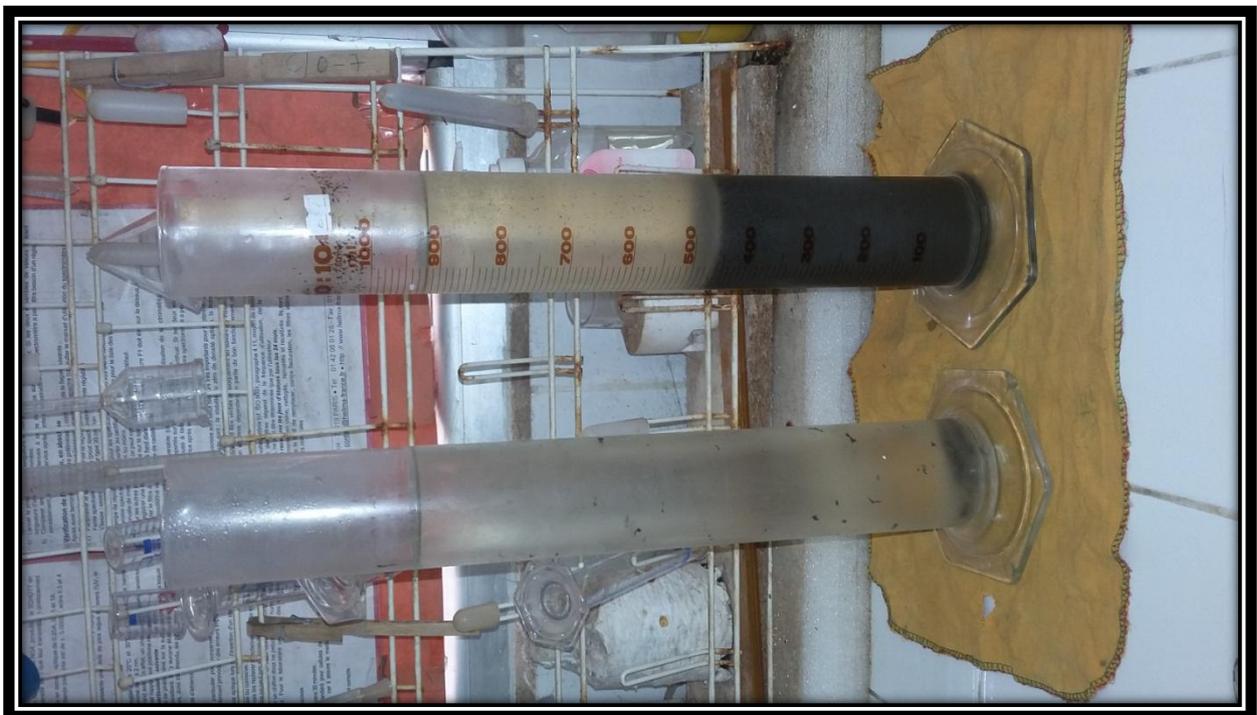
À l'aide d'une pipete prélevé le surnagent et appliqué les mêmes modes d'opératoire pour les MES, DBO, DCO, pH ;  $\text{PO}_4$

---

**Photos et appareillages :**



**Jar test – épaissement par floculation**



**Essai de décantation primaire**



**Centrifugeuse**



**Dispositif de Filtration sous vide**



**Étuve  $105 \pm 2^{\circ}\text{C}$**



**Agitateur Magnétique**



**Conductivimètre Lange (sensION2)**



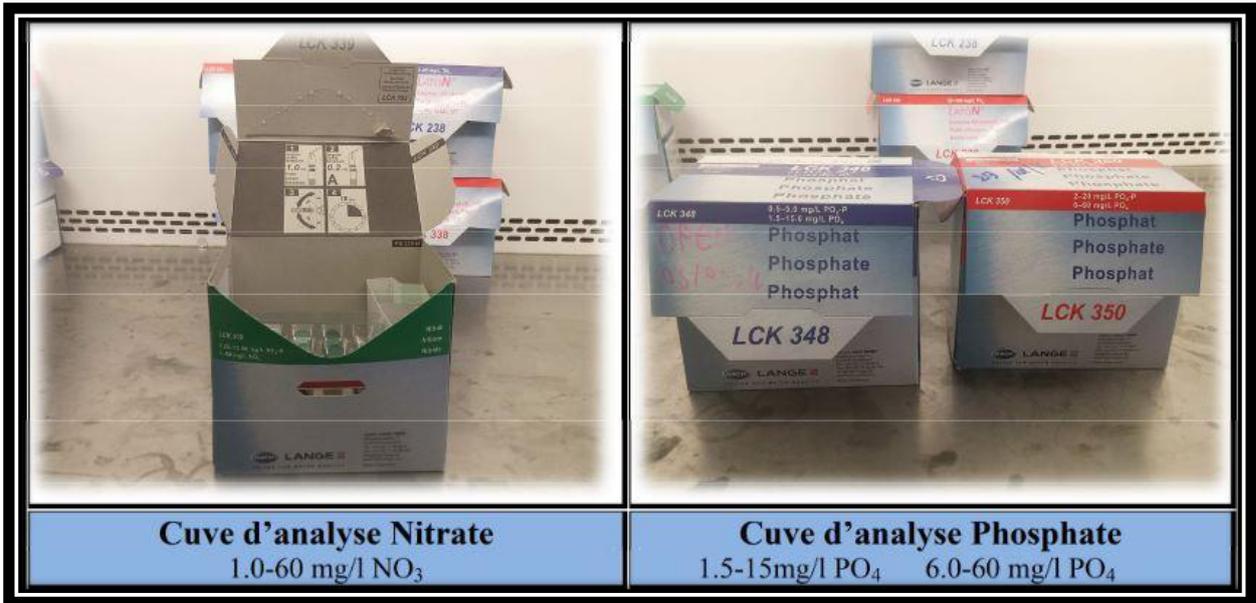
**Balance analytique (Pioneer)**



**Cuve d'analyse Azote total**  
5.0-40mg/l NO<sub>2</sub> 20-100 mg/l NT

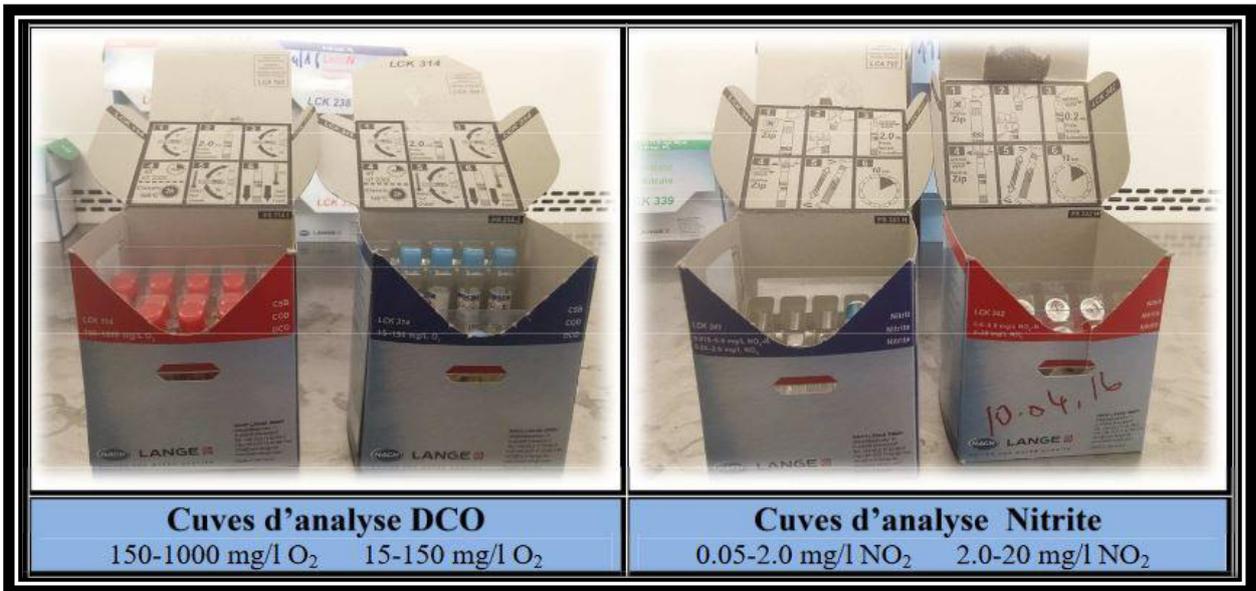


**Enceinte thermostatique (T = 20°C).**



**Cuve d'analyse Nitrate**  
1.0-60 mg/l NO<sub>3</sub>

**Cuve d'analyse Phosphate**  
1.5-15mg/l PO<sub>4</sub> 6.0-60 mg/l PO<sub>4</sub>



**Cuves d'analyse DCO**  
150-1000 mg/l O<sub>2</sub> 15-150 mg/l O<sub>2</sub>

**Cuves d'analyse Nitrite**  
0.05-2.0 mg/l NO<sub>2</sub> 2.0-20 mg/l NO<sub>2</sub>



**Support**



**La Hotte Esco**



**Spectrophotomètre**



**Thermostat HACH LANGE LT200**